

UCH-FC  
Q. Ambiental  
M772  
C.2



Universidad de Chile  
Facultad de Ciencias

# **“Propuesta de Acciones de Producción Limpia y de un Sistema de Tratamiento de Residuos Líquidos en Viña Batudahue”**

Seminario de Título entregado a la  
Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile  
en cumplimiento parcial de los requisitos  
para optar al título de

**Químico Ambiental**

**Gema del Carmen Montecinos Ramírez**

Director Seminario de Título: Sr. Waldo Arancibia

Profesor Patrocinante: M. Cs. Julio Hidalgo

Abril 2007



**FACULTAD DE CIENCIAS**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**INFORME DE APROBACIÓN**

**SEMINARIO DE TITULO**

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile que el Seminario de Título presentado por la alumna:

Gema del Carmen Montecinos Ramírez

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación del Seminario de Título como requisito para optar al título de Químico Ambiental

COMISIÓN DE EVALUACION

Director: Sr. Waldo Arancibia

Prof. Patrocinante: M. Cs. Julio Hidalgo

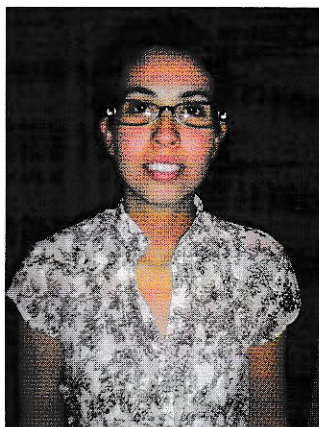
Corrector: M. Cs. Sylvia Copaja

Corrector: M. Cs. Ricardo Serrano





## RESEÑA ALUMNA



### Datos Personales

**Nombre:** Gemma del Carmen Montecinos Ramirez

**Fecha de Nacimiento:** 18 septiembre 1980

**Nacionalidad:** Chilena

**Estado Civil:** Soltera

**Teléfono:** 02- 2925107

**e-mail:** gema\_qa@ yahoo.es

### Estudios Superiores

**2001 – 2006:** Licenciatura en Ciencias Ambientales con mención en Química. Química Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.

## Experiencia Laboral

- 2004 Agosto – Diciembre:** Laboratorio de Química Atmosférica. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Determinación de iones en material particulado en la atmósfera urbana de la Región Metropolitana.
- 2005 Enero – Marzo:** Práctica Profesional Hidronor Chile. Validación de Métodos Analíticos.
- 2006 Marzo – Julio:** Ayudante Laboratorio Química de Suelos.
- 2006 Agosto – Diciembre:** Ayudante Laboratorio Contaminación de Suelos.
- 2006 Agosto – Diciembre:** Desarrollo Seminario de Título Viña Batudahue.

## Unidad de Investigación

“Estudio de la adsorción – desorción de pesticidas en suelos chilenos”. Laboratorio de Cromatografía y Química Orgánica. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile.

## Presentaciones a Congresos

**Abril 2005** IV Jornadas Chilenas de Física y Química Ambiental, Sociedad de Química Ambiental de Chile, Universidad de La Frontera, Temuco. “Determinación de iones en material particulado en la atmósfera urbana de la Región Metropolitana”.

**Octubre 2006** VIII Encuentro de Química Analítica y Ambiental, Departamento de Química, Universidad Arturo Prat, Iquique. “Relación adsorción – biodisponibilidad de glifosato en suelos chilenos”.





*A MIS PADRES ELIANA Y PEDRO  
Y A TODA MI FAMILIA*



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por todo lo que me ha regalado y por haberme ayudado y acompañado todos estos años.

Agradezco a mi familia: abuelos, padres, hermana, tíos, primos, mi regalón Benjamín, por haberme ayudado a cumplir unos de mis sueños, por estar siempre conmigo, por haberme dado las herramientas para salir adelante y por haberme apoyado en este largo camino, por entregarme desde siempre el más incondicional de los amores.

De manera especial doy gracias al sol que hoy me ilumina, Rodrigo, por su amor y su valiosa compañía y apoyo durante este último tiempo.

Agradezco también a mis amigas y compañeras de universidad Marcela, Vivi, Vero, Vicky, Analy, por su apoyo y por todos los momentos compartidos durante estos años.

Agradezco a todas las personas que me ayudaron en la realización de este seminario de título:

A mi profesor patrocinante Sr. Julio Hidalgo por la oportunidad de desarrollar este trabajo, por su apoyo, su disposición y paciencia.

A la profesora Sra. Sylvia Copaja por los conocimientos entregados, por su preocupación y constante apoyo en mis años de estudio y por permitirme realizar parte de este trabajo en su Laboratorio.

Al profesor Sr. Ricardo Serrano por sus consejos y su dedicación en la revisión de mi trabajo.

A los profesores Sra. Isel Cortes y Sr. Manuel Leiva quienes permitieron realizar parte de este trabajo en las instalaciones del Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA).

Agradezco a Viña Batudahue y a toda la gente que colaboró en el desarrollo de este trabajo.



## INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE.....	iv
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
GLOSARIO.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Aspectos Generales.....	1
1.2 Aspectos Ambientales en Viña Batudahue.....	2
1.3 Opciones de Manejo para Residuos Sólidos y Líquidos.....	3
1.4 La Empresa y el Proceso Productivo.....	6
1.5 ¿Qué es la Producción Limpia?.....	9
1.5.1 Acuerdos de Producción Limpia.....	12
1.6 Hipótesis.....	14
1.7 Objetivos.....	14
1.7.1 Objetivos Generales.....	14
1.7.2 Objetivos Específicos.....	14



<b>II. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 Acciones de Producción Limpia.....	17
2.2 Determinación Zona de Muestreo de Suelos.....	18
2.3 Análisis de Suelos.....	18
2.3.1 Determinación de pH y Conductividad Eléctrica.....	19
2.3.2 Determinación de Textura.....	19
2.3.3 Determinación de Materia Orgánica por Método de Walkley y Black...	21
2.3.4 Determinación de Densidad Aparente.....	22
2.3.5 Determinación de Densidad Real.....	22
2.4 Análisis de Residuos Líquidos.....	22
2.4.1 Determinación de pH.....	23
2.4.2 Determinación de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ).....	24
2.4.3 Determinación de Sólidos Suspendidos.....	25
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>27</b>
3.1 Acciones de Producción Limpia.....	27
3.1.1 Minimización y Consumo Eficiente de Insumos, Agua y Energía.....	28
3.1.2 Reutilización de Residuos Sólidos en la Bodega o Fuera de ella.....	31
3.1.3 Reducción del Impacto Ambiental de los Procesos y Productos en su Ciclo de Vida.....	32
3.2 Análisis de Suelos.....	38





3.2.1 Caracterización Físicoquímica.....	38
3.2.2 Textura.....	39
3.2.3 Estructura.....	39
3.3 Análisis de Residuos Líquidos.....	40
3.4 Propuesta de Tratamiento de Residuos Líquidos para Viña Batudahue.....	42
3.5 Discusión General.....	45
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>V. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>52</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>53</b>
Anexo 1. Variedades Producidas en Viña Batudahue y Proceso de Elaboración de Vinos.....	54
Anexo 2. Protocolo de Lavado.....	66
Anexo 3. Registros.....	68
Anexo 4. Lista de Chequeo.....	73
Anexo 5. Análisis de Residuos Líquidos.....	74
Anexo 6. Análisis de Suelos.....	77



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales tratamientos de RILes vitivinícolas y su porcentaje de abatimiento.....	5
Tabla 2: Acciones de Producción Limpia propuestas a Viña Batudahue.....	27
Tabla 3: Parámetros fisicoquímicos de los suelos.....	38
Tabla 4: Textura de los suelos.....	39
Tabla 5: Estructura de los suelos .....	39
Tabla 6: RILes analizados en el año 2004.....	41
Tabla 7: RILes analizados en el año 2005.....	41
Tabla 8: RILes analizados en el año 2006.....	42
Tabla 9: Protocolo de Lavado: Triple Lavado.....	66
Tabla 10: Tarjeta de recepción uva en bodega de vinificación.....	68
Tabla 11: Nómina de trabajadores.....	68
Tabla 12: Registro de almacenamiento de envases vacíos de producción.....	69
Tabla 13: Registro de salida de residuos: Envases vacíos producción.....	70
Tabla 14: Registro almacenamiento de orujos, escobajos y borras.....	71
Tabla 15: Registro salida de residuos: Orujos, escobajos y borras.....	72
Tabla 16: Lista de Chequeo: Inspección área de almacenamiento de residuos.....	73
Tabla 17: Mediciones de pH de RILes.....	74
Tabla 18: Resultados DBO <sub>5</sub> día 1.....	74
Tabla 19: Resultados DBO <sub>5</sub> día 5.....	74
Tabla 20: Masas de platos de aluminio para determinación de sólidos suspendidos.....	75

Tabla 21: Masas de platos de aluminio + muestras para determinación de sólidos suspendidos.....	75
Tabla 22: Determinación de materia orgánica Muestra 1.....	77
Tabla 23: Determinación de materia orgánica Muestra 2.....	80
Tabla 24: Determinación limo + arcilla Muestra 1.....	84
Tabla 25: Determinación arcilla Muestra 1.....	84
Tabla 26: Determinación limo + arcilla Contra Muestra 1.....	85
Tabla 27: Determinación arcilla Contra Muestra 1.....	85
Tabla 28: Determinación limo + arcilla Muestra 2.....	86
Tabla 29: Determinación arcilla Muestra 2.....	87
Tabla 30: Determinación limo + arcilla Contra Muestra 2.....	88
Tabla 31: Determinación arcilla Contra Muestra 2.....	88
Tabla 32: Determinación densidad aparente Muestra 1.....	89
Tabla 33: Determinación densidad real Muestra 1.....	89
Tabla 34: Determinación densidad aparente Contra Muestra 1.....	90
Tabla 35: Determinación densidad real Contra Muestra 1.....	90
Tabla 36: Determinación densidad aparente Muestra 2.....	90
Tabla 37: Determinación densidad real Muestra 2.....	91
Tabla 38: Determinación densidad aparente Contra Muestra 2.....	91
Tabla 39: Determinación densidad real Contra Muestra 2.....	91





## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista Panorámica San Javier, VII Región Chile.....	7
Figura 2: Aspecto parcial de los viñedos de Viña Batudahue.....	7
Figura 3: Proceso de Elaboración de Vinos en Viña Batudahue y Generación de Residuos.....	8
Figura 4: Esquema Metodológico de Trabajo.....	16
Figura 5: Etapas de Trabajo para Determinación de Acciones de Producción Limpia.....	17
Figura 6: Gráfico “Distribución del caudal de RILes en Viña Batudahue”.....	40
Figura 7: Determinación de K.....	83
Figura 8: Triangulo Textural.....	84

## GLOSARIO

**Barrica:** Barriles de roble francés o americano para envejecer el vino.

**Bayas:** Granos de uva.

**Borras:** Sedimento espeso generado en el proceso de vinificación a partir de la actividad metabólica de las levaduras del vino.

**Bouquet:** Conjunto de aromas complejos asociado directamente al envejecimiento de los vinos.

**Cepa:** Variedades de vides.

**Cualidades organolépticas:** Comprenden todas aquellas condiciones del vino que son evaluables usando únicamente los sentidos, como sabor, textura, color, olor. Al beber el vino todas estas sensaciones producen una experiencia agradable o desagradable.

**Escobajos:** Material vegetal que queda del racimo de uva luego de extraer los granos de uva.

**Mosto:** Zumo de uva antes de fermentar.

**Orujo:** Hollejo de la uva después de exprimida.

**Pedicelo:** Columna que une los granos o bayas al racimo.

**PYME:** Empresa que tiene activos menores a 250.000 dólares, con menos de 100 empleados y cuyo producto solamente llega al ámbito nacional.

**Sensación tánica:** Sensación producida por los vinos tintos asociada directamente a la presencia de taninos.

**Taninos:** Compuestos fenólicos responsables del color y sabor de los vinos, aportados por el hollejo y las semillas.

**Trasiego:** Cambiar el vino de una vasija o barrica a otra.

**Vinificación:** Proceso de generación del vino que comienza con la obtención del mosto y termina en el envasado.

## RESUMEN

En las últimas décadas, Chile se ha incorporado a nuevos mercados, preferentemente internacionales y dadas las exigencias, requerimientos y nuevos estándares, tanto el Estado como el mundo empresarial han debido crear metodologías para conciliar dos aspectos fundamentales: desarrollo económico y cuidado del medio ambiente.

En estos nuevos mercados, Chile es reconocido como un país productor de vino por lo que este sector productivo tiene entre sus principales desafíos la necesidad de potenciar la imagen de país que privilegia la calidad, la variedad de sus exportaciones, el cuidado por el medio ambiente, la seguridad y la salud ocupacional.

Es en este escenario que surge la necesidad de incorporar en el proceso productivo los componentes estratégicos de la Producción Limpia, como una herramienta de gestión ambiental que apunta a la adopción, por parte de las empresas del rubro vitivinícola, de acciones de buenas prácticas manufactureras, tendientes a mejorar el manejo de residuos sólidos y líquidos, facilitando y promoviendo el desarrollo de tecnologías limpias que permitan alcanzar estándares ambientales superiores, mejorando los niveles de competitividad del sector.

Debido a esto, Viña Batudahue, con planes de crecimiento en el futuro, se quiere comprometer desde ya a mejorar su gestión y manejo de residuos sólidos de todo tipo generados en el proceso productivo del vino y a avanzar en un manejo eficiente de sus residuos líquidos.

El presente trabajo resume el análisis de factibilidad de implementación de acciones de Producción Limpia para el manejo de sus residuos sólidos y líquidos y la propuesta de un adecuado sistema de tratamiento de residuos líquidos previo a su disposición controlada en el suelo. Esto contribuye a fomentar la prevención de la contaminación,

estimular un uso eficiente de los recursos y ofrecer una alternativa adecuada a la realidad específica del tratamiento de residuos líquidos.



## **ABSTRACT**

In the last decades, Chile has been part of new markets, especially international ones and because of requirements and new standards, the Government as well as the private sector have been encouraged to create methods to unify two fundamental aspects: economic development and environmental care.

In these new markets, Chile is well known as a wine producer country, then this productive sector has among its main challenges the need of reinforce the country image that privileges the quality, exports variety, environmental care, safety and occupational health.

Is in this stage that comes up the need of incorporate in to the productive process the strategic components of the Cleaner Production, as a environmental framework oriented to the adoption, on the wineries farms and facilities, of good manufacturing schemes and the improvement of solid and liquid waste management, helping and promoting the development of clean technologies that allow to reach superior environmental quality standards, improving the levels of the competitiveness.

Therefore, Batudahue Vineyard, with growing plans for the future, wants to commit from now on to improve its work and the management of solid waste of all kinds, produced by the productive process of the wine, and to move forward through an efficient management of its liquid waste.

This work explains the fact analysis of implementation of Clean Production measures for the solid and liquid waste, and the proposal of an adequate treatment system for liquid wasted previous its controlled disposal on the ground. This contributes to encourage the pollution prevention, to stimulate an efficient resources use, and to offer an adequate disposal of the liquid waste effluent.

## I: INTRODUCCION

### 1.1 Aspectos Generales

Durante las últimas décadas Chile se ha abierto al mundo en el ámbito comercial. La globalización ha hecho que nuestro país firme numerosos acuerdos de libre comercio lo que representa una oportunidad comercial de grandes dimensiones, específicamente para la exportación de productos nacionales a mercados de gran poder consumidor y altos niveles de ingreso. Sin embargo, este fenómeno ha obligado a que los productos nacionales y procesos productivos, sean mejorados para cumplir con los requerimientos ambientales y de calidad que exigen los mercados de destino (CCV-CNPL, 2003).

En este marco comienzan a adecuarse a la realidad nacional distintos instrumentos de gestión y herramientas técnicas, utilizados con éxito en otras partes del mundo y que permiten incrementar la capacidad competitiva ante las crecientes exigencias y estándares internacionales (CCV-CNPL, 2003).

En el ámbito internacional, Chile es reconocido como un país productor de vino, ocupando el 11º lugar de producción mundial (O.I.V., 2004) y durante los últimos años ha mostrado un significativo cambio tecnológico en este rubro.

Este sector productivo ha mostrado una orientación dirigida principalmente al mercado internacional (Europa, Estados Unidos y Canadá), lo que implica adecuarse a los estándares que estos mercados exigen.

En la actualidad uno de los principales desafíos del sector se relaciona con la necesidad de potenciar la imagen de país productor de vinos que privilegia la calidad,

la variedad de sus exportaciones, el cuidado por el medio ambiente, la seguridad y la salud ocupacional.

Los organismos públicos están interesados en incorporar la dimensión ambiental en el sector productivo nacional, que en este caso apunta a la adopción, por parte de las empresas del rubro vitivinícola, de acciones de Producción Limpia, tendientes a mejorar el manejo de los residuos sólidos y líquidos, facilitando y promoviendo el desarrollo de tecnologías limpias que permitan alcanzar estándares ambientales superiores. Como consecuencia de la adopción de acciones de Producción Limpia se espera mejorar los niveles de competitividad del sector.

## **1.2 Aspectos Ambientales en Viña Batudahue**

En Viña Batudahue los principales aspectos ambientales son la generación de residuos sólidos y líquidos. Considerando las distintas oportunidades de mejora y la posibilidad futura de ampliar su mercado, Viña Batudahue ha decidido comprometerse en avanzar y mejorar su gestión y manejo de residuos sólidos y líquidos generados en el proceso productivo del vino.

Los residuos sólidos (RISes) generados en Viña Batudahue corresponden a envases vacíos de productos utilizados en el cultivo, envases vacíos provenientes de la producción del vino (envases de productos químicos, material de embalaje, envases de vidrio, etc.) y residuos provenientes de la vendimia como: orujo, escobajos y borras.

Para el manejo de RISes, se pretende crear un programa con el fin de evitar la generación de focos de insalubridad. Este programa considera medidas tales como: registro, recolección, almacenamiento, minimización y reutilización.

Por su parte, los residuos líquidos (RILes) de Viña Batudahue son producto principalmente del lavado en bodegas de pisos, cubas, mangueras y herramientas, procedimiento que se lleva a cabo con un uso excesivo de agua. Estos RILes se caracterizan por una composición variable, una marcada estacionalidad, una alta carga orgánica y sólidos suspendidos.

Con un tratamiento adecuado de los residuos líquidos se busca alcanzar las condiciones básicas para su disposición controlada en el suelo, condiciones exigidas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) en el documento técnico elaborado en el marco del Acuerdo de Producción Limpia de la Industria Vitivinícola Chilena.

De acuerdo a las condiciones exigidas en este documento es necesario efectuar una caracterización tanto de los residuos como del suelo que servirá de receptor de los RILes vitivinícolas para luego determinar cual será el mejor tratamiento de modo de remover aquellos constituyentes que pueden contaminar suelos, napas subterráneas o cursos de agua.

### **1.3 Opciones de Manejo para Residuos Sólidos y Líquidos**

Dada la problemática existente en Viña Batudahue a continuación se detallan las opciones más habituales empleadas para el manejo de residuos sólidos y líquidos en viñas.

Para los RISes las opciones de Producción Limpia para el manejo son principalmente la reutilización y el reciclaje. La primera opción se refiere a la recuperación de los residuos para ser utilizados en su forma original, mientras que el reciclaje considera la recuperación del residuo para ser utilizado, previa transformación en otro producto

(CNPL, 2005). Estas medidas significan la valoración de los residuos generados en la empresa, lo que en definitiva es un beneficio económico para ésta.

Dentro de las medidas que comúnmente se emplean están:

- Retorno de envases vacíos a productores
- Convenios con empresas que reciclan
- Aplicación de residuos provenientes de la vendimia en suelos como fertilizante y/o recuperador de suelos
- Venta a terceros que utilizan residuos como insumos para procesos
- Compostaje

Para los RILes, después de un adecuado tratamiento existen las siguientes alternativas de uso:

- Disposición: corresponde a la aplicación de los RILes en el suelo con el objeto de satisfacer la demanda hídrica. Es la alternativa más económica y su fiscalización es llevada a cabo por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).
- Riego: corresponde a la disposición de los RILes en el suelo con alto control, ya que pasa a ser determinante el lugar y las especies que son regadas. Es más costoso que la disposición y la fiscalización es llevada a cabo por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).
- Descarga al Alcantarillado: corresponde a la eliminación de los RILes en el alcantarillado. Esta solución considera la obtención de un efluente de calidad tal que puede ser dispuesto en el sistema de alcantarillado en cumplimiento con lo establecido en el D.S. 609/98.

- **Descarga a Aguas Superficiales:** corresponde a la eliminación de los RILes en aguas superficiales una vez que el efluente cumple con las condiciones establecidas en el D.S. 90/00. Esta es una alternativa muy utilizada, sin embargo, en los últimos años ha disminuido su implementación por el elevado costo que implica.

Cualquiera sea la alternativa escogida, los RILes deben ser tratados previo a su utilización. Las alternativas de tratamiento son varias y dependen de las características fisicoquímicas de los RILes y de la disponibilidad económica de la empresa.

En el caso de los RILes vitivinícolas los parámetros fisicoquímicos característicos son: sólidos suspendidos, demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y pH. En la Tabla 1 se resumen los principales tipos de tratamientos y el porcentaje de abatimiento que se consigue con cada uno de ellos para los contaminantes mencionados:

Tabla 1: Principales tratamientos de RILes vitivinícolas y su porcentaje de abatimiento

<b>Tipo de tratamiento</b>	<b>Sólidos Suspendidos (mg/L)</b>	<b>DBO<sub>5</sub> (mg/L)</b>	<b>pH</b>
Separación sólidos	30 – 40%	30 – 40%	-
Neutralización	-	-	100%
Sedimentación física	50 – 70%	25 – 70%	-
Lodos Activados	85 – 95%	88 – 98%	-
Reactor anaeróbico	80 – 90%	70 – 90%	-
Lagunas de estabilización	92 – 98%	85 – 95%	-

Fuente: Comité Coordinador del Acuerdo de Producción Limpia del Sector Vitivinícola. 2004. "Condiciones Básicas para la aplicación de RILes vitivinícolas en suelo agrícola, vía riego".

#### **1.4 La Empresa y el Proceso Productivo**

Viña Batudahue se ubica en el fundo del mismo nombre en San Javier, VII región del Maule. Dispone aproximadamente de 50 hectáreas de viñedos del tipo "País" y "Semillón" con lo que llega a producir 480.000 litros de vino por año que son comercializados dentro del país.

Esta es una empresa familiar que por su tamaño se puede catalogar como una PYME. El Directorio de la empresa está constituido por los hermanos Encina y el administrador del Fundo es el Sr. Felipe Encina, miembro de dicho directorio.

Siguiendo el legado de sus antepasados, Viña Batudahue está comprometida a satisfacer las más específicas necesidades de sus consumidores, clientes, distribuidores, trabajadores y accionistas, a través de sus productos, reconocidos en el mercado por su calidad, profesionalismo, eficiencia y competitividad, manteniendo una excelente relación precio-calidad.

Viña Batudahue está preocupada de obtener un crecimiento sostenido de sus ventas, contribuyendo a la calidad de vida de la comunidad y al desarrollo de la industria vitivinícola chilena.



**Figura 1: Vista Panorámica Viña Batudahue, San Javier, VII Región, Chile. Octubre. 2006.**



**Figura 2: Aspecto parcial de los viñedos de Viña Batudahue, San Javier, VII Región, Chile. Octubre. 2006.**

En el Anexo 1 se muestran las variedades producidas en Viña Batudahue y se describe detalladamente el proceso de elaboración de vinos que se lleva a cabo.



En el siguiente diagrama se ilustran las principales etapas del proceso productivo, destacándose aquellas donde se produce la generación de residuos sólidos (RIS) y líquidos (RIL):

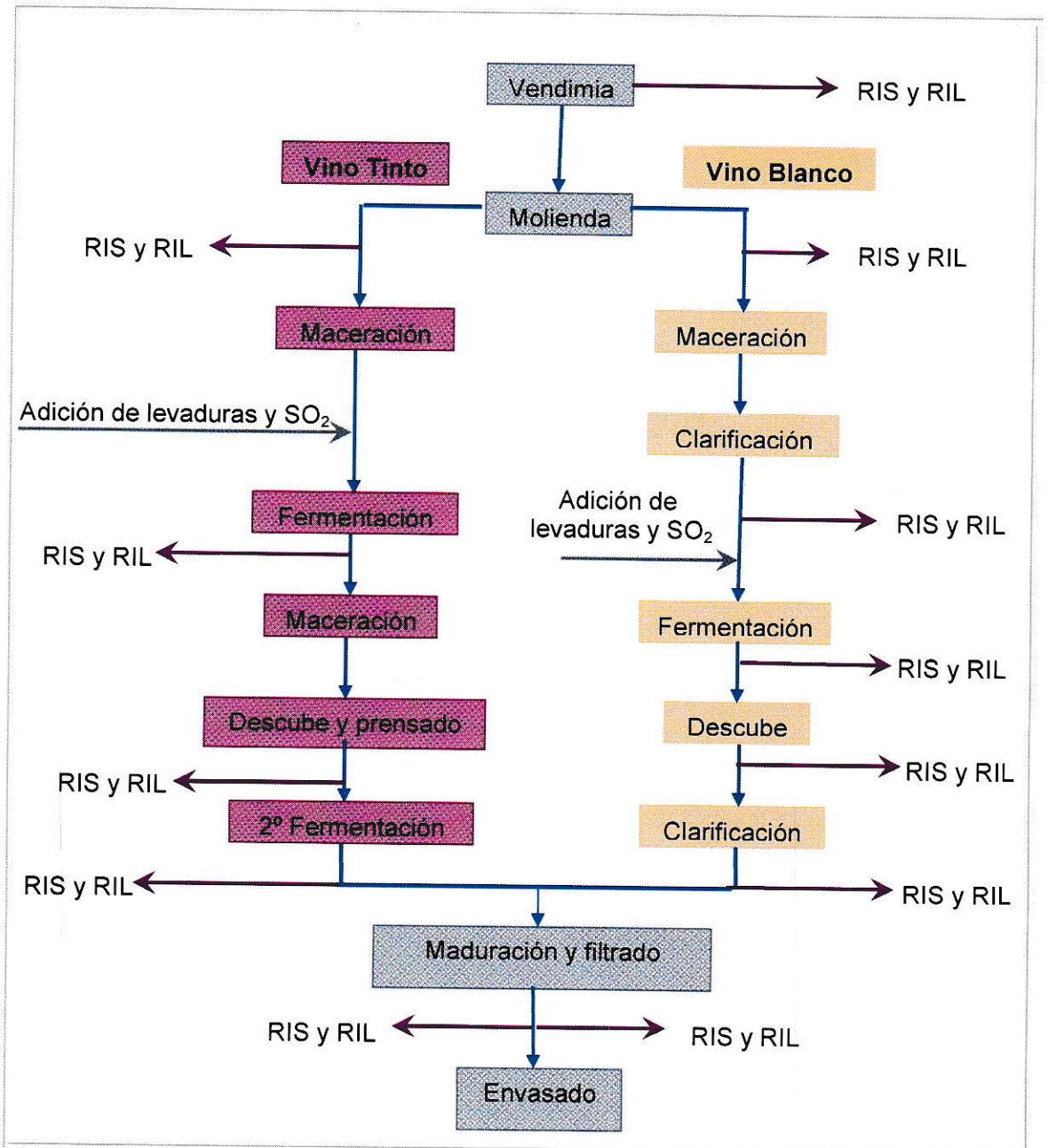


Figura 3: Proceso de elaboración de vinos en Viña Batudahue y generación de residuos

Considerando el diagrama anterior se pretende proponer a Viña Batudahue acciones de Producción Limpia para mejorar la gestión de sus residuos, es por esto que se hace necesario entender que es la Producción Limpia y que significa la implementación de acciones de Producción Limpia.

### **1.5 ¿Qué es la Producción Limpia?**

La Producción Limpia (PL) es una estrategia de carácter integral preventivo que las empresas pueden aplicar a sus procesos productivos, productos y servicios con el objeto de disminuir sus residuos y emisiones en el origen, reduciendo los riesgos para la salud humana y el medio ambiente y elevando simultáneamente su productividad y competitividad (CNPL, 2005).

El principio básico de la PL es aumentar la eficiencia global del proceso, eliminando las causas de la contaminación, previniendo la pérdida de materiales y energía, dando valor a los residuos mediante el reuso, la recuperación y el reciclaje.

El concepto de PL integra opciones como reducir al mínimo el consumo de materias primas, agua y energía, y utilizar productos químicos y procesos alternativos menos peligrosos tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

Los objetivos de la PL se logran llevando a cabo en forma simultánea o no las siguientes acciones:

- minimización y consumo eficiente de insumos, agua y energía;
- minimización del uso de insumos tóxicos;
- minimización del volumen y toxicidad de todas las emisiones que genere el proceso productivo;

- reciclaje de la máxima proporción de residuos en la planta y si no, fuera de ella;
- reducción del impacto ambiental de los productos en su ciclo de vida (desde la planta hasta su disposición final).

La PL describe un enfoque preventivo de gestión ambiental. Es un concepto amplio que engloba términos tales como eco eficiencia, minimización de residuos o prevención de la contaminación, poniendo énfasis en cómo los bienes y servicios son producidos con el menor impacto ambiental teniendo en cuenta limitantes económicas y tecnológicas.

Para disminuir la contaminación, actualmente existen dos alternativas:

La primera, se basa en el concepto tradicional "**end of pipe**", que corresponde al manejo de residuos industriales al final del proceso productivo, donde los residuos sólidos son llevados a vertederos, las emisiones gaseosas son lavadas o filtradas, y las emisiones líquidas son sometidas a diversos tratamientos con el uso de la mas variada tecnología (CNPL, 2005).

Sin embargo, esta alternativa cada vez es menos utilizada ya que de a poco se ha ido optando por un **enfoque integral preventivo**, que corresponde a la segunda alternativa. Este concepto se asocia al de PL, ya que en él se internaliza la variable ambiental como parte de una estrategia de gestión empresarial preventiva, aplicada a productos, procesos y organizaciones del trabajo (CNPL, 2005).

En este sentido, la dimensión ambiental no tiene que ser asumida sólo como un costo para las empresas.

De hecho, a mayor cantidad de emisiones y descargas, es posible constatar una mayor ineficiencia en los procesos productivos, que al ser corregida, puede generar beneficios económicos para la empresa, más allá de lo que implica cumplir con las normativas.

Se puede decir que el concepto de PL, significa, entre otras cosas, que las empresas pueden adquirir importantes beneficios económicos al implementar estas prácticas, dentro de los más importantes se pueden mencionar:

- Ahorro de materias primas
- Ahorro de energía (electricidad, combustible, etc.)
- Ahorro en el consumo de agua
- Reducción de pérdidas de materiales
- Reducción de fallas en equipos
- Reducción de accidentes
- Operación estable
- Mejor gestión de procesos
- Retorno adicional, debido a la recuperación y venta de subproductos
- Disminución del costo de tratamiento y/o disposición final de los residuos
- Disminución de los costos de operación de la planta de tratamiento
- Disminución en costos legales asociados a problemas ambientales y de seguridad (multas, indemnizaciones)

- Disminución de costos por seguros y de contribuciones a las Mutuales de Seguridad
- Mejor imagen ambiental
- Mayor accesibilidad a los mercados con sensibilidad ambiental (o menor probabilidad de perder un mercado por problemas ambientales)
- Reducción de riesgos
- Minimización de la tasa de falla y rechazo de los productos

### **1.5.1 Acuerdos de Producción Limpia**

Un Acuerdo de Producción Limpia (APL) es un convenio celebrado entre un sector empresarial (una o varias empresas) y el sector público, con el objetivo de aplicar la Producción Limpia a través de metas y acciones específicas. Los APL consideran aspectos ambientales, productivos, condiciones sanitarias y de seguridad en los lugares de trabajo (CNPL, 2005).

Por regla general, los APL surgen de una iniciativa específica, planteada ya sea por el sector público o empresarial, dando inicio al proceso de negociación. En esta fase participan los órganos del Estado con competencias en materias de relevancia para el Acuerdo propuesto y la asociación empresarial correspondiente, bajo la coordinación del Consejo Nacional de Producción Limpia (CNPL). Una vez convenido el texto del acuerdo, que expresa las motivaciones e intereses de las partes, es firmado y las empresas adhieren en el plazo que se hubiera establecido.

Tras la suscripción del Acuerdo, se inicia la etapa de implementación de las medidas y acciones comprometidas, según el calendario establecido en el propio Acuerdo, para luego dar paso a su seguimiento y posterior evaluación.

En el año 2003 se firmó el APL de la industria vitivinícola orientado a productores de uva vinífera, bodegas elaboradoras de vinos a granel y viñas, principalmente pequeñas y medianas.

El diagnóstico del sector indica que existen deficiencias en el manejo de productos de cultivo, que debe mejorarse la gestión y el manejo de los residuos sólidos (orujos, escobajos y borras, principalmente), que hay oportunidades de reducción de costos y que se debe avanzar en el manejo eficiente de los residuos líquidos (CCV-CNPL, 2003).

El acuerdo considera la conservación y ahorro de insumos, agua y energía; la reducción y minimización de la cantidad y toxicidad de emisiones y residuos generados en viñas y bodegas. Se promueve el reciclaje, reuso, reducción de residuos, disminuyendo los impactos negativos sobre el ambiente y la salud de los trabajadores. Se incorporan medidas para el tratamiento de los residuos líquidos, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente y se estimula la adopción de buenas prácticas que implican una mejor gestión de los recursos y disminución de los impactos ambientales (CCV-CNPL, 2003).

Viña Batudahue desea voluntariamente adherirse a este acuerdo para lo cual es necesario proponer e implementar acciones de Producción Limpia que aseguren la puesta en marcha de las disposiciones del APL vitivinícola, dado que posteriormente deberá someterse a un riguroso proceso de evaluación.

## **1.6 Hipótesis**

De acuerdo a los antecedentes conocidos, se plantea que será posible proponer adecuadas acciones de Producción Limpia, para mejorar la gestión de residuos sólidos y líquidos. Además de un eficiente tratamiento para estos últimos de modo de alcanzar las condiciones básicas para la disposición controlada de los RILes vitivinícolas en el suelo.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivos Generales**

- ◆ Proponer acciones de Producción Limpia para Viña Batudahue para mejorar la gestión de residuos líquidos y sólidos en su proceso vitivinícola.
  
- ◆ Proponer un sistema de tratamiento para los residuos líquidos (RILes) generados por Viña Batudahue, para alcanzar las condiciones básicas para su disposición controlada en el suelo de acuerdo a la normativa vigente.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- ◆ Realizar un diagnóstico inicial para determinar el estado en que se encuentra la bodega vitivinícola respecto del uso eficiente de los recursos, la generación de residuos sólidos y líquidos.

- ◆ Determinar lugar de origen de los residuos sólidos y líquidos, caracterizarlos y cuantificarlos.
  
- ◆ Proponer acciones de Producción Limpia en base a los resultados de los objetivos anteriormente mencionados. Con esto se pretende fomentar la prevención de la contaminación, utilizando eficientemente los recursos materiales y energéticos y minimizando la generación de residuos sólidos y líquidos. Esto permitirá incrementar la productividad y competitividad de la viña.
  
- ◆ Realizar ensayos a nivel de laboratorio de las características del suelo para la disposición controlada de los RILes vitivinícolas.
  
- ◆ Proponer un tratamiento adecuado para los RILes de Viña Batudahue, considerando volúmenes de generación, estacionalidad, características físico-químicas, disponibilidad de espacio y recursos disponibles.



## II: MATERIALES Y METODOS

Para desarrollar los objetivos propuestos en el presente trabajo primero se realizó un diagnóstico inicial del estado de la bodega y de la generación de residuos. A partir de éste se podrán proponer las acciones de Producción Limpia.

Una vez escogido el lugar donde se dispondrán los RILes vitivinícolas se realizó un muestreo y un análisis de dichas muestras de suelo.

Los RILes vitivinícolas fueron analizados para así poder caracterizarlos y determinar cual será el tratamiento adecuado, previo a su disposición en el suelo.

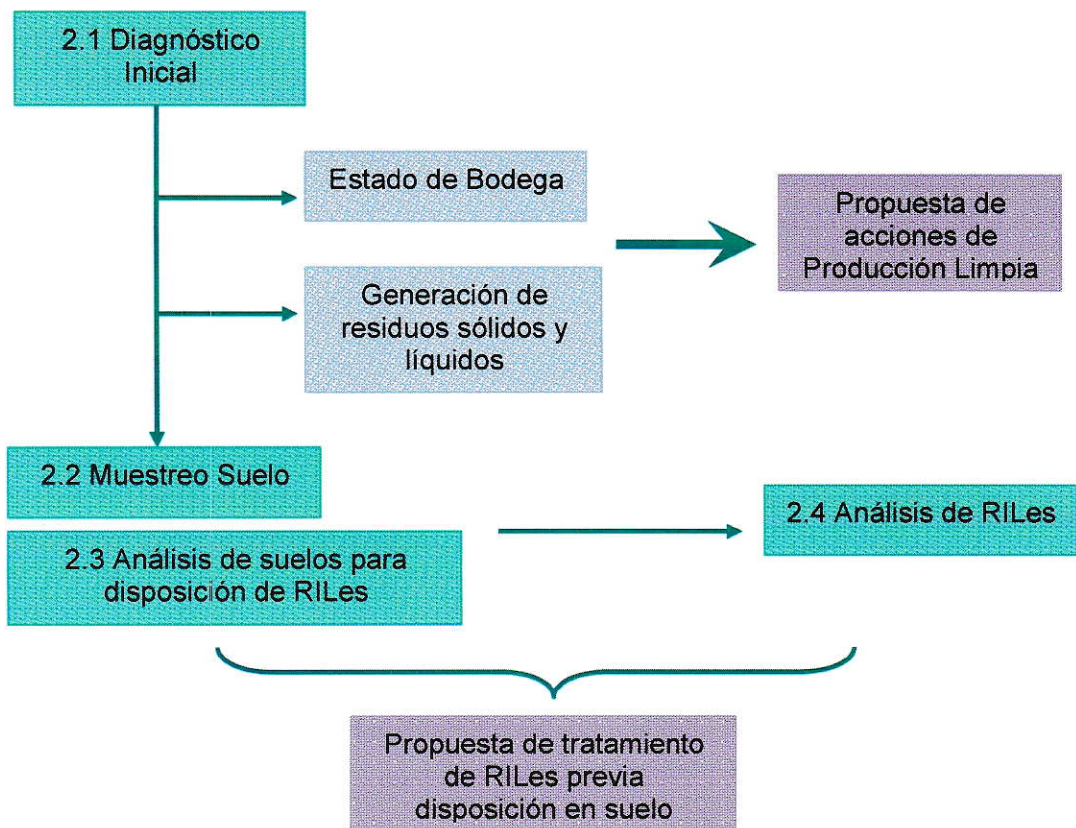
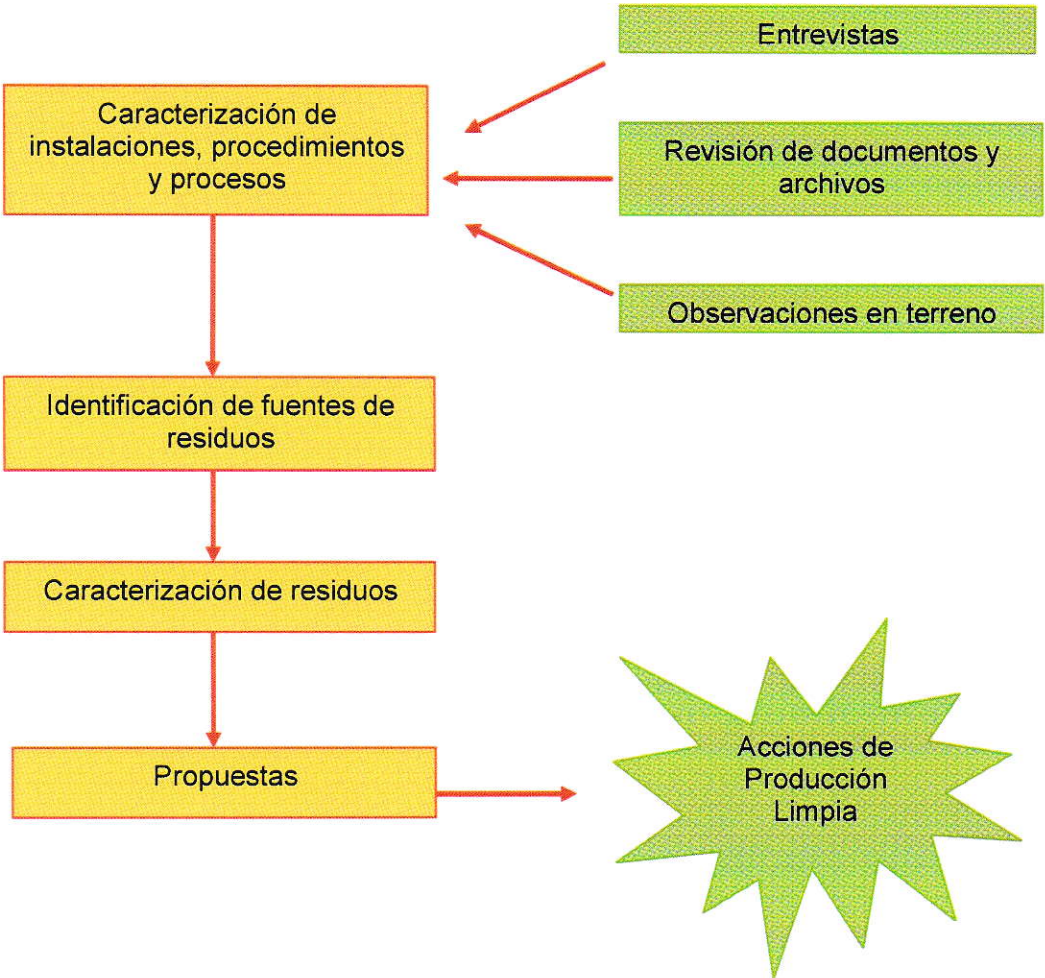


Figura 4: Esquema Metodológico de Trabajo

## 2.1 Acciones de Producción Limpia

Para realizar un Diagnóstico Inicial del estado en que se encuentra la bodega vitivinícola, determinar el origen y caracterizar sus residuos, para posteriormente proponer acciones de Producción Limpia fue necesario llevar a cabo el siguiente esquema de trabajo:



**Figura 5: Etapas de Trabajo para Determinación de Acciones de Producción Limpia**

## **2.2 Determinación Zona de Muestreo**

Para la disposición de los RILes vitivinícolas en Viña Batudahue se piensa escoger un sector cercano a la bodega de vinificación. En este sector se realizó el muestreo para el posterior análisis de suelos.

Las muestras se tomaron a 15 y 30 cm de profundidad, ya que las principales reacciones de intercambio se desarrollan en el horizonte superficial y esta zona está expuesta a una mayor concentración de RIL.

Las muestras fueron tomadas una vez que se eliminó el mantillo y para tomarlas se siguió un recorrido geométrico a lo largo del sector escogido.

## **2.3 Análisis de Suelos**

En Viña Batudahue se estudia la posibilidad de disponer los RILes en el suelo, éste actúa como un ente que provoca el abatimiento de los componentes del RIL debido a sus propiedades de adsorción, degradación y dilución.

El análisis de suelos permitirá determinar el estado fisicoquímico en que se encuentra para así poder evaluar en el futuro la influencia de la disposición del RIL.

Los parámetros que se estudiaron son: pH, conductividad eléctrica, textura, materia orgánica, densidad aparente y densidad real.

Todos estos parámetros dan cuenta de las condiciones del suelo para recibir el RIL vitivinícola: el pH y la conductividad indican el contenido salino de la solución suelo; la textura permite determinar el contenido de las partículas del suelo; la materia orgánica es un parámetro de la fertilidad; la densidad aparente y densidad real dan cuenta del nivel de compactación del suelo y de la facilidad de circulación de agua en él.

A continuación se detallan los métodos de análisis (Sadzawka, 1990).

### 2.3.1 Determinación de pH y Conductividad Eléctrica

Se masó 20 gramos de cada una de las muestras de suelos en un frasco plástico de boca ancha, se agregó 50 mL de agua desionizada y se tapó. Se agitó durante dos horas.

Antes de la medición el frasco se agitó manualmente varias veces y en la suspensión se introdujo el instrumento de medición.

El pH se midió una vez estabilizada la lectura con un pH-metro.

La conductividad se midió una vez estabilizada la lectura con un conductímetro.

### 2.3.2 Determinación de Textura

Se tomó 100 gramos de cada una de las muestras de suelos y se colocó en dos vasos de dispersión diferentes, se les agregó 100 mL de agua destilada y 30 mL de oxalato de sodio saturado a cada una, se agitó manualmente para homogenizar la solución. Esta suspensión se transfirió a una probeta de sedimentación y se cubrió con agua destilada hasta completar 1000 mL. En ese momento se registró la temperatura.

Luego la probeta se invirtió varias veces y posteriormente se dejó reposar sobre el mesón. Pasado el tiempo de sedimentación correspondiente (calculado a partir de la ecuación 2 en el Anexo 6) se tomó una alícuota de 25 mL de los primeros 10 cm. superiores de la probeta. Después se extrajo una segunda alícuota de 25 mL de los primeros 3 cm. superiores de la probeta.

Las alícuotas extraídas se colocaron en dos vasos precipitados previamente masados y se dejaron secar en la estufa a 105°C durante 24 horas.

Utilizando el método de la pipeta (anteriormente descrito) es posible determinar los porcentajes de arena, limo y arcilla a través de la velocidad de sedimentación. Este método entrega una relación entre el tiempo de sedimentación y el diámetro de las partículas, relación que se puede expresar cuantitativamente a través de la Ley de Stoke:

$$V = \frac{d^2 (D_p - D_a) g}{18 z} \quad \text{Ecuación 1}$$

Siendo:

V = velocidad de caída de las partículas (cm/s)

d = diámetro de las partículas (cm)

D<sub>p</sub> = densidad de las partículas (g/cm<sup>3</sup>)

D<sub>a</sub> = densidad de agua (g/cm<sup>3</sup>)

g = aceleración de gravedad (cm/s<sup>2</sup>)

z = viscosidad del agua (g/ (cm \* s))

Dado que D<sub>p</sub>, D<sub>a</sub>, g y z son constantes se pueden agrupar en un solo término por lo que la Ecuación 1 se puede escribir de la siguiente manera:

$$V = d^2 * K \quad \text{Ecuación 2}$$

K depende solo de la temperatura y se determina gráficamente. (Ver Anexo 6).

### 2.3.3 Determinación de Materia Orgánica por Método de Walkley y Black

Se masó 0,5 gramos de cada uno de los suelos en estudio en un matraz Erlenmeyer. Se agregó 20 mL de solución de dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0,1667 M a cada una de las muestras y 20 mL de ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ). Se agitó y se dejó reposar durante 30 minutos bajo campana.

Transcurrido el tiempo de espera se agregó 10 mL de ácido fosfórico concentrado ( $H_3PO_4$ ) y 180 mL de agua destilada.

Las muestras se titularon con  $FeSO_4$  0,5 N.

Para determinar el contenido de carbono en los suelos se debe considerar la siguiente ecuación:

$$\% C = \frac{(V_1 - V_2) * M * 0,39 * fh}{s} \quad \text{Ecuación 3}$$

Siendo:

$V_1$  = volumen de  $FeSO_4$  gastados en el blanco

$V_2$  = volumen de  $FeSO_4$  gastados en la muestra

M = molaridad de  $FeSO_4$

0,39 = factor de corrección de carbono  $((3*100*1,3)/1000)$

fh = factor de humedad del suelo

s = peso en gramos de la muestra de suelo seca al aire

La conversión del porcentaje de carbono a porcentaje de materia orgánica se realiza con el factor empírico de Baumé que es 1,742:

$$\% \text{ Materia Orgánica} = 1,742 * \% \text{ carbono} \quad \text{Ecuación 4}$$

#### 2.3.4 Determinación de Densidad Aparente

Se masó una probeta plástica graduada de 100 mL vacía. Luego se agregó suelo, compactándolo poco a poco, hasta ajustar el volumen final a 100 mL. En estas condiciones se vuelve a masar la probeta.

Luego se masó un vaso de precipitado, se colocó en él la mitad del suelo y se masó nuevamente. Posteriormente el vaso se secó en la estufa a 105°C.

#### 2.3.5 Determinación de Densidad Real

En una probeta graduada de 100 mL se colocó 50 mL de agua destilada, lentamente se vació la mitad del suelo de la actividad anterior.

Se agitó la probeta para eliminar las burbujas de aire y pasados 5 minutos se anotó el volumen final de la mezcla agua – suelo.

### 2.4 Análisis de Residuos Líquidos (RILes)

Los RILes de Viña Batudahue deben ser caracterizados para así poder establecer cual es el tratamiento más adecuado para abatir sus contaminantes, previo a su disposición controlada en el suelo.

Los parámetros contaminantes más importantes en los RILes de Viña Batudahue son:

- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>): Es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor

señala la calidad del agua desde el punto de vista de la concentración de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando la eficacia del tratamiento depurador en una planta.

- **Sólidos Suspendidos:** Corresponden a la fracción del total de sólidos en el agua que pueden ser separados por filtración. Estos intervienen en los procesos de producción industrial, corroen los materiales y encarecen el costo de depuración del agua. En aguas superficiales producen una importante disminución de la transparencia y modifican el color, afectando con ello a los organismos fotosintéticos.

A continuación se detallan los métodos de análisis, todos éstos siguen las recomendaciones de "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". 19º Ed. 1995.

#### 2.4.1 Determinación de pH

Se colocó un volumen de muestra (25 mL) en un vaso de precipitado limpio, de tal forma que los elementos sensitivos del electrodo quedaron completamente sumergidos, se comenzó a agitar suavemente con la barra magnética. Una vez establecido el equilibrio se realizó la medición de pH. Las lecturas de pH se miden directamente del pH-metro, en unidades de pH.



El procedimiento se repitió hasta que los valores obtenidos no sobrepasaron una variación de 0,1 unidades de pH.

El electrodo debe enjuagarse completamente entre cada medición.

#### 2.4.2 Determinación de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

Se colocó un volumen adecuado de muestra (67 mL) en una botella de DBO, se adicionó una gota de inhibidor de nitrificación y se completó con agua de dilución.

Se registró la cantidad de oxígeno disuelto con un oxigenómetro. Posteriormente se llevó la botella a una incubadora controlada termostáticamente a 20°C, se dejó ahí durante 5 días.

Pasado el tiempo de incubación se leyó la cantidad de oxígeno disuelto con el oxigenómetro.

##### a. Preparación de agua de dilución

En una botella de volumen adecuado se agregó por cada litro de agua saturada con oxígeno 1 mL de cada una de las siguientes soluciones: tampón fosfato (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> \* 7 H<sub>2</sub>O y NH<sub>4</sub>Cl), MgSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub> y FeCl<sub>3</sub>. Se adicionó además una gota de inhibidor de nitrificación.

La demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$DBO_5 \text{ (mg/L)} = \frac{(D_1 - D_2)}{P} \quad \text{Ecuación 5}$$

Siendo:

$D_1$  = Oxígeno disuelto de la muestra inmediatamente después de la preparación (mg/L)

$D_2$  = Oxígeno disuelto de la muestra después de 5 días de incubación (mg/L)

P = Volumen de muestra empleada (L)

### 2.4.3 Determinación de Sólidos Suspendidos

Se armó el aparato de filtración, se aplicó vacío y se lavó el filtro con agua desionizada, este procedimiento se repitió tres veces. Una vez terminado el lavado del filtro se mantuvo la succión durante algunos minutos para eliminar la humedad atrapada en él.

Se seleccionó un volumen de muestra y una vez homogenizada se filtró, posteriormente se lavó el filtro con abundante agua desionizada.

Se transfirió el filtro con el residuo a un plato de aluminio, previamente masado y se evaporó la humedad de la muestra durante al menos 1 hora, utilizando una estufa a 105°C.

Se dejó enfriar la muestra hasta alcanzar la temperatura ambiente, luego se trasladó a la desecadora hasta que alcanzó masa constante. En ese momento se volvió a masar.

La cantidad de sólidos suspendidos en la muestra se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$SS \text{ (mg/L)} = \frac{(A - B) * 1000}{V} \quad \text{Ecuación 6}$$

Siendo:

SS = Sólidos suspendidos (mg/L)

A = Masa del residuo seco + plato de aluminio (mg)

B = Masa del plato (mg)

V = Volumen de muestra (mL)

### III: RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Acciones de Producción Limpia

De acuerdo al Diagnóstico Inicial elaborado se proponen a Viña Batudahue las siguientes acciones de Producción Limpia, que serán detalladas posteriormente.

Tabla 2: Acciones de Producción Limpia propuestas a Viña Batudahue

<b>3.1.1 Minimización y Consumo Eficiente de Insumos, Agua y Energía</b>
a. Lavado de Equipos y Bodegas
b. Eficiencia Energética en los Equipos de Frío
c. Limpieza de Botellas
d. Iluminación Eficiente de la Bodega
e. Control del Consumo y Costo Energético de la Bodega
<b>3.1.2 Reutilización de Residuos Sólidos en la Bodega o Fuera de Ella</b>
a. Reutilización de Envases
b. Reutilización de Orujos, Escobajos y Borrás
<b>3.1.3 Reducción del Impacto Ambiental de los Procesos y Productos en su Ciclo de Vida</b>
a. Plan de Manejo de Envases Vacíos Provenientes de Producción
b. Plan de Manejo de Orujos, Escobajos y Borrás
c. Plan de Contingencia en Bodega de Vinificación

Fuente: Elaboración propia en base a disposiciones de Acuerdo de Producción Limpia de la Industria Vitivinícola Chilena

### **3.1.1 Minimización y Consumo Eficiente de Insumos, Agua y Energía**

#### **a. Lavado de Equipos y Bodega**

En el uso actual de las aguas de lavado existe pérdida del recurso por un manejo inadecuado de éste. Para mejorar en este aspecto se recomienda tomar las siguientes medidas:

- Disponer de pitones y coplas de corte automático en las mangueras, con lo que se evita la pérdida de agua debido a la distancia de la fuente de agua y el lugar de lavado, además mejora la presión de salida lo que facilita el lavado y disminuye el tiempo en que éste se realiza.
- Mejorar el piso de la bodega. Los pisos más lisos permiten un aseo más fácil y un menor gasto de agua.
- Colocar rejillas, tamices y filtros en las canaletas que conducen los residuos líquidos a la zona de tratamiento, esto permite retener los sólidos y disminuir la carga de contaminantes.
- Tapar las canaletas que conducen los RILes de modo que no se depositen en ellas las aguas provenientes de lluvias, así se deberá tratar una menor cantidad de residuos líquidos y el proceso de tratamiento podrá ser diseñado en forma correcta y eficiente.
- Revisar continuamente el buen funcionamiento de mangueras, cañerías, válvulas, etc. para evitar las pérdidas innecesarias de agua.
- Elaborar planes de control permanentes de las prácticas de lavado, para así asegurar que los procedimientos se llevan a cabo y se puedan ir mejorando los existentes.

## Triple Lavado de los Envases Vacíos

Después de su uso, en los envases vacíos de productos utilizados en la vinificación (productos químicos) quedan remanentes de los productos que contenían y es necesario eliminarlos de una manera correcta y segura para evitar riesgos al hombre, los animales y el medio ambiente (suelo, agua y aire).

El triple lavado es enjuagar tres veces el envase vacío. Esto significa: economía, por el aprovechamiento total del producto, seguridad, en la manipulación y disposición posterior de los envases y cuidado del medio ambiente, protegido por la eliminación de factores de riesgo.

En el Anexo 2 se detalla el procedimiento de triple lavado de envases vacíos.

## **b. Eficiencia Energética en los Equipos de Frío**

Los procesos de estabilización y fermentación mediante equipos de frío han sustituido a los sistemas tradicionales aumentando considerablemente el gasto energético de la bodega.

Para disminuir el consumo eléctrico en estos equipos es necesario:

- Mantener la temperatura constante en el proceso de fermentación.
- Elegir la temperatura correcta en el proceso de estabilización.
- Asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de regulación y control de la temperatura.
- Sustituir los refrigeradores más antiguos.

- Adaptar las condiciones de funcionamiento de los compresores de los equipos de frío a las condiciones de trabajo realizando un mantenimiento adecuado de los mismos.

### **c. Limpieza de Botellas**

El enjuagado de botellas durante el embotellado conlleva un importante consumo de agua. Por ello:

- Es preciso minimizar el consumo de agua sustituyendo el enjuagado de las botellas por soplado de aire, especialmente en botellas de primer uso, ya que éstas vienen limpias y si se mantiene la higiene no es necesario realizar un lavado tan exhaustivo.
- Aplicar un Procedimiento Operacional de Sanitización Estandarizado (POSS), que consiste básicamente en un programa de aseo e higiene para el control de la contaminación biológica y considera medidas de: seguridad del agua, limpieza de las superficies de contacto con alimentos, preservación contra la contaminación cruzada, higiene y salud de los trabajadores, control de plagas, etc.

### **d. Iluminación Eficiente de la Bodega**

Se recomienda un cambio del sistema de iluminación de la bodega por otro de mayor eficiencia, mejor calidad y menor consumo. Para esto es necesario realizar un estudio sobre los requerimientos tanto de nivel de iluminación como de calidad de la misma, considerando el tipo de actividad que se lleva a cabo y buscando aquellas lámparas de mayor eficacia que mejor se adecuen a cada aplicación.

### **e. Control del Consumo y Costo Energético de la Bodega**

Una buena gestión energética de la bodega permite obtener el mayor rendimiento sin disminuir el nivel de operaciones. Entre las actividades que habría que englobar dentro de la gestión energética de la bodega cabe destacar:

- Controlar el costo energético global de la bodega por medio de las distintas facturas y analizar la viabilidad de disminuir los costos de la facturación seleccionando adecuadamente el tipo de contrato que mejor se adecue a las necesidades de suministro.
- Control del consumo en horas de tarifa peak.
- Realizar un inventario de los sistemas y equipos consumidores de energía en la bodega que permita conocer sus principales características técnicas y controlar los períodos de mantenimiento.

### **3.1.2 Reutilización de Residuos Sólidos en la Bodega y Fuera de Ella**

#### **a. Reutilización de Envases**

Los envases que contenían materias primas y pueden tener residuos cuentan con un lugar definido para su almacenamiento temporal después de haberles efectuado un triple lavado, por lo que para reducir el volumen de descarte serán reutilizados por



terceros, quienes entre otras opciones pueden envasar en ellos productos de formulación similar.

Los envases provenientes de la producción serán reutilizados por empresas que requieren de estos materiales (vidrios, plásticos, maderas) en sus actividades.

#### **b. Reutilización de Orujos, Escobajos y Borrás**

Los residuos sólidos provenientes del proceso de elaboración del vino (orujos, escobajos y borras) pueden ser aplicados al suelo en terrenos agrícolas o forestales como fertilizante y/o recuperador de suelos o vendidos a terceros que cuenten con autorización sanitaria y que utilizan orujo, escobajos y borras como insumos para procesos (producción de ácido tartárico, alcohol, tartrato de calcio y crémor tártaro).

### **3.1.3 Reducción del Impacto Ambiental de los Procesos y Productos en su Ciclo de Vida**

#### **a. Plan de Manejo de Envases Vacíos Provenientes de Producción**

Los envases vacíos provenientes de producción corresponden a envases de productos químicos, material de embalaje, envases de vidrio, envases de productos aplicados en el cultivo, etc.

Viña Batudahue cuenta con las siguientes alternativas de manejo para este tipo de residuos:

- a) Realizar convenios con empresas que reutilizan materiales reciclables (vidrio, cartón, madera) como CODEFF y ECOMAULE.
  
- b) Disponer los envases en centros de acopio especiales implementados por el Programa para el Manejo y Disposición Final de Envases Vacíos de Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas (AFIPA), en el caso de los envases de productos aplicados durante el cultivo.
  
- c) Efectuar la disposición final de estos residuos en lugares autorizados para cada uno de ellos.

Cualquiera sea la alternativa escogida, Viña Batudahue debe llevar a cabo un almacenamiento transitorio de estos envases. Para esto se recomienda:

- Habilitar un lugar apropiado, cerca de la bodega de producción. Este lugar se debe mantener seco, cerrado, alejado de fuentes de calor y cursos de aguas superficiales.
- La entrada debe ser restringida sólo para aquellas personas autorizadas.
- Debe contar con estanques herméticos, contenedores metálicos o plásticos con tapa.
- Se debe contar con una lista de productos almacenados que debe ser revisada periódicamente, para mantener un adecuado sistema de almacenamiento transitorio. Esta lista se ilustra en el Anexo 3.

Estos residuos serán retirados del área de producción por el personal correspondiente. Una vez que ingresan al área de almacenamiento se verificará su estado, si alguno se encuentra en malas condiciones deberá ser trasladado al área de envases descartados, asegurándose de que no tenga restos de materias primas. Posteriormente se colocarán en el área correspondiente en contenedores adecuados y se completará su ficha de registro. Cada vez que un contenedor salga con residuos se deberán completar las correspondientes fichas de salida y se verificará la correspondiente lista de chequeo. Ambas se muestran en el Anexo 3.

#### **b. Plan de Manejo de Orujos, Escobajos y Borrás**

En base a lo analizado para Viña Batudahue se recomienda implementar un Sistema de Reutilización de orujos, escobajos y borras, que puede realizarse en el mismo predio o por terceros después de su caracterización. Las alternativas a considerar son las siguientes:

- Aplicación al suelo en terrenos agrícolas o forestales como fertilizante y/o recuperador de suelos.
- Venta a terceros que cuenten con autorización sanitaria y que utilizan orujo, escobajos y borras como insumos para procesos (producción de ácido tartárico, alcohol, tartrato de calcio y crémor tártaro).

Cuando sea necesario se deberá implementar un sistema de estabilización para orujo, escobajo y borras. Las alternativas a considerar son las siguientes: secado, compostaje, lombricultura y solarización, entre otras.

Cualquiera sea la alternativa escogida por Viña Batudahue se deberá contar con un centro de acopio temporal, para éste se recomienda:

- Instalar un galpón techado alejado de viviendas y de las bodegas, para evitar así molestias por posible emanación de malos olores o presencia de vectores y moscas.
- Considerar medidas que eviten la proliferación de malos olores, vectores y escurrimiento de líquidos.
- Evacuar las aguas hacia un sector donde no generen impactos ambientales.
- Protegerlo de las precipitaciones.
- Implementar un sistema de control de ingreso de escorrentías superficiales.
- Contemplar un sistema de registro, que en el caso de tratamiento o utilización como insumo por terceros debe incluir identificación del destinatario y cantidades enviadas. En el Anexo 3 se ilustra un sistema de registro.

Para los Planes de Manejo descritos se consideran áreas de almacenamiento, éstas deberán estar debidamente señalizadas de manera que no haya confusiones en el almacenamiento. Existirán archivos en los que se indicará: nombre del residuo almacenado, características de peligrosidad y código de identificación. Para los residuos peligrosos se incluirá además nombre, dirección y teléfono del generador. Periódicamente se deberá efectuar una revisión de las correspondientes áreas de almacenamiento de residuos, en el Anexo 4 se ilustra una Lista de Chequeo para llevar a cabo dicha tarea.

### **c. Plan de Contingencia en Bodega**

Las situaciones de riesgo de accidentes en la bodega de vinificación no son muchas, pero debe ser de pleno conocimiento de los trabajadores el procedimiento a seguir en caso de que ocurra una emergencia. Con esto se pretende ofrecer la máxima seguridad a las personas y a las instalaciones.

Para esto es necesario crear un documento que contenga la forma de operación de las medidas de seguridad y el proceder del personal. Este documento debe ser elaborado de manera sencilla, con instrucciones claras, acompañadas de simbología adecuada y debe estar disponible para cualquier consulta de cualquier trabajador en cualquier momento.

Su elaboración debe ser en función de algunas de las siguientes medidas de seguridad, establecidas en el Acuerdo de Producción Limpia de la Industria Vitivinícola Chilena:

- Creación de un grupo de seguridad, a cargo de trabajadores especializados quienes tomarán la responsabilidad de administrar el plan de emergencia. Este grupo contará con distintos niveles de responsabilidad: el nivel superior evaluará, controlará y asesorará sobre los procedimientos del plan; un nivel intermedio, administrará el plan, propondrá implementación de equipos y entrenamientos, y el nivel inferior, encargado de comunicar a los trabajadores las estrategias y la manera de proceder en caso de una emergencia.

- Las personas a cargo del plan de seguridad deben ser aquellas que pasan más tiempo en la bodega, ya que se debe asegurar la presencia de al menos uno de ellos frente alguna situación de emergencia.
- Diseño de un plano que ilustre en forma clara la ubicación de las vías de escape, duchas de emergencia, extintores, elementos para el control de incendios, etc. Este plano debe tener copias que deben archivar en distintos lugares para asegurar que los empleados puedan acceder a ellos en cualquier momento.
- Implementación de un adecuado sistema de señalización de las vías de escape, cuidando de que siempre se mantengan libres, sin ningún obstáculo que impida su fácil acceso.
- Instalación de alarma acústica de incendio que pueda ser activada en forma manual desde distintos puntos de las instalaciones.

Es indispensable dar a conocer a todos los trabajadores el Plan de Contingencia mediante capacitación continua, manteniendo evaluaciones periódicas del manejo de ellos sobre el tema, para así asegurarse de que todos están bien informados.

## 3.2 Análisis de Suelo

En Viña Batudahue se estudia la posibilidad de disponer sus residuos líquidos en el suelo por lo que resulta de gran importancia caracterizar el suelo para posteriormente poder evaluar la influencia del RIL en las propiedades fisicoquímicas del medio receptor. A continuación se muestran los resultados de la caracterización del suelo.

### 3.2.1 Caracterización Fisicoquímica

Tabla 3: Parámetros Fisicoquímicos

<b>Muestra Suelo</b>	<b>pH en agua</b>	<b>Conductividad Eléctrica (dS/m)</b>	<b>Materia Orgánica</b>
Muestra 1	6,87	0,154	6,68
Muestra 2	6,98	0,132	4,98

Para el cálculo de materia orgánica ver Anexo 6.

Las muestras analizadas tienen un pH y una conductividad eléctrica bastante similar. El pH es más bien neutro lo que demuestra que este es un muy buen suelo para el desarrollo de distintos cultivos, ya que los nutrientes esenciales para su desarrollo están disponibles en este rango de pH. La materia orgánica es mayor en el caso de la Muestra 1 lo que es bastante lógico ya que ésta corresponde a un sector de mayor vegetación, donde la actividad realizada por microorganismos se ve altamente favorecida, lo que contribuye de manera positiva a la fertilidad del suelo.

### 3.2.2 Textura

Tabla 4: Textura

<b>Muestra Suelo</b>	<b>% Arena</b>	<b>% Limo</b>	<b>% Arcilla</b>	<b>Clase Textural</b>
Muestra 1	62,83	16,68	20,50	Migajón Arcillo-Arenoso
Muestra 2	75,48	17,26	7,26	Migajón Arenoso

Para el cálculo de textura ver Anexo 6

Las muestras de suelo tienen una clase textural similar donde predomina la arena, esto contribuye a que en estos suelos no se almacenen con facilidad agua y nutrientes. Esto determina que para el óptimo desarrollo de los cultivos sea necesario regar con poca cantidad pero frecuentemente y utilizar fertilizantes de lenta liberación.

### 3.2.3 Estructura

Tabla 5: Estructura

<b>Muestra Suelo</b>	<b>Densidad aparente (g/mL)</b>	<b>Densidad real (g/mL)</b>
Muestra 1	0,908	1,727
Muestra 2	0,947	1,840

Para el cálculo de estructura ver Anexo 6

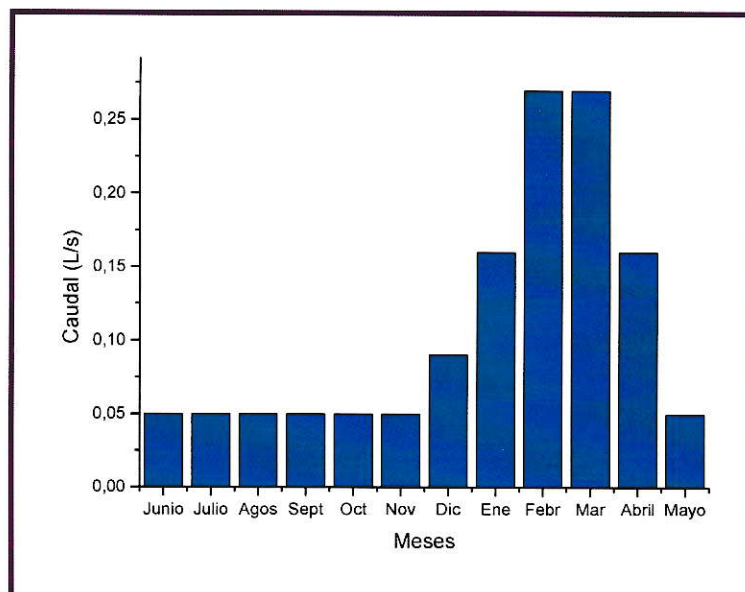
Los valores tanto de densidad real como de densidad aparente son bastante parecidos entre ambas muestras. Esto es lógico ya que estas propiedades están directamente influenciadas por la composición del suelo (clase textural, contenido de materia orgánica y humedad), estado de agregación, manejo realizado, etc. que en este caso



resulta ser de similares características. Los valores de densidad aparente reflejan un bajo nivel de compactación y una relativa facilidad de circulación del agua.

### 3.3 Análisis de Residuos Líquidos

De acuerdo a los antecedentes entregados por Viña Batudahue se pudo construir un gráfico que representa una estimación de los caudales promedio mensual de RILes en el año 2005.



**Figura 6: Gráfico “Distribución del caudal de RILes en Viña Batudahue”**

En este gráfico queda claro que los RILes vitivinícolas se caracterizan por una alta estacionalidad marcada por las distintas etapas del proceso de elaboración de vino, lo que se debe considerar al momento de plantear sistemas adecuados de tratamiento. Se mantiene un caudal constante entre los meses de julio a noviembre, período en que los RILes provienen principalmente del lavado de pisos y herramientas. En el mes de

diciembre comienza un paulatino aumento del caudal, que alcanza un máximo en los meses de febrero y marzo, período de vendimia y de inicio del proceso de elaboración. Después de abril comienza nuevamente a decaer el caudal.

En las tablas 6, 7 y 8 se informan los valores de análisis de RILes correspondientes a los años 2004, 2005 y 2006. Estos se contrastan con los valores que establecen el D.S 90/2000 que regula las descargas de aguas industriales a aguas superficiales y la norma técnica para disposición en suelos propuesta por el SAG.

Tabla 6: RILes analizados en el año 2004

Parámetro	Resultado	Límites Máximos Permitidos	
		Documento SAG	D.S. 90/00
DBO <sub>5</sub>	5200 mg/L	600 mg/L	35 mg/L
Sólidos Suspendidos	675 mg/L	80 mg/L	80 mg/L
pH	6,3	-	6,0 – 8,5

Tabla 7: RILes analizados en el año 2005

Parámetro	Resultado	Límites Máximos Permitidos	
		Documento SAG	D.S. 90/00
DBO <sub>5</sub>	4500 mg/L	600 mg/L	35 mg/L
Sólidos Suspendidos	950 mg/L	80 mg/L	80 mg/L
pH	5,8	-	6,0 – 8,5

Tabla 8: RILes analizados en el año 2006

Parámetro	Resultado	Límites Máximos Permitidos	
		Documento SAG	D.S. 90/00
DBO <sub>5</sub>	6313 mg/L	600 mg/L	35 mg/L
Sólidos Suspendidos	1820 mg/L	80 mg/L	80 mg/L
pH	5,6	-	6,0 – 8,5

Los valores informados ponen en evidencia la oscilación de la carga contaminante de los RILes y queda claro que la descarga debe ser sometida a algún tipo de tratamiento que permita cumplir con la normativa vigente.

Los tratamientos escogidos deberán ser capaces de abatir la demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y los sólidos suspendidos.

### **3.4 Propuesta de Tratamiento de Residuos Líquidos (RILes) para Viña Batudahue**

Los parámetros contaminantes que deben ser abatidos son: demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y sólidos suspendidos.

Se puede decir que si se logra llevar a cabo el programa propuesto para la optimización del proceso productivo en Viña Batudahue, diseñado con el propósito de alcanzar la máxima optimización de los recursos y la minimización de los RILes a tratar se logrará:

## Reducir

- Cantidad de RIL
- Potenciales contaminantes
- Consumo de materias primas
- Costos de tratamiento de RILes

## Mejorar

- Eficiencia de los procesos
- Condiciones de trabajo

Sin embargo, aunque se logren alcanzar todas estas mejoras igual es necesario efectuar un adecuado tratamiento de los RILes. Considerando volúmenes de generación, disponibilidad técnica y económica se recomienda llevar a cabo una sedimentación físico – química.

La sedimentación es un tipo de tratamiento de RILes que se emplea para la eliminación de sólidos en suspensión y materias flotantes de distinta granulometría y densidad, mediante procesos físicos que involucran operaciones gravitacionales, manuales o mecánicas. Se basa en la separación de los sólidos en suspensión por diferencia en los pesos específicos de las partículas sólidas y líquidas, permitiendo la decantación de las primeras.

La decantación puede realizarse en una o varias etapas y se logra a través de equipos sedimentadores donde el RIL queda detenido por un lapso de tiempo o también pasa con un flujo en el cual las partículas que poseen una velocidad de sedimentación mayor que la del flujo, caen en el fondo del equipo, de donde son retirados.

Es posible distinguir dos tipos de materias separables por decantación: granulares, en las cuales la sedimentación es independiente y las partículas relativamente floculadas, que resultan de la aglomeración natural o provocada de las materias coloidales en suspensión. Debido a esto es necesario desestabilizar estas aglomeraciones para conseguir su sedimentación, lo que se logra por lo general con la adición de agentes químicos y aplicando energía de mezclado.

La sedimentación físico – química corresponde al proceso en el que participan materiales coloidales según las características específicas del RIL a tratar. Primero es necesario que se produzca una desestabilización de las partículas suspendidas de modo que se reduzcan las fuerzas de separación entre ellas, lo que se conoce como coagulación, para lo cual es necesario adicionar un reactivo químico que origine productos insolubles. Luego se deben favorecer dentro del líquido los fenómenos de transporte para que las partículas hagan contacto, lo que implica la formación de puentes químicos entre éstas. Así, mediante el crecimiento de partículas coaguladas se forma un flóculo suficientemente grande y pesado como para sedimentar.

Elevadas concentraciones de flóculos dan lugar a una sedimentación frenada del conjunto (bloque o pistón), caracterizada por una superficie de separación definida entre la masa fangosa y el líquido sobrenadante. El período de retención en los depósitos de sedimentación, varía entre 2 a 12 horas. Cuando el agua presenta grandes cantidades de sólidos, generalmente cuentan con rastras mecánicas que transportan a los sólidos a fosos colectores.

Los reactivos químicos que comúnmente se utilizan para la eliminación de DBO son las sales de hierro y aluminio, sin embargo tienen el inconveniente de ser muy sensibles a un cambio de pH. Si éste no está dentro del intervalo adecuado la clarificación es

pobre y pueden solubilizar hierro o aluminio lo que genera serios problemas. A continuación se analizan los más utilizados:

- Sulfato de Alúmina: Conocido como alumbre, es un coagulante efectivo en intervalos de pH 6 a 8. Produce un flóculo pequeño y esponjoso, su uso está generalizado en el tratamiento de agua potable y en la reducción de coloides orgánicos y fósforo.
- Sulfato Férrico: Funciona de forma estable en un intervalo de pH de 4 a 11. Produce flóculos grandes y densos que decantan rápidamente. Se emplea comúnmente en el tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales aunque en algún caso puede producir problemas de coloración.
- Cloruro Férrico: Es similar al anterior aunque de aplicación muy limitada por tener un intervalo de pH más corto. Es enérgico aunque puede presentar problemas de coloración en las aguas.
- Aluminato sódico: Se emplea poco. Su uso más habitual es eliminar color a pH bajo. Además se puede usar en el ablandamiento de agua con cal.

### **3.5 Discusión General**

El análisis de factibilidad de implementación de acciones de Producción Limpia es una tarea fácil de emprender cuyos alcances pueden significar un gran logro para las pequeñas y medianas empresas en nuestro país, posicionándolas dentro de un selecto grupo que puede competir sin dificultades con instituciones de nivel internacional. Junto con posibilitar este ingreso, la implementación de las acciones de Producción Limpia abre el camino hacia nuevos sistemas de gestión certificables internacionalmente:

calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional, los que hoy en día distinguen el buen desempeño de las organizaciones.

Sin lugar a dudas el trabajo realizado en Viña Batudahue es sólo el comienzo de este largo camino que contribuirá tanto al buen funcionamiento de la empresa como al desarrollo de la industria vitivinícola nacional.

Se pudo constatar que las propuestas sugeridas son sencillas y para su implementación sólo se requerirá del compromiso tanto de los trabajadores como del Directorio quienes deberán llevar a cabo el sistema. Para lograr ésto es indispensable realizar continuas Capacitaciones, ya que son la única manera de asegurarse de que se comprenden y asumen las nuevas ideas, buscando siempre poder mejorarlas, ya que es necesario innovar constantemente para buscar la excelencia tanto en calidad como en desempeño ambiental.

Las acciones de Producción Limpia muchas veces son vistas como un impedimento para el desarrollo, el crecimiento y las nuevas inversiones, sin embargo es posible afirmar que en este caso su implementación se traducirá en ahorros concretos para Viña Batudahue. Con el consumo eficiente de insumos, agua y energía se podrán minimizar gastos, con los planes de contingencia y capacitaciones se reducirán fallas en equipos, accidentes, pérdidas de materiales, existirá un retorno adicional debido a la recuperación y venta de subproductos, con el adecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos disminuirán los costos de tratamientos y/o disposición final, mejorará la imagen ambiental de la empresa lo que en definitiva le permitirá acceder en el futuro a mercados con gran sensibilidad ambiental.

Es importante también hacer notar que el implementar acciones de Producción Limpia es un reflejo de la conciencia del mundo empresarial, quien asume que toda actividad productiva impacta, negativa o positivamente, sobre el medio ambiente, por lo que

debe hacer compatible su desarrollo con el cuidado por el medio ambiente, cumpliendo con la legalidad vigente y teniendo en cuenta lo que significa prevenir e internalizar el daño ambiental.

Con el tratamiento propuesto para los residuos líquidos se espera poder alcanzar los valores de concentración recomendados para los distintos contaminantes, de este modo éstos no significarán riesgos para el medio receptor (suelo) y serán aceptables para la mayor parte de las condiciones en su posterior uso.

Este tratamiento es el apropiado considerando caudales de descarga y caracterización de RILes, éste permite la remoción de hasta un 95% de sólidos suspendidos y 70% de la DBO total del efluente, sin embargo, si las condiciones de operación se modifican se deberán estudiar nuevas alternativas.

Las dosis de reactivos y el pH del tratamiento se deben determinar mediante ensayos de laboratorio, se sabe que la eficiencia de coagulación puede ser mejorada por la adición de polielectrolitos floculantes en bajas concentraciones (< 10 ppm).

Una vez que se alcance el valor de DBO<sub>5</sub> propuesto, se beneficiarán las relaciones de intercambio del suelo, el nivel de agregación, el almacenamiento e infiltración de agua, sin embargo, se debe tener en consideración la capacidad autodepuradora del suelo para efectos de no integrar cargas excesivas que reviertan el proceso natural.

Los sólidos suspendidos son de carácter biodegradables y contribuirán a favorecer la capacidad de infiltración y almacenamiento de agua. Como se cumplirá con el valor propuesto de sólidos suspendidos se puede anticipar que en el caso de aplicar un sistema de riego tecnificado los riesgos de obturación del sistema de distribución serán mínimos.

Es innegable el potencial de resultados positivos asociados a la implementación de las acciones de Producción Limpia sugeridas, por lo que es válido destacar la importancia



que tienen los Estados como agentes de fomento para la puesta en marcha de iniciativas tendientes a mejorar la gestión ambiental de las distintas actividades productivas llevadas a cabo.

Si bien este trabajo resume una serie de propuestas, que podrán o no ser implementadas, resulta válido afirmar que éstas significan un avance hacia la necesidad de hacer compatibles el desarrollo económico y el cuidado por el medio ambiente.

Queda reflejado que sin el apoyo del directorio en recursos técnicos, humanos y financieros, no será posible la implementación de las acciones sugeridas, y tampoco se podrá llevar a cabo un mejoramiento continuo que contribuya a una correcta mantención y operación del sistema.

## IV: CONCLUSIONES

1. Se realizó el Diagnóstico Inicial del estado de la bodega y de la generación de residuos sólidos y líquidos en base a una completa inspección de las instalaciones y de los procedimientos llevados a cabo.
2. Se desarrollaron propuestas de acciones de Producción Limpia que contribuyen significativamente en la mejora de la gestión en Viña Batudahue. Estas acciones pretenden corregir los problemas existentes, sin la necesidad de realizar grandes inversiones, por el contrario se obtendrán numerosos beneficios y se podrán alcanzar las metas fijadas por Viña Batudahue con el propósito de mejorar su gestión.
3. Se elaboraron fichas de registro, listas de chequeo, protocolos de trabajo para facilitar la puesta en marcha de las distintas acciones de Producción Limpia propuestas.
4. Se caracterizó, mediante ensayos de laboratorio, el suelo que servirá de receptor de los RILes vitivinícolas. Esta caracterización fisicoquímica permitirá evaluar en el futuro la influencia del RIL.
5. Se caracterizaron los RILes vitivinícolas y según esto se estableció la opción técnica más viable para su tratamiento, con lo que se pueden alcanzar las condiciones básicas para la disposición controlada de estos residuos en el suelo.

## V. RECOMENDACIONES

En cuanto a las acciones propuestas a Viña Batudahue se recomienda efectuar un análisis económico para así implementarlas lo más pronto posible. Este análisis debe ser llevado a cabo por algún miembro del directorio o alguien que éste haya designado, de modo que cuente con la autorización y suficiente autonomía para poder tomar decisiones.

Las acciones de Producción Limpia en esta oportunidad se centran en el proceso vitivinícola por lo que es recomendable en el futuro extenderlo a toda la cadena productiva, desde el cultivo de la uva hasta el envasado. Así se tomarán en cuenta aspectos mencionados en el APL vitivinícola que en esta oportunidad no se desarrollaron por estar fuera del alcance de los objetivos del presente trabajo.

Para implementar el sistema de tratamiento de RILes es recomendable primero hacer ensayos de laboratorio para probar dosis de reactivos y pH adecuado. Paralelamente conviene hacer un seguimiento de los RILes en época de vendimia, cuando los caudales de descarga aumentan considerablemente, lo que confirmará las estimaciones realizadas. Estas medidas en parte justificarán las decisiones que se tomarán por lo que se podrá tener la certeza de que se está haciendo lo correcto.

Dadas las características del sistema de tratamiento y el propósito de disponer los RILes en el suelo se recomienda iniciar el ingreso del proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en cumplimiento con lo dispuesto en la Ley General de Bases del Medio Ambiente.

Una vez que se ponga en marcha el sistema de tratamiento de RILes y se alcancen los valores propuestos para los principales contaminantes conviene realizar un seguimiento continuo del RIL a aplicar, con parámetros de concentración de  $\text{DBO}_5$ ,

sólidos suspendidos, pH, caudal, carga orgánica aportada al suelo y medidas de prevención de riesgos y ante contingencias, cuyo objetivo es la intervención oportuna y eficaz ante cualquier eventualidad.

También será necesario realizar un monitoreo de las condiciones del receptor de los RILes, es decir del suelo.

Como medidas de apoyo, se recomienda establecer un permanente seguimiento a la relación C/N e implementar un programa de manejo de suelos que permita que la materia orgánica incorporada quede fácilmente disponible para el ataque microbiano y se favorezca la plena incorporación del particulado fino biodegradable en el suelo.

## VI. BIBLIOGRAFIA

1. Comité Coordinador del Acuerdo de Producción Limpia del Sector Vitivinícola. 2004. "Condiciones Básicas para la aplicación de RILes vitivinícolas en suelo agrícola, vía riego".
2. Copaja Sylvia. Marzo 2006. "Guía de Laboratorio Química de Suelos". Universidad de Chile.
3. Corporación Chilena del Vino, Consejo Nacional de Producción Limpia. Septiembre 2003. "Acuerdo de Producción Limpia de la Industria Vitivinícola Chilena".
4. Galeno, Marcelo Enrique. Octubre 2003. "Análisis de Factibilidad de Implementación de Medidas de producción Limpia y propuesta de Diseño de una Planta de Tratamiento de RILES en Viña Chateau Los Boldos". Memoria Titulo Químico Ambiental. . Universidad de Chile. Facultad de Ciencias.
5. Gobierno de Chile. Consejo Nacional de Producción Limpia. 2005. "Principios & Herramientas de Producción Limpia".

### PAGINAS WEB CONSULTADAS:

1. [www.ccv.cl/powerpoints/Mayo06/charla%203.pdf](http://www.ccv.cl/powerpoints/Mayo06/charla%203.pdf)
2. [www.pl.cl/documentos.asp?cod\\_doc=76-21k](http://www.pl.cl/documentos.asp?cod_doc=76-21k)
3. [www.ccad.ws/documentos/talleres/2005/P+L072005/ExperienciaChile/acuerdos.ppt](http://www.ccad.ws/documentos/talleres/2005/P+L072005/ExperienciaChile/acuerdos.ppt)

## **VII. ANEXOS**

## ANEXO 1

### “Variedades Producidas en Viña Batudahue y Proceso de Elaboración de Vinos”

#### 1.1 Variedades Producidas en Viña Batudahue

**País:** Variedad tinta que se cree fue introducida en el siglo XVI por los primeros colonizadores españoles, y se reprodujo a partir de estacas.

Otros autores creen que esta cepa se originó a partir de las pepas de las pasas que constituían la base alimentaria de los navegantes de esa época. Los primeros colonizadores la habrían cultivado para obtener las primeras plantas, que seleccionaron hasta obtener la cepa País.

Esta cepa se caracteriza por su marcada rusticidad que le confiere la capacidad de adaptarse a los suelos de secano de condiciones muy adversas. Es muy resistente a enfermedades y posee una alta productividad.

En la actualidad esta cepa es una de las más cultivadas en Chile, concentrándose principalmente en la región del Maule y Bío-Bío, llegando a alcanzar las 14.949 hectáreas.

En Viña Batudahue a partir de las uvas País se obtienen la chicha y los vinos tintos pipeños, que son de maduración rápida, y se caracterizan por ser de escaso color y cuerpo. Su calidad está en gran parte determinada por las características de la zona y del suelo de cultivo.

**Semillón:** Variedad blanca que se supone es originaria de la región bordolesa de Sauternes, en Francia. Se le conoce también con el nombre de Saint Emillion, Semillón Roux, Green Grape, entre otros.

Durante muchos años fue en nuestro país, la base fundamental para generar vinos blancos, alcanzando una superficie cultivada de más de 20.000 hectáreas. Sin embargo, su cultivo ha disminuido considerablemente debido a la aparición de nuevas plantaciones.

Esta cepa es de gran vigor y fertilidad, para obtener un producto de calidad se requiere de un buen manejo agronómico. El proceso de madurez es más lento que en otras variedades blancas cultivadas en Chile, como la Sauvignon Blanc y Chardonnay.

En Viña Batudahue de esta cepa se obtienen vinos de primera calidad, bien balanceados y de agradable frescura. Son vinos dulces y secos que pueden añejarse. Se ha demostrado que esta cepa es una excelente alternativa para elaborar vinos de cosecha tardía.

En la actualidad se realizan pruebas para ampliar los productos de esta cepa ya que se sabe que ésta ofrece una amplia gama de sabores que evocan hierbas finas y sabores florales, además se pueden describir sabores a membrillo, miel, mantequilla, higos y cerezas.

## **1.2 Descripción del Proceso de Elaboración de Vinos**

La actividad económica "Elaboración de Vinos" corresponde al código CIU 1552, esta es la Clasificación Industrial Uniforme vigente desde 1988.

En esta actividad económica se reconocen dos procesos independientes según el tipo de vino producido: elaboración de vino tinto y elaboración de vino blanco.



### 1.2.1 Vendimia

La vendimia es la tarea de cultivo que supone la recolección de la uva en la viña para hacer vino. Se realiza en el momento en que todos los componentes de la uva se encuentran en equilibrio, para obtener una buena vinificación. Por lo tanto la época en que se realiza varía según la variedad, la localidad y las condiciones climáticas que se estén dando cada año. En Chile, la vendimia se extiende desde febrero hasta abril.

Para determinar el momento justo de corte, en Viña Batudahue el enólogo y el equipo de agrónomos realizan un seguimiento riguroso de la maduración de las parcelas de la viña para así determinar el momento óptimo en que ha de comenzar la vendimia en cada una de ellas.

Para esto revisan:

- el aspecto del racimo, el color y consistencia del grano
- la facilidad de desprendimiento del pedicelo
- se degusta el grano para saber qué sabores le aportará al vino

En algunas oportunidades los enólogos cortan la uva en distintas fases de maduración, para darle más calidad al nuevo producto.

En Viña Batudahue se cosecha la uva en forma manual, sin embargo se estudia la posibilidad de utilizar, en el futuro, maquinaria especializada.

Durante el proceso de vendimia se tiene especial cuidado de que todo el material (tinajas, capotes, cubas, tijeras de podar, tractores, remolques, prensas, etc.) que entra en contacto con las bayas, esté en perfecto estado y limpio para evitar la exposición de los granos a cualquier agente extraño que pudiera alterar su calidad.

Las operaciones de recolección se deben realizar con mucho cuidado para evitar así que los granos se rompan o que caigan en las cajas hojas, racimos que no alcanzaron a madurar o algunos que hayan caído al suelo. Cualquiera de estas imperfecciones es sancionada.

Una vez recolectada, la uva es transportada cuidadosamente a la bodega de vinificación, donde comienza inmediatamente el largo proceso de elaboración del vino. (En el Anexo 3 se ilustra una tarjeta de recepción).

### **1.2.2 Molienda**

La uva obtenida en la vendimia es llevada a la bodega de vinificación donde es descargada suavemente. Una vez que se eliminan las hojas y tallos, los racimos son llevados hasta la máquina despalladora, donde se separa el grano de los escobajos del racimo, para evitar el exceso de taninos y notas vegetales que dan sabores amargos.

Luego, se procede a efectuar una leve presión sobre la baya para separar el jugo del orujo. Esto se lleva a cabo con prensas neumáticas que tratan delicadamente los granos.

### **1.2.3 Vinificación de Vinos Tintos**

#### **a. Maceración**

Cuando los granos se presionan suavemente para liberar el jugo, éste se mezcla con el orujo. En este contacto del jugo con las partes sólidas (pepas y hollejos), se realiza una verdadera maceración, base de los vinos tintos, logrando extraer la materia colorante, los taninos esenciales y gran parte de los aromas.

#### **b. Adición de Levaduras y Anhídrido Sulfuroso (SO<sub>2</sub>)**

El jugo junto a los orujos es llevado a estanques de cemento. En éstos se adicionan las levaduras y el anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>).

Las levaduras son organismos anaeróbicos responsables de la fermentación, reacción biológica de transformación del azúcar (glucosa) en alcohol etílico.

Se adiciona SO<sub>2</sub> debido a que éste tiene una acción antiséptica, selectiva de microorganismos y es antioxidante, además facilita la liberación de los compuestos contenidos en la piel del grano y favorece la clarificación del vino, dándole un mejor color.

#### **c. Fermentación**

Proceso de transformación del jugo de uva en vino. En los estanques se observa movimiento y burbujas que revientan en la superficie del líquido formando una capa espumosa y provocando un aumento en la temperatura. Al cabo de un período, todo esto se atenúa y se constata que el jugo ha cambiado su sabor dulce por el de alcohol.

Para que ocurra la fermentación se deben resguardar ciertas condiciones tales como: aireación, temperatura y pH.

Durante el proceso de fermentación de los vinos tintos se realizan dos prácticas que favorecen la extracción del color, sabores y taninos presentes en el orujo de la uva. Estas son: el remontaje y el pisoneo.

El remontaje consiste en extraer el jugo de la parte baja o fondo del estanque e introducirlo por la parte superior. Con esto se logra mantener la temperatura, y el jugo está en permanente contacto con el orujo, de esta forma es posible extraer al máximo el material colorante que ellos contienen.

El pisoneo consiste en romper con una vara la capa de sustancias sólidas que se aglomeran, para sumergir los orujos en el mosto en fermentación y así lograr una mejor extracción.

#### **d. Maceración**

Se dejan en contacto los orujos con el jugo de la uva, para extraer de ellos todos los componentes útiles que le darán cuerpo y sabor al vino. Esta etapa influye directamente en la calidad final del producto.

También se puede producir maceración antes de la fermentación, lo que se conoce como maceración fría.

#### **e. Descube y Prensado**

El descube es la separación del vino de su parte sólida (hollejos y pepas), lo que se logra con el trasiego del vino a otra cuba donde terminará su proceso. El vino que no tiene materias sólidas se denomina vino de gota.

Existen tres momentos para realizar el descube:

Descube temprano, antes de finalizar la fermentación, con una maceración breve de 3 a 4 días para un vino joven de consumo rápido.

Descube en caliente, que se realiza apenas terminada la fermentación, para vinos de calidad o que requieran envejecimiento.

Descube en frío, que se realiza varios días después de la fermentación (4 a 20 días después), para vinos de reserva, es decir, para aquellos vinos destinados a envejecimiento.

En el momento del descube se puede, cuando se desea, realizar mezclas, juntando vinos provenientes de distintas cubas lo que aportará características y sabores diferentes.

La parte sólida es prensada con una prensa neumática, de esta manera se obtiene el llamado vino de prensa, que muchas veces se mezcla en la fase final, con el vino de gota para obtener un vino de más estructura y concentración.

#### **f. Segunda Fermentación**

El mosto fermentado o "vino gota" pasa a las cubas de almacenamiento para la segunda fermentación.

Si la fermentación no se produce bajo control en la cuba, podría desencadenarse más tarde, en la botella, lo cual constituye un peligro que se debe evitar.

Para una buena fermentación, se deben cumplir ciertas condiciones esenciales como: acidez natural, temperatura y dosis de anhídrido sulfuroso.

### **g. Maduración y Filtrado**

Durante el envejecimiento de un vino se buscan un conjunto de transformaciones que lo llevan a adquirir las mejores cualidades organolépticas de fineza y armonía. En este período se obtiene cambios de oxidación, color, intensidad, aroma, bouquet, sabor, etc. La intensidad de estos cambios depende de las condiciones de conservación.

Los vinos tintos, en Viña Batudahue se enriquecen con un paso por barricas de madera, donde el vino adquiere nuevos sabores. Además el paso por madera le otorga al vino una mayor sensación tánica y de concentración en la boca. La antigüedad de la barrica y el tiempo que el vino repose en ésta, van a determinar en gran medida el color final del vino.

En estos vinos, el proceso de clarificación y estabilización se efectúa en forma natural con el paso del tiempo. Luego de este envejecimiento o maduración, el vino tinto aún presenta un aspecto turbio, y deberá ser filtrado, para asegurar su total limpieza y esterilidad.

### **h. Envasado**

Una vez filtrado, el vino está listo para ser embotellado y terminar su añejamiento en la botella, lo que puede durar entre 8 y 12 meses, completando así su proceso de maduración, antes de salir al mercado.

## **1.2.4 Vinificación de Vinos Blancos**

### **a. Maceración**

Una vez que se presionan suavemente los granos comienza la maceración que debe ser lo suficientemente breve, como para extraer los aromas de la película del grano y obtener un mosto de gran concentración, pero debe evitarse el inicio de la fermentación, la que en el caso de la producción de vinos blancos, nunca debe ser en presencia de los orujos.

El periodo de maceración esta determinado por la temperatura de los granos. Si la vendimia fue realizada temprano en la mañana, las uvas están mas frías lo que permite una maceración más larga, que no excede las 12 horas. Una mayor temperatura inicia rápidamente el proceso de fermentación.

### **b. Clarificación**

El jugo obtenido se separa inmediatamente de los orujos, eliminando las impurezas o sólidos en suspensión, evitando así, la posterior fermentación con aromas y sabores indeseados.

Este proceso toma entre 12 y 24 horas, se realiza por decantación, filtrado o centrifugado, con el fin de conseguir la separación de las borras, obteniendo un mosto limpio que pasa a la etapa de fermentación.

### **c. Adición de Levaduras y Anhídrido Sulfuroso (SO<sub>2</sub>)**

Se adicionan levaduras y SO<sub>2</sub> para dar inicio al proceso de fermentación.

#### **d. Fermentación**

Proceso en que el jugo se transforma en vino por la reacción biológica realizada por las levaduras.

En este proceso, la principal preocupación es el control de la temperatura que debe fluctuar entre los 14°C y 17°C, ya que si la temperatura es muy alta, se disminuyen o eliminan los aromas finales del vino, y si por el contrario es muy baja, las levaduras dejan de realizar su tarea.

Al vino obtenido de la fermentación se le adiciona anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) para evitar oxidaciones posteriores.

#### **e. Descube**

Se separa el vino de lo que queda de parte sólida. Esto se logra con el trasiego del vino a otra cuba donde terminará su proceso.

#### **f. Clarificación y Estabilización**

Después del descube se lleva a cabo la clarificación para evitar que el vino presente sedimentos no deseados. Luego se procede a la estabilización, lo que evita futuras formaciones cristalinas o sedimentos en las botellas.

#### **g. Maduración y Filtrado**

El vino es llevado a barricas de madera para completar su período de envejecimiento, una vez analizado, se filtra y estabiliza, quedando listo para su posterior embotellado.



## **h. Envasado**

Una vez realizado este procedimiento, el vino está finalmente listo para ser embotellado y terminar su añejamiento en la botella, lo que puede durar entre 8 y 12 meses, completando así su proceso de maduración, antes de salir al mercado.

En Viña Batudahue la zona de la bodega destinada a las labores de vinificación tiene condiciones ambientales controladas (sobre todo en cuanto al manejo de la temperatura) y rigurosos controles de ventilación (para evitar malos olores), luminosidad, humedad, nivel de ruidos y vibraciones.

Al momento de realizar el envasado, tanto de vinos tintos como blancos, se consideran los siguientes factores:

- Limpieza y esterilidad de las botellas.
- Presencia de oxígeno, que se debe evitar por lo que el llenado de las botellas se realiza al vacío o en presencia de un gas inerte.
- Control de la temperatura al momento del proceso del envasado, ya que ésta influye en el volumen del vino y en consecuencia en el espacio que se deja entre el vino y el corcho.

El envase en el cual se envasará el vino debe cumplir con los siguientes requisitos, para permitir conservar su contenido y facilitar el servicio:

- Ser higiénico.
- Tener características de manera de asegurar que no ceda ningún tipo de sustancia o gusto al contenido.
- Mantenerse inalterable a lo largo del tiempo.

- Contar con un cierre hermético que no permita la entrada de oxígeno o de bacterias.
- Tener el tamaño adecuado que permita almacenarlo y servirlo con comodidad.
- Poseer una forma adecuada que otorgue una apropiada presentación y almacenaje práctico.

## ANEXO 2

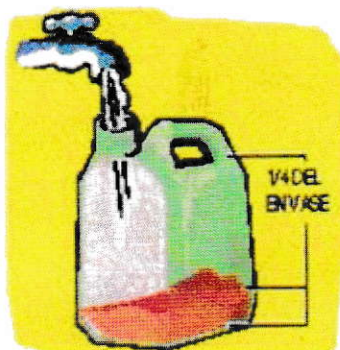
### “PROTOCOLO DE LAVADO”

Tabla 9

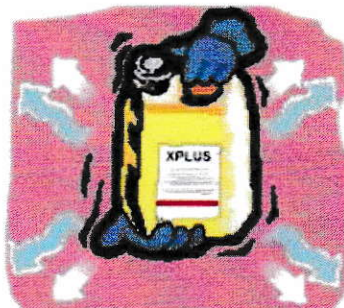
**Paso 1:** Una vez agotado el contenido del envase, escurrirlo totalmente. Para ésto el envase se debe mantener en posición de descarga no menos de 30 segundos. Esto se evidencia por un goteo espaciado.



**Paso 2:** Llenar el envase vacío con agua, aproximadamente con una cuarta parte de su volumen total. Utilizar SIEMPRE agua proveniente de cañerías, NUNCA colocar o sumergir los envases en acequias, cursos de agua o lagunas para su lavado.



**Paso 3:** Una vez que el envase está con agua se debe ajustar el tapón y agitar enérgicamente.



**Paso 4:** El agua proveniente de esta limpieza se deposita en un envase especialmente acondicionado para este efecto.



Repetir esta operación por lo menos dos veces más.

**Profesional Responsable** .....

**Fecha Revisión** .....

**ANEXO 3**

**“REGISTROS”**

**Viña Batudahue**  
**Archivos de Bodega**  
**Fecha -----2006**

**Tabla 10**

<b>Tarjeta Recepción Uva en Bodega de Vinificación</b>			
<b>Nombre Trabajador</b>		<b>Firma</b>	
<b>Cumple con requisitos</b>	<b>Si</b>		<b>No</b>
<b>Encargado</b>		<b>Firma</b>	

**Profesional Responsable -----**

**Fecha Revisión -----**

**Viña Batudahue**  
**Archivos de Bodega**

**Tabla 11**

<b>Nómina de Trabajadores</b>			
<b>Nombre trabajador</b>	<b>Función</b>	<b>Lugar de Capacitación</b>	<b>Fecha última Capacitación</b>

**Profesional Responsable -----**

**Fecha Revisión -----**



**Viña Batudahue**  
**Bodega Almacenamiento Envases Vacíos Producción**

**Tabla 13**

<b>Registro Salida Residuos: Envases Vacíos Producción</b>					
<b>Fecha salida</b>	<b>Nombre Residuo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Nombre Empresa de Destino</b>	<b>N° Hoja de Seguridad</b>	<b>N° Documento de Declaración</b>

**Profesional Responsable** -----

**Fecha Revisión** -----

**Viña Batudahue  
Almacenamiento de Orujos, Escobajos y Borrás**

**Tabla 14**

Registro Almacenamiento de Residuos: Orujos, Escobajos y Borrás									
Fecha	Ingreso/Egreso a ZA		Nombre Residuo	Cantidad	Destino				
	IZA	EZA			Interno	Nombre Proceso	Externo	Nombre IE	Fecha Salida

Nota: ZA: Zona de Almacenamiento      IZA: Ingreso a Zona de Almacenamiento      EZA: Egreso de Zona de Almacenamiento  
 IE: Instalación de Eliminación

**Profesional Responsable** -----

**Fecha Revisión** -----



**Viña Batudahue**  
**Almacenamiento Orujos, Escobajos y Borrás**

**Tabla 15**

<b>Registro Salida Residuos: Orujos, Escobajos y Borrás</b>					
<b>Fecha salida</b>	<b>Nombre Residuo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Nombre Empresa de Destino</b>	<b>Nº Hoja de Seguridad</b>	<b>Nº Documento de Declaración</b>

**Profesional Responsable** -----

**Fecha Revisión** -----

## ANEXO 4 “ LISTA DE CHEQUEO ”

**Tabla 16**

<b>Lista de Chequeo: Inspección Área de Almacenamiento de Residuos</b>		
1. ¿Todos los contenedores de residuos se encuentran en buenas condiciones? (no se encuentran con filtraciones, oxidaciones, etc.)	SÍ ___	NO ___
2. ¿Todos los envases están debidamente cerrados?	SÍ ___	NO ___
3. ¿Todos los envases están debidamente etiquetados?	SÍ ___	NO ___
4. ¿Los envases son compatibles con el producto almacenado dentro de ellos?	SÍ ___	NO ___
5. ¿Los envases están ubicados en una zona adecuada?	SÍ ___	NO ___
6. El espacio disponible entre los recipientes ¿es el suficiente?	SÍ ___	NO ___
7. ¿Todos los recipientes son inspeccionados periódicamente?	SÍ ___	NO ___
8. ¿Todos los recipientes en malas condiciones han sido reemplazados?	SÍ ___	NO ___
9. ¿No existen más de tres recipientes apilados?	SÍ ___	NO ___
10. ¿Existe un equipo de protección contra el fuego?	SÍ ___	NO ___
11. ¿El área de almacenamiento está controlada de los efectos del viento?	SÍ ___	NO ___
12. ¿Los residuos líquidos se disponen adecuadamente?	SÍ ___	NO ___
13. ¿Los residuos son separados antes de ser colocados en contenedores y almacenados?	SÍ ___	NO ___
14. Los posibles derrames de los contenedores ¿han sido limpiados y reparados?	SÍ ___	NO ___
15. ¿El almacenamiento de residuos es supervisado por las potenciales emisiones?	SÍ ___	NO ___
16. ¿El almacenamiento de residuos es supervisado por las posibles descargas de residuos?	SÍ ___	NO ___
17. ¿Se cuenta con todos los permisos requeridos?	SÍ ___	NO ___

**Comentarios:** \_\_\_\_\_

**Profesional Responsable de Inspección** .....  
**Fecha Inspección** .....  
**Profesional Responsable Documento** .....  
**Fecha Revisión Documento** .....

## ANEXO 5

### “ANÁLISIS DE RESIDUOS LÍQUIDOS”

#### 4. Determinación de pH

Los valores informados en la Tabla 5 corresponden al promedio de tres mediciones que se detallan a continuación:

Tabla 17: Mediciones de pH

Muestra	pH
1	5,7
2	5,8
3	5,6

#### 5. Determinación de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

El ensayo de determinación de la DBO<sub>5</sub> arrojó los siguientes resultados para el día 1 y el día 5:

Tabla 18: Resultados día 1

Muestra	Concentración (mg/L)	%	Temperatura (°C)
Blanco	0,05	100,3	20,3
RIL	987	100,2	20,2

Tabla 19: Resultados día 5

Muestra	Concentración (mg/L)	%	Temperatura (°C)
Blanco	0,07	100,4	20,4
RIL	564	100,3	20,2

El valor del blanco es aceptable ya que el control de calidad determina que éste debe ser siempre menor a 0,5 mg/L.

A partir de estos resultados y mediante la Ecuación 5 se puede calcular la DBO<sub>5</sub>:

$$DBO_5 \text{ (mg/L)} = \frac{(987 - 564)}{0,067}$$

$$DBO_5 \text{ (mg/L)} = 6313 \text{ mg/L}$$

## 6. Determinación de Sólidos Suspendidos

En la Tabla 23 se muestran las masas de los platos de aluminio que servirán para depositar el blanco, la referencia y las muestras de RIL:

Tabla 20: Masas de platos de aluminio

<b>Muestra</b>	<b>Masa (mg)</b>
Blanco	2332,8
Referencia	2353,1
RIL	2354,9
Duplicado de RIL	2355,8

En la Tabla 24 se muestran las masas de los platos de aluminio con las respectivas muestras después de ser secados y llevados a masa constante en la desecadora:

Tabla 21: Masas de platos de aluminio + muestras

<b>Muestra</b>	<b>Masa (mg)</b>
Blanco	2332,4
Referencia	2358
RIL	2364
Duplicado de RIL	2364,9

A partir de estos resultados y de la ecuación 6 se pueden calcular los sólidos suspendidos:

$$\text{SS (mg/L)} = \frac{(2364 - 2354,9) * 1000}{5}$$

$$\text{SS (mg/L)} = 1820$$

$$\text{SS (mg/L)} = \frac{(2364,9 - 2355,8) * 1000}{5}$$

$$\text{SS (mg/L)} = 1820$$

**ANEXO 6**  
**“ANÁLISIS DE SUELOS”**

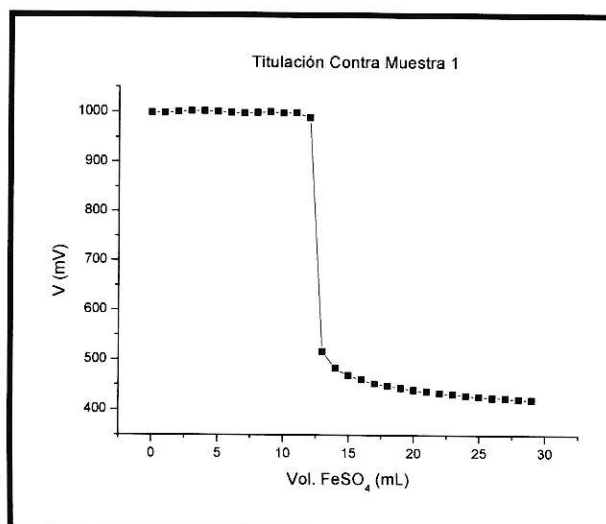
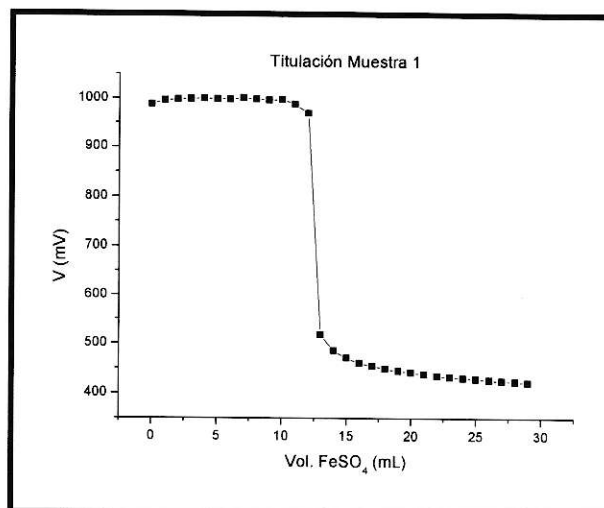
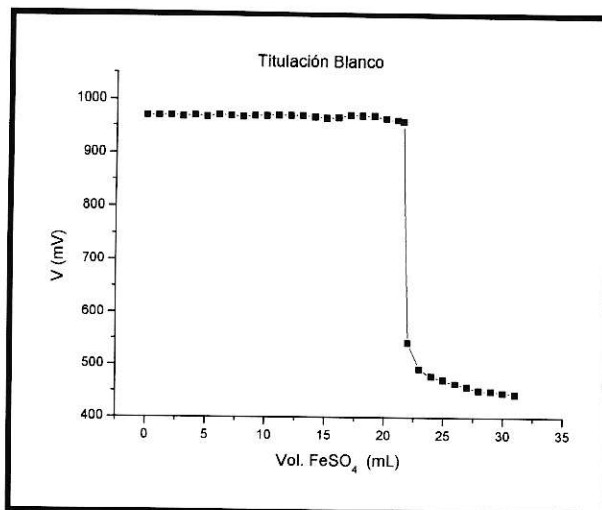
1. Determinación Materia Orgánica

Muestra 1

Tabla 22: Determinación materia orgánica Muestra 1

<b>Vol. FeSO<sub>4</sub> (mL)</b>	<b>Blanco V (mV)</b>	<b>Muestra V (mV)</b>	<b>Contra Muestra V (mV)</b>
0,0	970	988	999
1,0	970	996	998
2,0	971	998	1001
3,0	968	999	1002
4,0	971	1000	1002
5,0	968	999	1001
6,0	972	998	999
7,0	970	1001	998
8,0	968	999	999
9,0	970	997	1001
10,0	970	998	998
11,0	971	989	999
12,0	971	970	989
13,0	971	518	517
14,0	968	486	483
15,0	966	471	469
16,0	967	461	460
17,0	972	455	452
18,0	971	449	447
19,0	971	445	443
20,0	965	442	439
21,0	962	438	436
21,5	960	-	-
22,0	542	435	433
23,0	492	433	431
24,0	478	431	428
25,0	471	429	426
26,0	464	427	424
27,0	458	425	423
28,0	451	424	421
29,0	450	422	420

A partir de estos datos se construyen los gráficos: Vol.  $\text{FeSO}_4$  v/s Voltaje, tanto para el blanco como para las muestras. Estos se ilustran a continuación:



A estas curvas de titulación se les aplica el método de la segunda derivada a través del cual se obtiene el volumen gastado en cada una. Este valor corresponde a  $V_2$  que se reemplaza en la ecuación 3. El factor de humedad (fh) del suelo se determinó experimentalmente con los siguientes datos y utilizando la expresión descrita a continuación:

a = peso (gramos) suelo seco al aire + recipiente = 111,41  
 b = peso (gramos) suelo seco a 105° C + recipiente = 106,51  
 c = peso (gramos) recipiente = 59,12

$$\% H = \frac{a - b}{b - c} * 100$$

$$\% H = \frac{111,41 \text{ g} - 106,51 \text{ g}}{106,51 \text{ g} - 59,12 \text{ g}} * 100$$

$$\% H = 10,340$$

$$fh = \frac{100 + \%H}{100}$$

$$fh = 1,1034$$

Los cálculos del contenido de materia orgánica se muestran a continuación:

→ Muestra

$$\% C = \frac{(22 - 13) * 0,5 * 0,39 * 1,1034}{0,5}$$

$$\% C = 3,8729$$

$$\% \text{ Materia Orgánica} = 6,6769$$

Los cálculos para la contra muestra no se realizan ya que el volumen gastado en dicha titulación es el mismo que el gastado en la muestra, en consecuencia el valor de % C y de materia orgánica es el mismo.

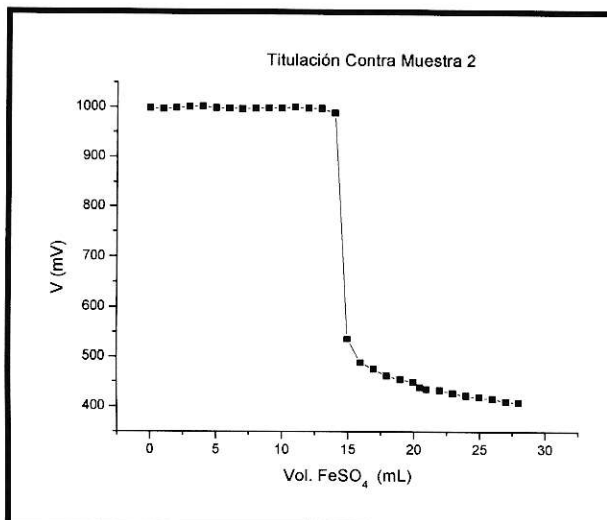
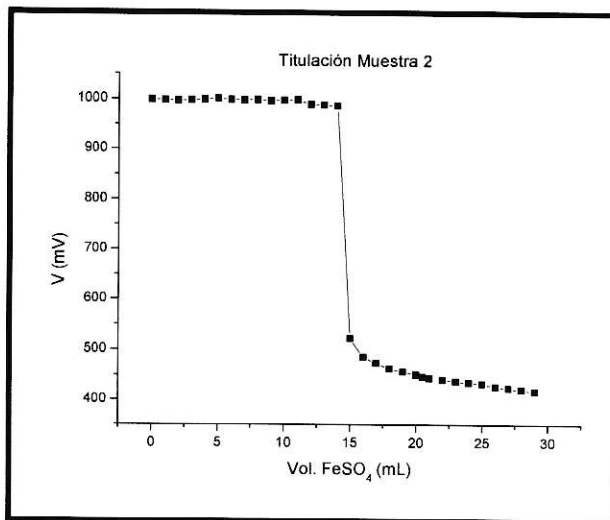
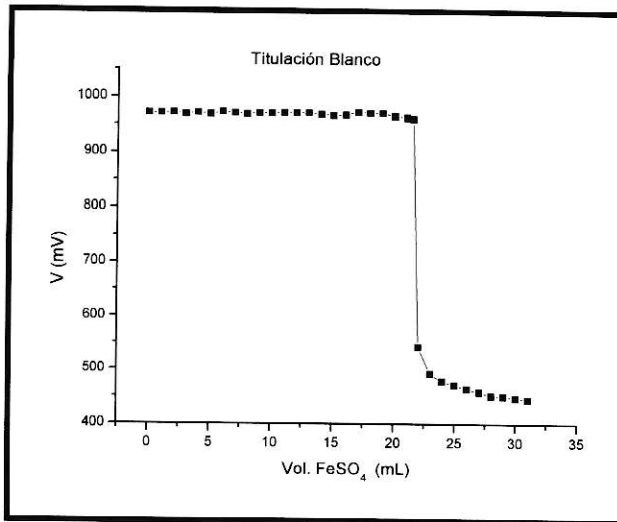


## Muestra 2

Tabla 23: Determinación materia orgánica Muestra 2

<b>Vol. FeSO<sub>4</sub> (mL)</b>	<b>Blanco V (mV)</b>	<b>Muestra V (mV)</b>	<b>Contra Muestra V (mV)</b>
0,0	970	999	998
1,0	970	998	997
2,0	971	997	999
3,0	968	998	1001
4,0	971	999	1002
5,0	968	1001	999
6,0	972	999	998
7,0	970	998	997
8,0	968	999	998
9,0	970	997	999
10,0	970	998	999
11,0	971	999	1001
12,0	971	990	999
13,0	971	989	998
14,0	968	987	989
15,0	966	522	536
16,0	967	486	489
17,0	972	474	475
18,0	971	463	462
19,0	971	457	455
20,0	965	451	450
20,5	-	447	439
21,0	962	444	435
21,5	960	-	-
22,0	542	441	433
23,0	492	438	427
24,0	478	435	422
25,0	471	433	419
26,0	464	427	416
27,0	458	424	411
28,0	451	421	409
29,0	450	418	-
30,0	447	-	-
31,0	444	-	-

A partir de estos datos se construyen los gráficos: Vol.  $\text{FeSO}_4$  v/s Voltaje, tanto para el blanco como para las muestras. Estos se ilustran a continuación:



A estas curvas de titulación se les aplica el método de la segunda derivada a través del cual se obtiene el volumen gastado en cada una. Este valor corresponde a  $V_2$  que se reemplaza en la ecuación 3. El factor de humedad (fh) del suelo se determinó experimentalmente con los siguientes datos y utilizando la expresión descrita a continuación:

a = peso (gramos) suelo seco al aire + recipiente = 125,44  
 b = peso (gramos) suelo seco a 105° C + recipiente = 121,94  
 c = peso (gramos) recipiente = 61,19

$$\% H = \frac{a - b}{b - c} * 100$$

$$\% H = \frac{125,44 \text{ g} - 121,94 \text{ g}}{121,94 \text{ g} - 61,19 \text{ g}} * 100$$

$$\% H = 5,761$$

$$fh = \frac{100 + \%H}{100}$$

$$fh = 1,0576$$

Los cálculos del contenido de materia orgánica se muestran a continuación:

→ Muestra

$$\% C = \frac{(22 - 15)}{0,5} * 0,5 * 0,39 * 1,0576$$

$$\% C = 2,8872$$

$$\% \text{ Materia Orgánica} = 4,9775$$

Los cálculos para la contra muestra no se realizan ya que el volumen gastado en dicha titulación es el mismo que el gastado en la muestra, en consecuencia el valor de % C y de materia orgánica es el mismo.

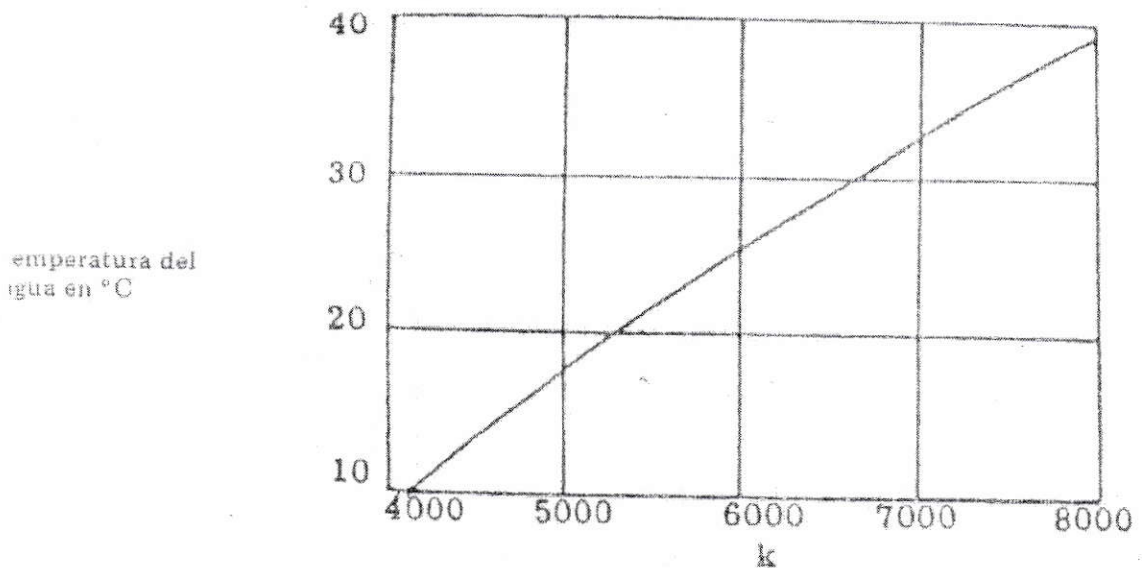
## 2. Determinación Textura

### Muestra 1

→ Determinación tiempo de sedimentación

Conocida la temperatura = 14°C se obtiene el valor de la constante K del siguiente gráfico. En este caso es 4500.

Figura 7: Determinación de K



Luego se reemplaza en la ecuación 2 para cada uno de los diámetros de las partículas:

$$V = 4500 * (0,002)^2$$

$$V = 0,018 \text{ cm/min}$$

La muestra desde los 3 cm es extraída pasadas 3 horas 18 minutos

$$V = 4500 * (0,05)^2$$

$$V = 11,25 \text{ cm/min}$$

La muestra desde los 10 cm es extraída pasados 53 segundos

→ Determinación limo + arcilla

Tabla 24: Determinación limo + arcilla Muestra 1

Peso Vaso	38,8287 g
Peso Vaso + Muestra	39,6943 g
Peso Muestra	0,8656 g
Peso Muestra seca a la estufa multiplicada por 40	34,624
Agente dispersante (- 1)	33,624
% (limo + arcilla)	$(33,624 * 100)/90,8778^* = 36,99$

$$90,8778^* = (100 * 47,52)/52,29$$

→ Determinación arcilla

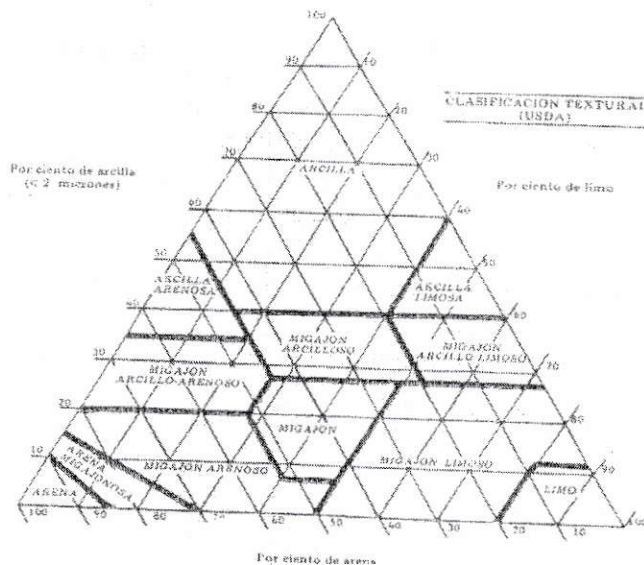
Tabla 25: Determinación arcilla Muestra 1

Peso Vaso	33,7125 g
Peso Vaso + Muestra	34,1919 g
Peso Muestra	0,4794 g
Peso Muestra seca a la estufa multiplicada por 40	19,176
Agente dispersante (- 1)	18,176
% arcilla	$(18,176 * 100)/90,8778^* = 20,0$

$$90,8778^* = (100 * 47,52)/52,29$$

De acuerdo a estos resultados la muestra de suelo analizada contiene un 20,0 % de arcilla, 16,99 % de limo y 63,01 % de arena. Según el Triangulo Textural el tipo de suelo es migajón arcillo - arenoso.

Figura 8: Triangulo Textural



## Contra Muestra 1

→ Determinación tiempo de sedimentación

Conocida la temperatura = 14°C se obtiene el valor de la constante K del siguiente gráfico. En este caso es 4500.

Luego se reemplaza en la ecuación 2 para cada uno de los diámetros de las partículas:

$$V = 4500 * (0,002)^2$$

$$V = 0,018 \text{ cm/min}$$

La muestra desde los 3 cm es extraída pasadas 3 horas 18 minutos

$$V = 4500 * (0,05)^2$$

$$V = 11,25 \text{ cm/min}$$

La muestra desde los 10 cm es extraída pasados 53 segundos

→ Determinación limo + arcilla

Tabla 26: Determinación limo + arcilla Contra Muestra 1

Peso Vaso	39,5161 g
Peso Vaso + Muestra	40,3876 g
Peso Muestra	0,8715 g
Peso Muestra seca a la estufa multiplicada por 40	34,86
Agente dispersante (- 1)	33,86
% (limo + arcilla)	$(33,86 * 100)/90,6292^* = 37,36$

$$90,6292^* = (100 * 47,39)/52,29$$

→ Determinación arcilla

Tabla 27: Determinación arcilla Contra Muestra 1

Peso Vaso	34,7242 g
Peso Vaso + Muestra	35,2250 g
Peso Muestra	0,5008 g
Peso Muestra seca a la estufa multiplicada por 40	20,032
Agente dispersante (- 1)	19,032
% arcilla	$(19,032 * 100)/90,6292^* = 21$

$$90,6292^* = (100 * 47,39)/52,29$$

De acuerdo a estos resultados la muestra de suelo analizada contiene un 21,00 % de arcilla, 16,36 % de limo y 62,64 % de arena. Según el Triangulo Textural el tipo de suelo es migajón arcillo - arenoso.

## Muestra 2

### → Determinación tiempo de sedimentación

Conocida la temperatura = 28 °C se obtiene el valor de la constante K del siguiente gráfico. En este caso es 6320.

Luego se reemplaza en la ecuación 2 para cada uno de los diámetros de las partículas:

$$V = 6320 * (0,002)^2$$

$$V = 0,025 \text{ cm/min}$$

La muestra desde los 3 cm es extraída pasadas 2 horas 3 segundos

$$V = 6320 * (0,05)^2$$

$$V = 15,8 \text{ cm/min}$$

La muestra desde los 10 cm es extraída pasados 37,97 segundos

### → Determinación limo + arcilla

Tabla 28: Determinación limo + arcilla Muestra 2

Peso Vaso	40,0123 g
Peso Vaso + Muestra	40,6357 g
Peso Muestra	0,6234 g
Peso Muestra seca a la estufa multiplicada por 40	24,936
Agente dispersante (- 1)	23,936
% (limo + arcilla)	$(23,936 * 100) / 94,6601^* = 25,29$

$$94,6601^* = (100 * 59,74) / 63,11$$

→ Determinación arcilla

Tabla 29: Determinación arcilla Muestra 2

Peso Vaso	35,7261 g
Peso Vaso + Muestra	35,9085 g
Peso Muestra	0,1824 g
Peso Muestra seca a la estufa multiplicada por 40	7,296
Agente dispersante (- 1)	6,296
% arcilla	$(6,296 * 100)/94,6601^* = 6,65$

$$94,6601^* = (100 * 59,74)/63,11$$

De acuerdo a estos resultados la muestra de suelo analizada contiene un 6,65 % de arcilla, 18,64 % de limo y 74,71 % de arena. Según el Triangulo Textural el tipo de suelo es migajón arenoso.

Contra Muestra 2

→ Determinación tiempo de sedimentación

Conocida la temperatura = 29 °C se obtiene el valor de la constante K del siguiente gráfico. En este caso es 6440.

Luego se reemplaza en la ecuación 2 para cada uno de los diámetros de las partículas:

$$V = 6440 * (0,002)^2$$

$$V = 0,0258 \text{ cm/min}$$

La muestra desde los 3 cm es extraída pasadas 2 horas 7 segundos

$$V = 6440 * (0,05)^2$$

$$V = 16,1 \text{ cm/min}$$

La muestra desde los 10 cm es extraída pasados 37,27 segundos



→ Determinación limo + arcilla

Tabla 30: Determinación limo + arcilla Contra Muestra 2

Peso Vaso	38,2873 g
Peso Vaso + Muestra	38,8737 g
Peso Muestra	0,5864 g
Peso Muestra seca a la estufa multiplicada por 40	23,456
Agente dispersante (- 1)	22,456
% (limo + arcilla)	$(22,456 * 100) / 94,5525^* = 23,75$

$$94,5525^* = (100 * 60,75)/64,25$$

→ Determinación arcilla

Tabla 31: Determinación arcilla Contra Muestra 2

Peso Vaso	35,1976 g
Peso Vaso + Muestra	35,4086 g
Peso Muestra	0,2110 g
Peso Muestra seca a la estufa multiplicada por 40	8,44
Agente dispersante (- 1)	7,44
% arcilla	$(7,44 * 100) / 94,5525^* = 7,87$

$$94,5525^* = (100 * 60,75)/64,25$$

De acuerdo a estos resultados la muestra de suelo analizada contiene un 7,87 % de arcilla, 15,88 % de limo y 76,25 % de arena. Según el Triangulo Textural el tipo de suelo es migajón arenoso.

### 3. Determinación de Estructura

Las densidades se calculan a partir de los datos registrados y de las siguientes expresiones:

$$D_r = \frac{\text{Masa sólido seco a la estufa}}{\text{Volumen desplazado}}$$

$D_r$  = Densidad real

$$D_a = \frac{\text{Masa sólido seco a la estufa}}{100 \text{ mL}}$$

$D_a$  = Densidad aparente

#### Muestra 1

Tabla 32: Densidad aparente Muestra 1

Peso del cilindro y 100 mL de suelo seco al aire	146,59 g
Peso del cilindro	42,30 g
Peso de 100 mL de suelo seco al aire	104,29 g
Peso de 50 mL de muestra seca al aire	52,29 g
Peso de 50 mL de muestra seca a la estufa	47,39 g
Peso de 100 mL de suelo seco a la estufa (determinado por la relación del suelo seco a la estufa)	90,629 g
Densidad Aparente	0,906 g/mL

Tabla 33: Densidad real Muestra 1

Volumen de la mezcla de suelo y agua	78 mL
Volumen del agua empleada	50 mL
Agua desplazada (volumen de sólidos del suelo)	28 mL
Peso del suelo seco a la estufa empleado	47,39 g
Densidad Real	1,693 g/mL

## Contra Muestra 1

Tabla 34: Densidad aparente Contra Muestra 1

Peso del cilindro y 100 mL de suelo seco al aire	146,34 g
Peso del cilindro	42,14 g
Peso de 100 mL de suelo seco al aire	104,2 g
Peso de 50 mL de muestra seca al aire	52,29 g
Peso de 50 mL de muestra seca a la estufa	47,52 g
Peso de 100 mL de suelo seco a la estufa (determinado por la relación del suelo seco a la estufa)	90,878 g
Densidad Aparente	0,909 g/mL

Tabla 35: Densidad real Contra Muestra 1

Volumen de la mezcla de suelo y agua	77 mL
Volumen del agua empleada	50 mL
Agua desplazada (volumen de sólidos del suelo)	27 mL
Peso del suelo seco a la estufa empleado	47,52 g
Densidad Real	1,760 g/mL

## Muestra 2

Tabla 36: Densidad aparente Muestra 2

Peso del cilindro y 100 mL de suelo seco al aire	167,76 g
Peso del cilindro	42,54 g
Peso de 100 mL de suelo seco al aire	125,22 g
Peso de 50 mL de muestra seca al aire	63,11 g
Peso de 50 mL de muestra seca a la estufa	59,74 g
Peso de 100 mL de suelo seco a la estufa (determinado por la relación del suelo seco a la estufa)	94,660 g
Densidad Aparente	0,947 g/mL

Tabla 37: Densidad real Muestra 2

Volumen de la mezcla de suelo y agua	80 mL
Volumen del agua empleada	50 mL
Agua desplazada (volumen de sólidos del suelo)	30 mL
Peso del suelo seco a la estufa empleado	59,74 g
Densidad Real	1,991 g/mL

Contra Muestra 2

Tabla 38: Densidad aparente Contra Muestra 2

Peso del cilindro y 100 mL de suelo seco al aire	162,65 g
Peso del cilindro	36,89 g
Peso de 100 mL de suelo seco al aire	125,76 g
Peso de 50 mL de muestra seca al aire	64,25 g
Peso de 50 mL de muestra seca a la estufa	60,75 g
Peso de 100 mL de suelo seco a la estufa (determinado por la relación del suelo seco a la estufa)	94,553 g
Densidad Aparente	0,946 g/mL

Tabla 39: Densidad real Contra Muestra 2

Volumen de la mezcla de suelo y agua	86 mL
Volumen del agua empleada	50 mL
Agua desplazada (volumen de sólidos del suelo)	36 mL
Peso del suelo seco a la estufa empleado	60,75 g
Densidad Real	1,688 g/mL