

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



**“Propuesta de un Método Aprovechamiento de los Residuos Orgánicos
Generados en el Proceso Productivo de la Empresa San Nicolás Wines”**

Por

Manuel Alejandro Macaya Flores

Macarena Alejandra Ponce Solís

Trabajo de Título para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería
y título de Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía. María Angélica Gómez

Enero, 2018

Agradecimientos

Primero que todo, agradecer a mis padres puesto que sin ellos ninguno de los logros obtenidos en mi vida se hubieran podido concretar.

También quiero agradecer a mi compañera de tesis, amiga y compañera de vida de estos últimos años, Macarena Ponce por su entrega, dedicación, comprensión, amor y apoyo incondicional.

Agradecer infinitamente a mis familiares que siempre estuvieron expectantes y preocupados por el desarrollo de mi carrera universitaria y profesional.

Y finalmente y por supuesto no menos importante agradecer a cada uno de mis amigos que siempre confiaron en mis capacidades y a cada una de las personas que se cruzaron en mi camino dándome una palabra de aliento para esta ardua etapa que finaliza.

Manuel Macaya Flores.

“Que sea justa toda forma de amor”

Agradezco a mis padres que lo han dado todo por nosotras, me han permitido tener una vida completamente feliz y espero poder retribuirles eso y más.

Gracias a mis tatas, Pamela, Claudia y en general a mi familia que siempre me han apoyado en cada minuto de mi vida y los valoro inmensamente.

A mis amigas de la vida y a Valentín que siempre estaremos juntos, ya sea en los buenos y en los malos momentos. A mis amigos que conocí en la universidad, con los cuales viví una de las etapas más lindas de mi vida y que jamás los olvidaré. Especialmente agradecerte a ti Manolo, mi compañero de tesis, una persona completamente inteligente en muchos sentidos fue un proceso largo y no siempre bueno, pero contigo siempre encontrábamos las soluciones, lo mejor que me dejó esta experiencia fue nuestra amistad.

Macarena Ponce Solís.

“Que sea justa toda forma de amor”

Índice

Lista de Tablas.....	7
Lista de Figuras	8
Lista de ecuaciones.....	10
Lista de abreviaturas.....	12
Glosario	13
Resumen.....	17
Abstract.....	19
Introducción.....	21
Capítulo 1 Antecedentes Generales.....	22
1.1 Antecedentes de la empresa.....	22
1.2 Situación actual.....	24
1.3 Planteamiento del problema.....	26
1.4 Objetivos.....	28
1.4.1 Objetivo general.....	28
1.4.2 Objetivos específicos.....	28
Capítulo 2 Estado del Arte.....	29
2.1 Corretaje.....	29
2.2 Situación internacional del mercado del vino.....	30
2.2.1 Aprovechamiento de residuos en viñas a nivel internacional.....	31
2.3 Situación nacional del mercado del vino.....	32
2.3.1 Situación actual de residuos en Chile.....	33
2.3.2 Aprovechamiento de residuos en viñas a nivel nacional.....	37
Capítulo 3 Marco Teórico.....	39
3.1 Tipos de contaminación.....	39

3.1.1 Contaminación atmosférica.....	39
3.1.2 Contaminación del suelo.....	41
3.2 Clasificación de residuos.....	44
3.2.1 Por riesgo.....	44
3.2.2 Por origen.....	45
3.3 Aprovechamiento de residuos orgánicos.....	47
3.3.1 Tratamiento biológico y químico.....	47
3.4 Matrices del rango de actuación.....	57
Capítulo 4 Metodología.....	60
4.1 Proceso Productivo.....	60
4.1.1 Levantamiento de información del proceso productivo.....	62
4.2 Caracterización de los residuos.....	69
4.3 Emisiones producidas año 2017.....	69
4.3.1 Calculo de emisiones en condiciones anaeróbicas.....	70
4.3.2 Calculo de emisiones en condiciones aeróbicas.....	74
4.4 Emisiones para el año 2018.....	77
4.5 Selección de alternativas a evaluar.....	78
4.6 Factibilidad técnica planta compostaje.....	83
4.6.1 Operaciones unitarias.....	85
4.6.2 Potencial de producción de compost.....	89
4.6.3 Equipos y maquinarias.....	92
4.6.4 Diseño y dimensionamiento de la planta de compostaje.....	96
4.7 Factibilidad técnica planta digestión anaeróbica.....	102
4.7.1 Operaciones unitarias.....	103
4.7.2 Cálculo volumen reactor y potencial de generación de biogás.....	107

4.7.3 Equipos y maquinarias	113
4.8 Factibilidad económica planta de compostaje	120
Conclusiones y recomendaciones.....	132
Bibliografía.....	135
Anexos	139

Lista de Tablas

Tabla 2.1 Generación de residuos por sectores industriales	35
Tabla 3.1 Caracterización de los residuos vitivinícolas	47
Tabla 4.1 Resumen residuos por proceso.	67
Tabla 4.2 Caracterización de los residuos	69
Tabla 4.3 Volumen de residuos producción 2017	70
Tabla 4.4 Características de los residuos en condiciones anaeróbicas	71
Tabla 4.5 Composición de gases del total de las emisiones anaeróbicas	74
Tabla 4.6 Resumen emisiones año 2017 San Nicolás Wines	77
Tabla 4.7 Resumen emisiones año 2018.	77
Tabla 4.8 Resumen residuos por proceso año 2017	84
Tabla 4.9 Emisiones Planta compostaje año 2018	92
Tabla 4.10 Densidad de las materias primas	97
Tabla 4.11 Capacidad planta de compostaje	99
Tabla 4.12 Parámetros de los residuos en condiciones anaeróbicas	111
Tabla 4.13 Costos materia prima	121
Tabla 4.14 Costos de inversión básica	122
Tabla 4.15 Costos de inversión requerimientos adicionales	122
Tabla 4.16 Consumo de energía	123
Tabla 4.17 Consumo combustible	124
Tabla 4.18 Costo de mano de obra	124
Tabla 4.19 Costos de mantenimiento maquinaria de uso constante	125
Tabla 4.20 Costos de mantenimiento de maquinaria menor	126
Tabla 4.21 Depreciación inversión básica	126
Tabla 4.22 Depreciación inversión requerimientos adicionales	127
Tabla 4.23 Costo de activos diferidos	127
Tabla 4.24 Indicadores del proyecto con requerimientos básicos	130
Tabla 4.25 Indicadores del proyecto con requerimientos adicionales	130
Tabla 4.26 Análisis de sensibilidad con requerimientos básicos	131
Tabla 4.27 Análisis de sensibilidad con requerimientos adicionales	131

Lista de Figuras

Figura 1.1 Estructura organizacional de San Nicolás Wines	24
Figura 1.2 Evolución ventas San Nicolás	24
Figura 1.3 Evolución uva procesada San Nicolás	25
Figura 2.1 Evolución de la producción mundial de vino	31
Figura 2.2 Resumen análisis internacional	32
Figura 2.3 Producción de vino en Chile	33
Figura 2.4 Generación de Residuos Industriales por PIB	34
Figura 2.5 Jerarquía de gestión integral de residuos	36
Figura 2.6 Resumen análisis nacional	37
Figura 3.1 Causas más comunes de contaminación al suelo	42
Figura 3.2 Variación de pH en suelos	43
Figura 3.3 Clasificación de Residuos	44
Figura 3.4 Diagrama proceso digestión anaeróbica	49
Figura 3.5 Evolución del proceso de compostaje	55
Figura 3.6 Diagrama proceso compost	55
Figura 3.7 Matriz rangos de actuación	58
Figura 4.1 Diagrama proceso productivo San Nicolás Wines	60
Figura 4.2 Diagrama proceso recepción	63
Figura 4.3 Diagrama proceso despalillado y estrujado	63
Figura 4.4 Diagrama proceso fermentación alcohólica	64
Figura 4.5 Diagrama proceso fermentación maloláctica	65
Figura 4.6 Diagrama proceso clarificación	65
Figura 4.7 Diagrama proceso filtración	66
Figura 4.8 Diagrama de proceso etapa final	66
Figura 4.9 Diagrama general de procesos	67
Figura 4.10 Ubicación depósito residuos	68
Figura 4.11 Depósito de los residuos orgánicos San Nicolás Wines	68
Figura 4.12 Denominación de las alternativas a considerar	79
Figura 4.13 Matriz de resultados obligatorios	80

Figura 4.14 Criterios de calificación	80
Figura 4.15 Matriz de resultados esperados	82
Figura 4.16 Localización propuesta	83
Figura 4.17 Diagrama del proceso de compostaje	88
Figura 4.18 Chipeadora Kosner	93
Figura 4.19 Cargador frontal AOLITE ZL-922	93
Figura 4.20 Aspersor Impacto VYR 150	94
Figura 4.21 Tolva de descarga	95
Figura 4.22 Balanza electrónica con batería incorporada recargable	95
Figura 4.23 Selladora de sacos ESV600	96
Figura 4.24 Plano N°1 Planta de compostaje	98
Figura 4.25 Plano N°2 Planta de compostaje	100
Figura 4.26 Dimensionamiento estructura techo plana de compostaje	101
Figura 4.27 Cortinas planta de compostaje	102
Figura 4.28 Diagrama proceso de producción de biogás	106
Figura 4.29 Sistema de tornillo sin fin	114
Figura 4.30 Prototipo Biodigestor	115
Figura 4.31 Planta de tratamiento de biogás	116
Figura 4.32 Gasómetros	117
Figura 4.33 Diagrama planta generadora de electricidad	118

Lista de ecuaciones

Para efectos de la presente memoria de título, se dan a conocer las ecuaciones utilizadas dentro de la metodología aplicada.

$$ST = V * \varphi * \frac{S_T}{100} * \frac{(100 - C_A)}{100} \quad (1)$$

ST: Cantidad sólidos en el residuo sin capacidad de aireación [kg]

V: Volumen del residuo [m³]

φ: Densidad del residuo $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

S_T: Porcentaje de sólidos totales del residuo

C_A: Porcentaje expresado en volumen de la capacidad de aireación del residuo.

$$PG = MPC * \frac{SV}{100} * P \quad (2)$$

PG: Potencial de generación del gas [m³]

MPC : Materia orgánica seca [ton]

SV : Porcentaje de sólidos volátiles de la materia orgánica

P : Rendimiento del biogás de la materia orgánica $\left[\frac{m^3}{ton}\right]$

$$ST = V * \varphi * \frac{S_T}{100} * \frac{C_A}{100} \quad (3)$$

ST: Cantidad sólidos en el residuo con capacidad de aireación [kg]

V: Volumen del residuo [m³]

φ: Densidad del residuo $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

S_T : Porcentaje de solidos totales del residuo

C_A : Porcentaje expresado en volumen de la capacidad de aireación del residuo.

$$V_{cd} = V_{MO} + V_{H2O} \quad (4)$$

V_{cd} : Volumen de carga diaria $\left[\frac{m^3}{d}\right]$

V_{MO} : Volumen de materia orgánica en la carga diaria $\left[\frac{m^3}{d}\right]$

V_{H2O} : Volumen de agua en la carga diaria $\left[\frac{m^3}{d}\right]$

$$TRH = (-51,227 \times \ln(T^\circ)) + 206,72 \quad (5)$$

TRH : Tiempo de retención hidráulica [d]

T° : Temperatura del interior del reactor en grados Celsius

$$V_B = TRH \times V_{cd} \times 1,2 \quad (6)$$

V_B : Volumen biodigestor $[m^3]$

1,2 : Factor de almacenamiento adicional para el volumen del gas

$$E(R_i) = R_f + \beta (R_m - R_f) \quad (7)$$

$E(R_i)$: Retorno del activo i

R_f : Retorno del activo libre de riesgo.

B : Riesgo de la industria

R_m : Retorno del portafolio de mercado

Lista de abreviaturas

AMCHAM: Cámara Chilena Norteamericana de Comercio

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente

CTME: Fundación Centro Tecnológico de Miranda de Ebro

DICYT: Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Colombia

MMA: Ministerio del Medio Ambiente

OIV: Organización Internacional de la Viña y el Vino

Glosario

Para efectos de la presente memoria de título, todas las referencias, palabras y frases que se encuentran contenidas en su texto tienen el siguiente significado.

- 1) **Abiótico**: Medio que, por sus características, no puede albergar ninguna forma de vida.
- 2) **Acetato**: Sal formada por combinación del ácido acético y una base, es soluble en agua y se obtiene con facilidad al tratar el ácido acético con óxidos o carbonatos en solución acuosa.
- 3) **Ácido acético**: Ácido orgánico soluble en agua.
- 4) **Ácido láctico**: Es un compuesto químico que desempeña importantes roles en varios procesos bioquímicos, como la fermentación láctica
- 5) **Ácido málico**: Producto intermediario del metabolismo del racimo, acumulándose de manera importante en la fase inicial de la formación de las uvas, siendo los azúcares los responsables de su formación
- 6) **Ácidos débiles**: No se disocian completamente con el agua, es decir, liberan una parte pequeña de sus iones de H^+ . Los Ácidos débiles no suelen causar daños en bajas concentraciones.
- 7) **Ácidos Fúlvicos**: Compuestos insoluble y aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en suelo.
- 8) **Ácidos húmicos**: Compuestos solubles y aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en suelo.
- 9) **Acuíferos**: Formaciones geológicas del suelo en las cuales se encuentra agua y son permeables permitiendo así el almacenamiento de agua en espacios subterráneos
- 10) **Alcohol etílico**: Conocido como etanol, se encuentra en las bebidas alcohólicas producido por las levaduras.
- 11) **Aminoácidos**: Los aminoácidos son compuestos orgánicos que se combinan para formar proteínas. Los aminoácidos y las proteínas son los pilares fundamentales de la vida.

- 12) **Antropógenos:** Es un tecnicismo usado en diversas disciplinas científicas con el sentido general de ‘perteneciente o relativo al ser humano’
- 13) **Bacterias hidrolíticas:** Son las bacterias que llevan a cabo las reacciones de hidrólisis y acidogénesis son anaerobias.
- 14) **Bacterias lácticas:** Microorganismos cuya característica definitoria es la producción de ácido láctico a partir de la fermentación de azúcares
- 15) **Bacterias metanogenas:** Son un grupo especializado de bacterias anaerobias obligadas que descompone la materia orgánica y forma metano.
- 16) **Celulosa:** Sustancia sólida, blanca, amorfa, inodora y sin sabor, e insoluble en agua, alcohol y éter, que constituye la membrana celular de muchos hongos y vegetales.
- 17) **Contaminación:** La contaminación es la introducción de algún tipo de sustancia o energía que atentará contra el normal funcionamiento y equilibrio que ostentaba el medio inicialmente, provocando además un daño casi irreversible.
- 18) **Digestato:** Subproducto semi líquido resultante de la digestión anaeróbica que tiene un uso potencial como fertilizante orgánico.
- 19) **Fango:** Lodo orgánico generado como subproducto de la generación de biogás.
- 20) **Fermentación entérica:** Fermentación que se produce en el aparato digestivo de los rumiantes generando gas metano.
- 21) **Flocular:** Proceso químico mediante el cual, se aglutinan o agrupan sustancias presentes en el agua.
- 22) **Grupos carboxilos:** Compuestos orgánicos con propiedades ácidas.
- 23) **Grupos fenólicos:** Compuestos cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a al menos un grupo funcional. Muchos son clasificados como metabolitos secundarios de las plantas.
- 24) **Humus:** Sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos provenientes de la descomposición de estos.
- 25) **Levaduras:** Organismos eucariontes con capacidad de realizar la descomposición mediante la fermentación.
- 26) **Lignina:** Sustancia natural que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales, a las cuales da dureza y resistencia.

- 27) Lixiviados:** Líquido que se ha filtrado procedente de los residuos dispuestos. Debido a su carga bacteriológica y química deben ser tratados antes de verterlos en medios naturales ya que pueden contaminar las aguas superficiales, subterráneas o el suelo.
- 28) Microorganismos acetogenos:** Bacterias anaerobias que producen acetato a partir de diversas fuentes de energía.
- 29) Monosacáridos:** Son los azúcares que constituyen las unidades monómeras de los hidratos de carbono para formar los polisacáridos.
- 30) Napas subterráneas:** Las napas son capas de agua subterránea ubicadas a diferentes alturas en el perfil del subsuelo. Estas son susceptibles de ser alcanzadas por contaminantes de diversa naturaleza: orgánica, inorgánica, etc.
- 31) Nitrificación:** Es la oxidación biológica de amonio con oxígeno en nitrito, seguido por la oxidación de esos nitritos en nitratos. La nitrificación es una etapa importante en el ciclo del nitrógeno en los suelos.
- 32) Organismos mesófilos:** Bacteria que descompone la materia orgánica a temperaturas que oscilan entre 30 y 40 C.
- 33) Organismos termófilos:** Organismos vivos que necesitan temperaturas elevadas para su normal desarrollo. Microorganismos cuya temperatura óptima está por encima de los 45 °C pudiendo superar incluso los 100°C
- 34) Ozono estratosférico:** Es una capa de ozono que actúa de forma beneficiosa absorbiendo radiación UV proveniente del sol y evitando así que llegue a la superficie de la Tierra.
- 35) Percolación:** Es el proceso de filtración del agua a las capas profundas del terreno.
- 36) Plaguicidas:** Sustancia destinada a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, durante la producción.
- 37) Polimerización:** Proceso mediante el cual las moléculas simples, iguales o diferentes, reaccionan entre sí por adición o condensación y forman otras moléculas de peso doble, triple, etc.
- 38) Polisacáridos:** Los polisacáridos son polímeros cuyos constituyentes (sus monómeros) son monosacáridos, los cuales se unen repetitivamente mediante enlaces glucosídicos.
- 39) Pulpa de uva:** Parte sólida del mosto fermentado compuesta principalmente hollejo y pepas de uva.

- 40) Reacciones fotoquímicas:** Reacción que procede con la absorción de luz. Normalmente, una reacción (no sólo una reacción fotoquímica) ocurre cuando una molécula gana la energía de activación necesaria para experimentar cambios
- 41) Receptor ionotrópico:** Son estructuras proteicas de la membrana plasmática neuronal que funcionan como canales iónicos específicos para determinados iones. Al ser canales iónicos este tipo de receptores participan en las respuestas rápidas, excitadoras o inhibitoras, que dan las neuronas.
- 42) Residuo:** es todo elemento que está considerado como un desecho al cual hay que eliminar. Se supone, por lo tanto, que el residuo carece de valor económico
- 43) RILES:** Los residuos industriales líquidos son aguas de desecho generadas en establecimientos industriales como resultado de un proceso, actividad o servicio. Se caracterizan por contener elevadas concentraciones de elementos contaminantes.
- 44) Sedimentar:** Decantar, proceso donde una partícula o elemento deja de flotar y comienza a caer al fondo.
- 45) Sumidero:** El sumidero es una abertura o conducto que existe en suelos y que permite el desague de agua natural que proviene normalmente de la lluvia o de otro tipo de corriente de agua como ríos o arroyos.
- 46) Tamiz:** Elemento que cumple la función de separar la pulpa del jugo en el proceso.
- 47) Uva corriente:** cepas corrientes que permiten generar vinos de calidad media.
- 48) Uva de alta gama:** Cepas más caras y preferidas por los clientes, puesto que permiten generar vinos de alta gama.
- 49) Uva procesada:** Se hace referencia a la uva ingresada al proceso productivo de generación de vino, ya sea uva de cosecha propia, comprada o uva de terceros.
- 50) Vendimia:** Periodo en que es cosechada la uva.
- 51) Vid:** Planta de la uva.
- 52) Vinícola:** Del vino, de su elaboración o de su comercio, o relacionado con ellos.
- 53) Vino clarificado:** Vino que procede de la etapa de clarificación.
- 54) Vitivinícola:** Relativo a la vid y a la elaboración del vino
- 55) Zumo fermentado:** Líquido proveniente de la fermentación Maloláctica.
- 56) Zumo:** Parte líquida del mosto fermentado, procedente del proceso de descube.

Resumen

El presente estudio se centra en el problema ambiental industrial, generado por la contaminación de residuos orgánicos y sus emisiones resultantes del proceso productivo de las empresas. En este caso se desarrolla en una empresa de corretaje correspondiente a la industria vitivinícola chilena.

En la actualidad las empresas se deben hacer cargo de sus residuos, por lo cual el Ministerio del Medio Ambiente de Chile propone la Política de Gestión Integral de Residuos, que tiene como objetivo lograr que el manejo de los residuos sólidos se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, proporcionando una visión integral de los residuos que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector [MMA.GOB11], donde lo primero y más deseable es prevenir su generación y como última instancia eliminarlos. Para el caso de San Nicolás Wines resulta imposible el prevenir su generación puesto que son residuos que se generan en consecuencia de su proceso productivo, además, teniendo en cuenta que la empresa se encuentra en plena etapa de crecimiento, es que se busca un método de aprovechamiento de estos con el fin de no seguir incumpliendo el artículo 11 del decreto de ley 3.557 acerca de las disposiciones sobre protección agrícola, donde se establece que cualquier entidad que manipule productos susceptibles de contaminar la agricultura debe adoptar oportunamente las medidas técnicas y prácticas que sean procedentes a fin de evitar o impedir dicha contaminación. Por lo tanto, el objetivo principal de esta memoria es diseñar un Sistema de Gestión Integral de Residuos para el proceso productivo de la empresa San Nicolás Wines, con el propósito de aprovechar los residuos orgánicos vitivinícolas.

Mediante un levantamiento de información del proceso productivo del año 2017 se establecen los recursos disponibles para la propuesta junto con las emisiones generadas por la empresa. Luego con las distintas alternativas de aprovechamientos de residuos orgánicos vitivinícolas se construye la matriz de rangos de actuación con el fin de seleccionar las alternativas a evaluar. Posterior a esto se realiza el análisis de factibilidad técnica que considera los requerimientos de cada una de las propuestas junto con sus respectivos procesos. Finalmente se realiza la evaluación económica, donde serán analizados distintos escenarios y

en base a los indicadores obtenidos la empresa podrá tomar la mejor decisión para cumplir con su estrategia de crecimiento.

Los resultados de esta investigación indican que la alternativa de una planta de compostaje es factible para la empresa, debido a que se adapta a las necesidades de esta y a los recursos que posee. Por otra parte, permite a San Nicolás Wines eliminar las emisiones de metano que contribuyen al calentamiento global y además generar un subproducto que puede ser comercializado por esta.

Abstract

The present study focused on the environmental problems generated by industrial pollution of organic waste and emissions resulting from the production process of the companies. In this case develops in a brokerage firm corresponding to the Chilean wine industry.

At present, the companies should be responsible for their waste, for which the Ministry of the Environment of Chile proposed the Policy of Integral Waste Management, which aims to make the management of solid waste are carried out with the minimum risk to the health of the population and the environment, by providing a comprehensive vision of the waste that will ensure a sustainable and efficient development of the sector [MMA.GOB11], where the first and most desirable is to prevent their production and as a last resort to eliminate them. In the case of the San Nicolas Wines it is impossible to prevent his generation because they are waste that are generated as a result of its productive process, in addition, taking into account that the firm is in full growth stage, is that you are looking for a method of use of these in order not to be in breach of article 11 of the decree of law 3,557 about the provisions on agricultural protection, which states that any entity that handle products which may contaminate agriculture must take timely measures techniques and practices that are appropriate in order to avoid or prevent such pollution. Therefore, the main objective of this report is to design a System of Integral Management of waste for the production process of the company San Nicolas Wines, with the intent to make wine organic waste.

Through mapping information in the production process of the year 2017 set out the resources available for the proposal together with the emissions generated by the company. Then with the alternative uses of waste organic wine builds the array of ranges of performance in order to select the alternatives to evaluate. After this is done the technical feasibility analysis that considers the requirements of each one of the proposals together with their respective processes. Finally the economic evaluation, which will be analyzed various scenarios and on the basis of the indicators obtained the company can make the best decision to comply with its growth strategy.

The results of this research suggest that the alternative of a composting plant is feasible for the company, due to that adapts to the needs of this and the resources it possesses. On the other hand, allows San Nicolas Wines eliminate methane emissions that contribute to global warming and also generate a by-product that can be marketed by this.

Introducción

Toda empresa del sector industrial genera residuos como consecuencia de su proceso productivo, los cuales pueden ser peligrosos o no, pero de igual forma contribuyen a la contaminación. Actualmente, existe mayor preocupación sobre este tema por parte de las industrias, ya que la conservación de la biodiversidad, la gestión de residuos y emisiones se encuentran regidas por la normativa ambiental, la cual establece leyes y prácticas a seguir con el objetivo de disminuir el impacto ambiental que generan sus procesos.

A nivel nacional, según el último reporte del manejo de residuos sólidos en Chile elaborado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente en el año 2010 indica que el sector industrial generó un total de 10,4 millones de toneladas aproximadamente, de los cuales la industria agrícola y forestal ocupa el tercer puesto con un 15% de la cifra mencionada anteriormente. [CONAMA10]

La industria vinícola y vitivinícola del país se encuentran inmersas bajo el negocio del corretaje de vinos y uva, el cual consiste en ser el intermediario entre los pequeños y medianos productores de uva, vino y sus compradores. La empresa San Nicolás Wines corresponde a uno de estos y ha experimentado un crecimiento exponencial dentro de los últimos años, considerando que en el 2017 duplicó sus ventas respecto al año anterior, alcanzando un total de 80 millones de litros de vino y 8 mil toneladas de uva procesada. Para el 2018 el plan estratégico de la empresa es duplicar la producción del 2017. Como consecuencia de su proceso productivo se generan residuos orgánicos que contribuyen a la contaminación del suelo, las napas subterráneas y emisiones a la atmósfera que favorecen al efecto invernadero. Al no responsabilizarse de estos residuos, la empresa actualmente se encuentra incumpliendo el artículo 11 del decreto de ley 3.557 acerca de las disposiciones sobre protección agrícola, lo cual podría terminar incluso en el cierre total y permanente de sus actividades. Es por esto que se buscan alternativas de aprovechamiento de residuos orgánicos que permitan solucionar este problema. Para lo cual se realiza un levantamiento de información respecto a las emisiones a la atmósfera y la cuantificación y clasificación de los residuos orgánicos generados en el proceso productivo de la viña actualmente. Posterior a esto se investigan y analizan las distintas técnicas utilizadas para el aprovechamiento de estos residuos.

Capítulo 1 Antecedentes Generales

1.1 Antecedentes de la empresa

Antonio Puntí Ferrer siguiendo una tradición familiar, funda San Nicolás Wines el año 1996, con la finalidad de dedicarse a la comercialización y corretaje de vinos en Chile y en el extranjero.

Como empresa de corretaje San Nicolás Wines se encarga de recibir los requerimientos del cliente, buscar una bodega, ya sea en Chile o en Argentina, identificar el vino o uva que se requiere y ver si estos cumplen con las necesidades del cliente. Luego se monitorea el proceso logístico que implica documentación, coordinación de naves y despacho de muestras iniciales para confirmar el negocio. Además, cabe destacar que esta empresa al poseer una planta procesadora, en algunos casos adquiere la uva para ser procesada y vendida como vino, esto ocurre cuando el tipo de vino requerido no se encuentra dentro del mercado.

A medida que el negocio comenzó a evolucionar, fue necesario contar con un porcentaje de producción propia con el fin de adaptarse a las necesidades del mercado, es por esto, que en el 2004 realizaron un emprendimiento, comprando tierras en el Valle de Cachapoal, donde plantaron las primeras hectáreas correspondientes a Valle Secreto. Mientras que en el 2010 decidieron plantar 70 hectáreas de cepas como Cabernet, Merlot y Syrah en un campo de Rengo, además de construir su propia bodega en la planta de Requínoa, es aquí donde nació la Viña Puntí Ferrer.

Valle secreto es una viña boutique con una producción de 500.000 litros anuales, se encuentra ubicada en el Valle de Cachapoal y cuenta con 45 hectáreas dedicadas a la producción de vinos premium. Posee una bodega de forma semicircular y pequeños estanques de acero inoxidable que van desde los 3.500 a los 7.500 litros. El vino producido se lleva a las dependencias de la planta productiva en Requínoa con el fin de ser embotellado y posteriormente comercializado. Valle secreto ofrece tres líneas de vinos: Profundo, Private y First Edition.

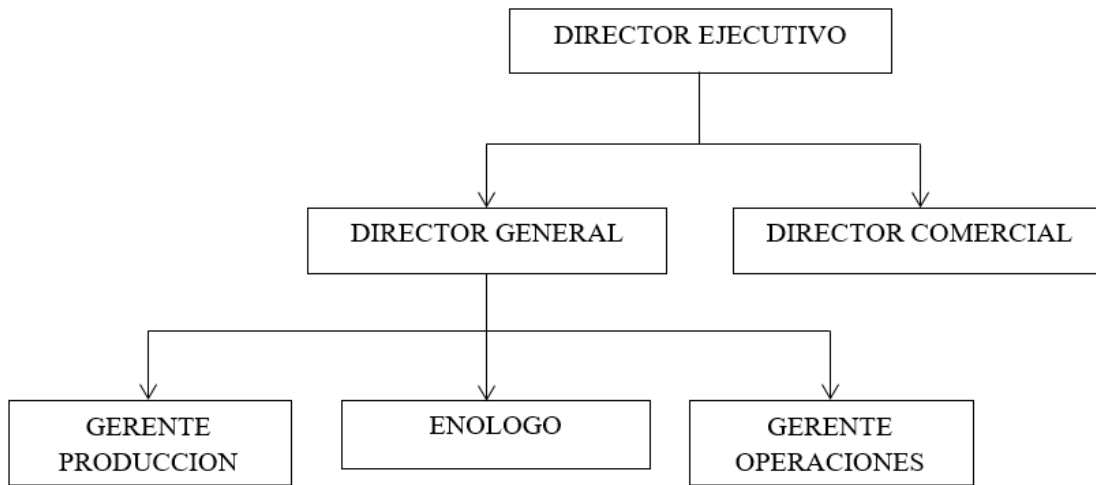
Viña Puntí Ferrer posee dos campos, uno en Rengo con 70 hectáreas y otro ubicado en El Huique VI Región de Chile con 115 hectáreas. Mediante una serie de procesos, el vino

logra adquirir un valor agregado en base a su textura, sabor y color. La viña ofrece tres líneas: Clásicos (Sauvignon blanc, chardonnay, merlot, cabernet Sauvignon, carmenere y rosé), Reservas (chardonnay, cabernet Sauvignon y pinot noir) y Gran Reserva (cabernet Sauvignon y un blend de carmeere con cabertnet sauvignon). A diferencia de Valle secreto, Puntí Ferrer no posee bodega de producción, por lo tanto, la cosecha generada es llevada a la planta productiva de San Nicolás Wines, para ser procesada, embotellada y comercializada.

La calidad de los servicios para San Nicolás es fundamental, ya que desde sus inicios se ha enfocado en la mejora de procesos, actualmente cuentan con la certificación de calidad ISO 9001. En el año 2015 lograron disminuir el consumo eléctrico en un 50% mediante la implementación de un sistema de luz natural dentro de la bodega, sistema de aprovechamiento de gravedad, cambio del alumbrado por luces de bajo consumo y la utilización de válvulas de control que regulan el consumo energético de bombas dependiendo del caudal de producción. En el año 2017 se implementó una planta de tratamiento de riles dentro de San Nicolás Wines, la cual permite reutilizar el agua de limpieza del proceso para riego de la alfalfa que genera la empresa.

San Nicolás Wines cuenta con 3 pilares en su estructura organizacional, dentro de estos se encuentra el enólogo jefe encargado de las actividades relacionadas con las técnicas, métodos de cultivo en el viñedo y elaboración de vinos, además de su almacenaje, gestión y conservación. A su vez se encuentra el gerente de producción y de operaciones, el primero identifica las formas de satisfacer la demanda de uva y de vino de los clientes, y el segundo de realizar todas las actividades logísticas para lograr llevar a cabo el negocio. También, se encuentra el director general encargado de los tres puestos anteriormente mencionados y este mismo nivel se puede encontrar al director comercial responsable ya sea de las ventas de producción propias como las del negocio del corretaje. Finalmente encabezando la estructura de la empresa se encuentra el director ejecutivo, responsable de todas las decisiones tomadas por la viña. Lo descrito anteriormente se refleja en la figura 1.1 correspondiente a la estructura organizacional de la empresa

Figura 1.1 Estructura organizacional de San Nicolás Wines

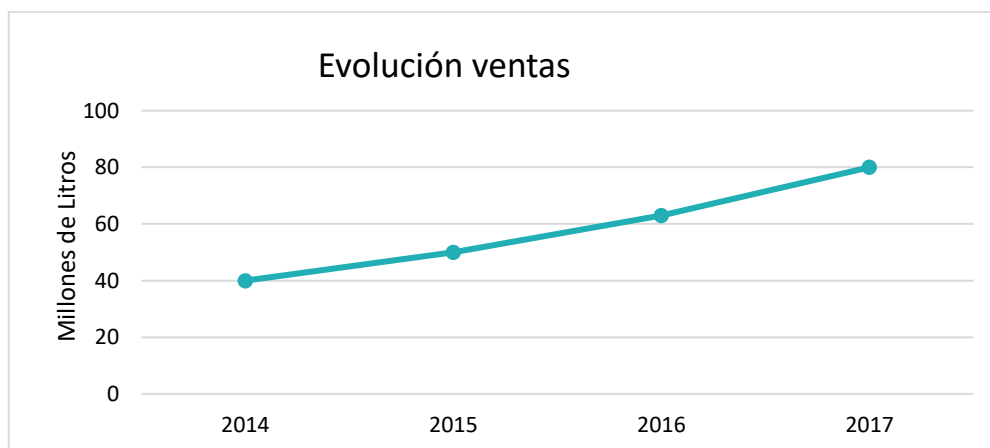


Fuente: Elaboración Propia.

1.2 Situación actual

San Nicolás Wines ha experimentado un crecimiento exponencial a nivel de ventas, considerando que dentro de estos últimos cuatro años logró duplicar sus ventas, alcanzando un total de 80 millones de litros de vino en el 2017, como se puede apreciar en la figura 1.2.

Figura 1.2 Evolución ventas San Nicolás



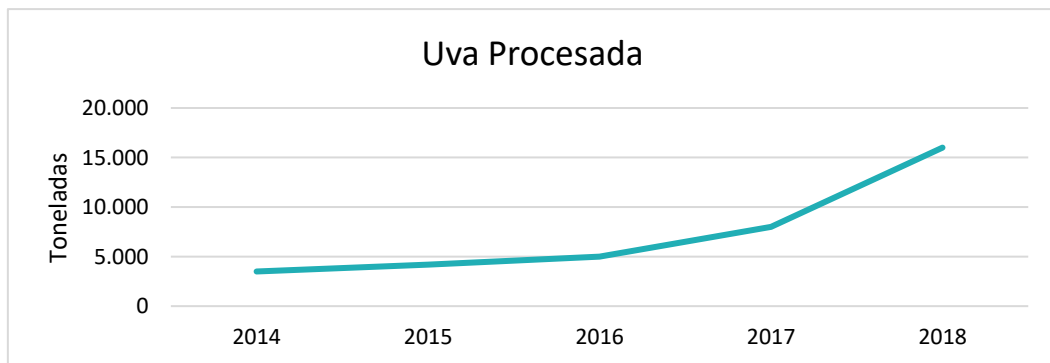
Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por la empresa.

Para el año 2018 el plan estratégico de la empresa es duplicar las ventas del último año. Esta idea nace por el dinamismo del mercado internacional del vino, principalmente por parte de China, país que actualmente representa el 92% de la comercialización total de San Nicolás, y que desde el año 2015 aumento sus importaciones en un 43% con respecto al año anterior según el diario digital El Mostrador [ELMOSTRADOR16]. Otro factor donde es posible apreciar las fluctuaciones existentes en este negocio es la disminución de un 35% en la producción de uva por parte de España, debido a una helada que afectó la zona norte en abril del 2017, información obtenida del diario digital El Confidencial [ELCONFIDENCIAL17], es por esto que San Nicolás Wines ya ha iniciado negociaciones con el mercado español para captar un porcentaje de estas pérdidas y lograr satisfacerlo.

Para cumplir con el plan estratégico del 2018, la empresa planea expandir su capacidad de producción en un 30%, como fue realizado también en el año 2015 debido al incremento en sus ventas como puede ser apreciado en la figura 1.2.

La proyección para el 2018 generará un aumento en la producción total de vino de la empresa, correspondiente a la compra y venta de vino (corretaje de vino), el procesamiento de uva proveniente de la cosecha propia de Puní Ferrer y el vino procesado obtenido a través de la uva comprada (corretaje de uva). En los últimos cuatro años la cantidad de uva procesada aumentó de 3.500 toneladas a un total de 8.000 toneladas en el 2017. Para el año 2018 se estima procesar el doble de la cantidad del 2017. En la figura 1.3, se muestra la curva de procesamiento de uva de los últimos cuatro años junto con su pronóstico para el 2018.

Figura 1.3 Evolución uva procesada San Nicolás



Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por la empresa.

Es necesario destacar que la producción propia de uva en la viña Puntí Ferrer ha disminuido en un 10% dentro de los últimos 3 años. Esto puede ser atribuido a que el suelo de este campo está conformado por un 55% de arena, 35% de arcilla y un 15% de limo, y según la Facultad de Agronomía Universidad de la República de Uruguay, un suelo mayormente arenoso genera una retención de agua menor impidiendo que las vides logren captar la cantidad de agua y nutrientes necesarios del suelo [FAGRO.EDU0?].

En el proceso productivo del vino, se obtienen RILES y residuos orgánicos. En el año 2017 se generó un total de 214.000 millones de litros de aguas residuales, las cuales son actualmente tratadas en una planta interna de tratamiento como se mencionó anteriormente, sin embargo, con la proyección del 2018 será necesario la incorporación de una piscina almacenadora con la capacidad de 4 millones de litros, la cual será construida dentro del mismo año. Por otra parte, la generación de materia orgánica corresponde a un 20% del total de la cosecha procesada según la Fundación Centro Tecnológico de Miranda de Ebro de España [CTME11], por lo cual para el caso de San Nicolás Wines será de 1.600 toneladas aproximadamente para el año 2017 considerando una cosecha procesada de 8.000 toneladas. Estos residuos son llevados al depósito ubicado a un costado de la planta productiva de la empresa. Para el año próximo, siguiendo la línea de crecimiento, estos residuos debiesen aumentar al doble.

1.3 Planteamiento del problema

Toda empresa debe tener conocimiento de sus procesos, productos y desechos. En la industria silvoagropecuaria los desechos son un factor clave a considerar, puesto que estos no deben generar consecuencias negativas al ambiente donde se encuentran inmersos ni al producto final que recibirán los clientes.

La cantidad de residuos orgánicos generados en el proceso productivo de San Nicolás Wines para el año 2017 alcanza la cifra de 1.600 toneladas aproximadamente, estos son acopiados dentro de las dependencias de la planta sin ningún tipo de tratamiento ni aislante entre el suelo y los residuos, el uso de aislante es mencionado en el “Informe Consolidado N° 1 de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones y/o Ampliaciones a la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto "PLANTA DE COMPOSTAJE MAITENLAHUE”, puesto que la

degradación de la materia orgánica genera lixiviados que dañan el suelo y las napas subterráneas. Un efecto del contacto entre la materia orgánica y el suelo es la acidificación de este, ya que esta contiene grupos activos que se comportan como ácidos débiles liberando iones de hidrogeno. La descomposición de los residuos produce dióxido de carbono (CO_2), el cual se combina con agua para formar ácido carbónico. La disociación de este ácido débil proporciona otra fuente de acidificación del suelo [Sadzawka y Campillo, 1993].

Actualmente, en el sector de acopio de residuos es posible visualizar acumulaciones y percolaciones de lixiviados de estos, además de emisiones no visibles de CO_2 y CH_4 , producidas por la descomposición de la materia orgánica no tratada. Dichos gases corresponden a contaminantes que contribuyen al efecto invernadero según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia [IDEAM.GOB.CO07].

El hecho que la empresa actualmente no realice tratamiento a sus residuos, provoca el incumplimiento del artículo 11 del decreto de ley 3.557 acerca de las disposiciones sobre protección agrícola, donde se establece que los establecimientos industriales, fabriles, mineros y cualquier otra entidad que manipule productos susceptibles de contaminar la agricultura, deberán adoptar oportunamente las medidas técnicas y prácticas que sean procedentes a fin de evitar o impedir la contaminación. En casos calificados, el Presidente de la República podrá ordenar la paralización total o parcial de las actividades que emitan al aire humos, polvos o gases, que vacíen productos y residuos en las aguas, cuando se compruebe que con ello se perjudica la salud de los habitantes, se alteran las condiciones agrícolas de los suelos o se causa daño a la salud, vida, integridad o desarrollo de los vegetales o animales (ver Anexo 1).

Finalmente, el problema radica en que San Nicolás Wines no posee un método para el tratamiento de sus residuos, los cuales como se mencionó anteriormente son acopiados dentro de las inmediaciones de la planta productiva, generando contaminación al suelo, y emisiones no controladas que pueden terminar con la total paralización de las actividades de la empresa. Además, considerando el plan estratégico del 2018 del aumento de la producción, los residuos aumentarían al doble de la cantidad actual, intensificando los factores analizados anteriormente.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un método de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el proceso productivo de la empresa San Nicolás Wines, basado en la jerarquía de la Política de Gestión Integral de Residuos, con el propósito de cumplir con las normativas vigentes y obtener un beneficio de este.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento del proceso productivo del vino en San Nicolás Wines.
- Cuantificar los recursos orgánicos generados en la Viña con el fin de obtener la materia prima disponible para la propuesta.
- Proponer y seleccionar las alternativas a evaluar para el aprovechamiento de recursos orgánicos.
- Evaluar la factibilidad técnica y económica de las alternativas.

Capítulo 2 Estado del Arte

2.1 Corretaje

El corretaje de uva y vino es una actividad común en el mercado vitivinícola, consiste en ser el intermediario entre los pequeños y medianos productores de uva y los compradores de esta. La utilidad del negocio radica en el momento que la corredora se queda con un porcentaje de la transacción final entre productor y comprador.

Hasta hace un par de décadas era común que los agricultores trabajaran con una sola empresa intermediaria, aunque algunos productores aún mantienen esas costumbres, la mayoría trabaja con dos o tres corredores. En el caso de las viñas, estas también han aumentado el número de corredores con los que trabajan, con el fin de evitar la dependencia de un proveedor de materia prima.

Actualmente no se encuentran registros oficiales de corredores, pero se estima que son un promedio de 40 o 50 las empresas de corretaje de uva y vino existentes en Chile. Se tiene un consenso que Siegel y Cía junto con Vidal y Cía manejan cerca del 50% del negocio en el país, según el portal agropecuario Agromeat [AGROMEAT14].

En el caso de las uvas de alta gama, las negociaciones de compra y venta se cierran en octubre y noviembre del año anterior, puesto que da espacio para un manejo de la parra de acuerdo con las aspiraciones de calidad del comprador, en cambio, las uvas destinadas a vinos corrientes, es usual partir las negociaciones en enero del mismo año.

Si una viña requiere materia prima para la producción de su vino corresponde a corretaje de uva y el corredor se encarga de contactar a agricultores que generen una uva con las especificaciones que la viña necesita. Por otra parte, cuando una empresa requiere de un vino específico, el corredor será el encargado de buscar este vino con algún productor y realizar el negocio. El corretaje de la uva tiene la ventaja de ser más estable, puesto que una uva de calidad generará mayor interés por parte de las viñas y el corredor podrá establecer un contrato a largo plazo, en donde el costo de mantenerlo es más bajo. En cambio, la demanda del corretaje del vino depende más de las variaciones del mercado internacional de acuerdo

con las preferencias del consumidor, junto con los fenómenos climáticos que afectan a la producción [AGROMEAT14].

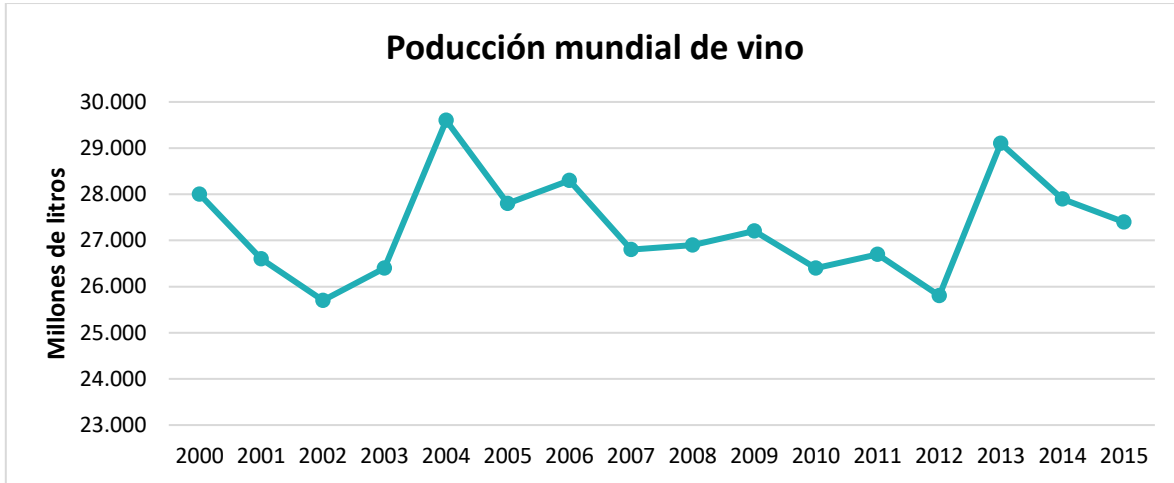
2.2 Situación internacional del mercado del vino

El sector vitivinícola internacional se ha caracterizado por la existencia de un grupo de países dominantes que concentran gran parte de la industria del vino mundial, los cuales son España, Francia e Italia. Este grupo de países lidera la superficie cultivada de viñedos, la producción de uva y la elaboración de vinos. No obstante, desde hace unas décadas, han aparecido en escena un conjunto de nuevos países emergentes (Estados Unidos, China, Australia, Argentina, entre otros) que poco a poco han logrado consolidarse en este sector, disminuyendo el peso de los países del viejo continente.

Los nuevos países emergentes se encuentran situados en áreas geográficas muy alejadas entre sí, sin embargo, un grupo de ellos presenta similitudes climáticas con los países mediterráneos destacados por su producción. Las principales áreas productoras en el mundo además del Viejo Continente son Chile, Argentina y la Costa Oeste de Estados Unidos. En el continente americano se encuentra la República de Sudáfrica y países del norte como Egipto o Argelia, en África figura la costa Este de Australia. Turquía, Irán y China en el continente Asiático. La especialización entre ellos es diversa ya que en países europeos y americanos prima la producción de vino, frente a otros como Irán, China, India o Egipto donde la producción de uva para consumo fresco y la uva pasa tiene un papel mayor. [Fernández, 2013]

A continuación, se puede apreciar la evolución en la producción de vinos a nivel mundial entre los años 2000 y 2015 en la figura 2.1.

Figura 2.1 Evolución de la producción mundial de vino



Fuente: Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) 2016.

2.2.1 Aprovechamiento de residuos en viñas a nivel internacional

Según la información otorgada por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) que destaca a 20 países productores de vino, fueron identificadas las técnicas, tecnologías, buenas prácticas y certificaciones que se destacan de los 7 primeros puestos de este ranking (ver Anexo 2), correspondientes a Italia, Francia, España, Estados Unidos, Australia, se añadió Argentina puesto que el año 2015 ocupaba el 5° lugar y Chile el 6°, sin embargo, por fenómenos climáticos estos países tuvieron una baja considerable en su producción durante el año 2016. Además, se dejó fuera de este análisis a China, que en el año 2015 ocupaba el 9° lugar, puesto que este país lleva muchos años en el mercado del vino, sin embargo, la calidad de sus vinos no era apta para competir a nivel internacional y solo eran conocidos nacionalmente.

A modo de resumen, a continuación, se plantea la figura 2.2 con la información obtenida de los estudios de viñas de todo el mundo, memorias y reportes de sustentabilidad (ver Anexo 3), con el fin de obtener de manera general y ordenada las alternativas que utilizan cada uno de los países.

Figura 2.2 Resumen análisis internacional

Métodos de aprovechamiento de residuos	Países productores						
	Italia	Francia	España	EE.UU	Australia	Argentina	Chile
Biomasa	•		•		•		
Compostaje	•	•	•	•	•	•	•
Difusión		•					•
Destilación	•	•					
Digestión anaeróbica		•			•		•

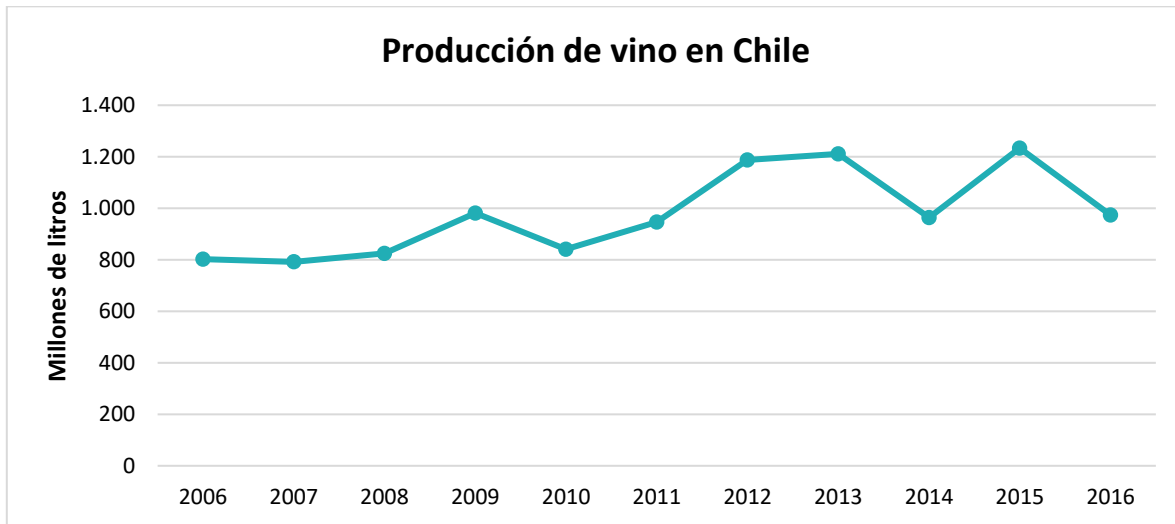
Fuente: Elaboración propia en base a páginas Web y memorias anuales de las viñas mencionadas.

2.3 Situación nacional del mercado del vino

La elaboración de vino en Chile comienza en el siglo XVI con la llegada de conquistadores y misioneros españoles, quienes realizaron las primeras plantaciones de cepas. En 1992 la industria vinícola chilena cambia su forma de producción, gracias a la llegada de cubas de acero inoxidable se comienzan a producir vinos más modernos, lo que implicó que los productores de vino comenzaran a integrarse en el mercado internacional.

La industria vinícola de Chile es dominada por un grupo de grandes productores, encabezados por Concha y Toro, Santa Rita y Viña San Pedro, filial del productor chileno de bebidas CCU. Hay cerca de 300 exportadores de vino en Chile, pero los 10 primeros corresponden al 52% total de exportaciones de vino de Chile en el 2011. Según Montes, citado por la Cámara Chileno Norteamericana de Comercio [AMCHAMCHILE12].

Para el año 2016 la producción de vino alcanzó un total de 974 MM. de litros, disminuyendo alrededor de un 21% en comparación con los 1.234 MM. de litros generados el 2015, como se puede apreciar en la figura 2.3. Esta disminución fue producto de las condiciones climáticas que afectaron la zona centro-sur del país.

Figura 2.3 Producción de vino en Chile

Fuente: Datos SAG elaboración propia 2017.

Wine of Chile es una entidad gremial sin fines de lucro y de carácter privado que representa a los productores vitivinícolas de Chile, uno de sus objetivos es fortalecer la industria del vino, participando en el análisis y elaboración de políticas gubernamentales de fomento, tratados de libre comercio y normativas en las que tenga cabida el vino.

Esta entidad cuenta con el Plan Estratégico 2020 que apunta a incrementar las ventas locales a US\$840 millones y casi duplicar las exportaciones a US\$3.000 millones para fines de esta década, convirtiendo a Chile en el principal exportador de vino del Nuevo Mundo por encima de su principal rival Australia. [AMCHAMCHILE12]

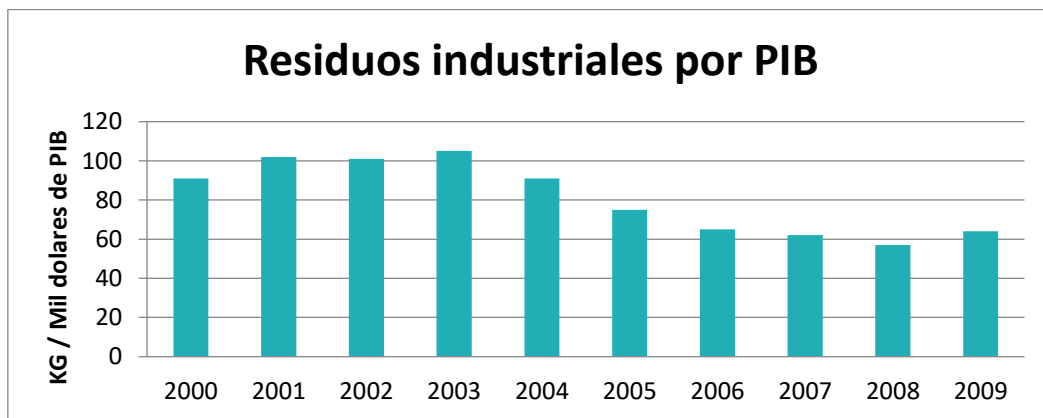
2.3.1 Situación actual de residuos en Chile

Durante el período 2000-2009 existió un aumento en la generación de residuos sólidos en Chile, pudiendo deberse al crecimiento de la población, aumento en la producción industrial o tasas de valorización de residuos aún incipientes. [CONAMA10]

Para el sector industrial las prácticas de manejo de residuos deben estar orientadas a la prevención y valorización, como se puede observar en los Acuerdos de Producción Limpia y la ISO 14.000.

Para los residuos sólidos industriales la OCDE maneja un indicador asociado al Producto Interno Bruto, el cual en promedio para los países alcanza un valor de 60kg por cada 1.000 dólares de PIB para el año 2005, donde en Chile presentó un promedio de 75kg por cada 1.000 dólares. Para el período de 2006-2009 Chile presentó un promedio de 62kg por cada 1.000 dólares como se muestra en la figura 2.4. [CONAMA10]

Figura 2.4 Generación de Residuos Industriales por PIB



Fuente: CONAMA 2010.

Para el año 2009 el sector agrícola y forestal alcanzó un 15% del total de los residuos industriales con un total de 1,56 millones de toneladas, a continuación se muestra el detalle en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Generación de residuos por sectores industriales

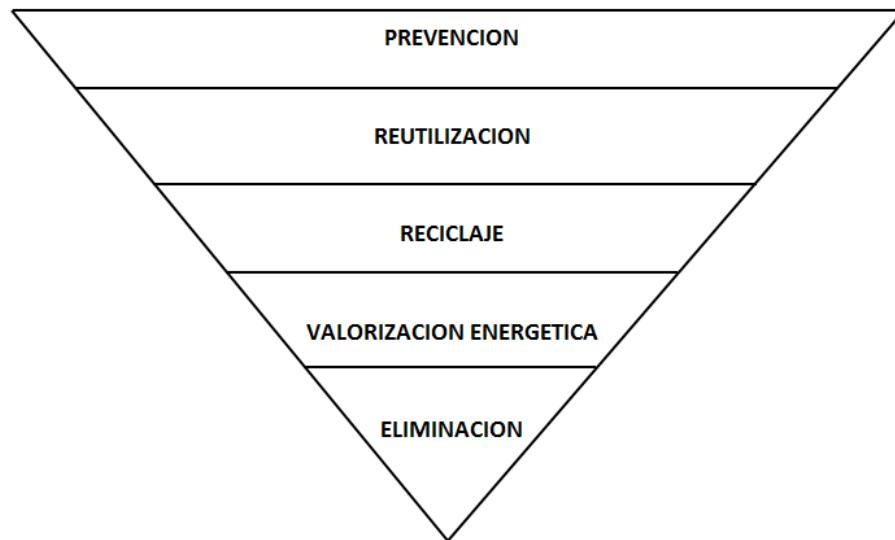
Sector	Generación de RSI MM[Ton]	Porcentaje [%]
Agrícola y forestal	1.56	15
Minería y cantera	0.63	6
Industria manufacturera	1.83	18
Producción de energía	0.47	5
Purificación y distribución de agua	0.08	1
Construcción	5.82	56

Fuente: CONAMA 2010

El año 2005 el Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente aprobó la Política de Gestión Integral de Residuos en Chile, puesto que desde el año 1967 solo se regulaban aspectos específicos relacionados con la higiene y seguridad ambiental en los lugares de trabajo.

La Política de Gestión Integral de Residuos tiene como objetivo *"Lograr que el manejo de los residuos sólidos se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, proporcionando una visión integral de los residuos que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector"*. [MMA.GOB11]

En materia de gestión de residuos, el primer objetivo es evitar la generación, si esta no es posible de evitar, se debe procurar su minimización, si esto no es posible, entonces se debe recién evaluar su potencial disposición final. Esta secuencia en la gestión de residuos se denomina jerarquía y se muestra a continuación en la figura 2.5 [MMA.GOB11]

Figura 2.5 Jerarquía de gestión integral de residuos

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente Gobierno de Chile 2011.

- **Prevención:** Acciones o medidas destinadas a evitar o reducir la generación de residuos, disminuir la presencia de sustancias peligrosas o contaminantes en ellos y minimizar los impactos significativos sobre el medio ambiente o la salud de las personas que éstos generen. [MMA.GOB11]
- **Reutilización:** Acción consistente en el uso de un material o producto previamente utilizado como insumo en el proceso productivo que le dio origen. [MMA.GOB11]
- **Reciclaje:** Acciones de valorización mediante las cuales los residuos son transformados en nuevos productos, excluyendo la valorización energética. [MMA.GOB11]
- **Valorización Energética:** Empleo de un residuo como combustible en un proceso productivo. [MMA.GOB11]
- **Eliminación:** Acciones que tienen por objeto disponer en forma definitiva los residuos en lugares autorizados para ello en conformidad a la normativa vigente. [MMA.GOB11]

2.3.2 Aprovechamiento de residuos en viñas a nivel nacional

Para realizar el análisis, se tomó la decisión de comparar la empresa con cinco Bodegas bien posicionadas en Chile, considerando certificaciones, buenas prácticas y sus respectivas tecnologías para el aprovechamiento de residuos.

Finalmente, con la información obtenida, se realizó una tabla resumen para sintetizar los campos a comparar, como se aprecia en la figura 2.6.

Figura 2.6 Resumen análisis nacional

Certificaciones y buenas prácticas	Viñas chilenas					
	Emiliana	Santa Rita	Concha y Toro	San Pedro	Indómita	San Nicolás
Certificación Orgánica	●		●	●	●	
Certificación Sustentabilidad	●	●	●	●	●	
ISO 14001	●		●	●		
ISO 9001		●	●	●		●
APL			●			
Manejo residuos sólidos	●			●	●	
Manejo RILES	●	●	●	●		●
Reducción de emisiones			●	●		
Tecnologías Geotérmicas		●				
Generación Biogás				●		
Generación Compost			●	●		
Venta de residuos			●			

Fuente: Elaboración propia en base a páginas Web y memorias anuales de las viñas mencionadas 2016.

Se puede destacar que a nivel País existen cuatro tipos de certificaciones fundamentales, ISO 14001, ISO 9001, Certificación Orgánica y la Certificación de Sustentabilidad. Estas cuatro certificaciones permiten a una organización posicionarse en el mercado tanto nacional como internacional, puesto que estas garantizan buenas prácticas en su producción, sus tratamientos, el uso de productos solamente orgánicos, la preocupación por el medio ambiente y la calidad del producto final.

Finalmente es importante mencionar que de las cinco Viñas con las que se decidió comparar, todas poseen algún sistema de manejo de sus residuos sólidos orgánicos y de sus RILES. Una Viña es productora de biogás, dos de compost, y las demás manejan sus residuos (sólidos orgánicos y RILES) para evitar contaminaciones indeseadas que puedan causar daño a su producción.

Capítulo 3 Marco Teórico

3.1 Tipos de contaminación

La contaminación ambiental puede afectar a los elementos abióticos del ecosistema; aire, suelo y agua.

3.1.1 Contaminación atmosférica

El monóxido de carbono y óxido de azufre se consideran contaminantes primarios. Estos contaminantes sufren cambios químicos y causan efectos secundarios tales como smog. La contaminación del aire se define por la existencia y la integración de los compuestos tóxicos en el ambiente en concentraciones lo suficientemente altas como para causar daño a los seres humanos, los animales y el medio ambiente.

Cuando los residuos orgánicos se pudren se producen gases de tipo invernadero, como el metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), dióxido de carbono (CO_2). Este último es uno de los más perjudiciales ya que permanece alrededor de quinientos años en la atmósfera.

Estos gases son responsables del cambio climático, ya que atrapan el calor generado por los rayos solares y aumentan el calentamiento global (aumento de la temperatura de la Tierra). Científicos estiman que la temperatura del planeta podría aumentar entre 1.5 a 5.5° si no son controladas las emisiones de gases de tipo invernadero en la atmósfera, según sitio web Renovables Verdes [RENOVABLESVERDES11]

Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce el efecto invernadero. En la atmósfera de la Tierra, los principales GEI son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de

carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3). Están clasificados en GEI directos e indirectos. [IDEAM.GOB.CO07]

- GEI Directos: Son gases que contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera. En este grupo se encuentran: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los compuestos halogenados.
- GEI Indirectos: Son precursores de ozono troposférico, además de contaminantes del aire ambiente de carácter local y en la atmósfera se transforman a gases de efecto invernadero directo. En este grupo se encuentran: los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano y el monóxido de carbono.

Dióxido de carbono: El más importante GEI asociado a actividades humanas y el segundo gas más importante en el calentamiento global después del vapor de agua. Este gas tiene fuentes antropogénicas y naturales. Dentro del ciclo natural del carbono, el CO_2 juega un rol principal en un gran número de procesos biológicos. En relación con las actividades humanas el CO_2 se emite principalmente, por el consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y sus derivados y gas natural) y leña para generar energía, por la tala y quema de bosques y por algunos procesos industriales como la fabricación del cemento.

Metano: La fuente más importante de metano es la descomposición de materia orgánica en sistemas biológicos:

1. Las actividades agrícolas relacionadas con:

- Fermentación entérica como consecuencia del proceso digestivo de los herbívoros.
- Descomposición en condiciones anaerobias (sin oxígeno) del estiércol generado por especies pecuarias.
- Cultivos de arroz bajo riego.
- Quemadas de sabanas y residuos agrícolas.

2. Disposición de residuos sólidos.

3. El tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas e industriales.

Otra fuente importante de metano está relacionada con la producción y distribución de gas natural y petróleo y en la explotación de carbón mineral.

Óxido nítrico: Sus fuentes son de carácter natural y antropogénico, incluyen la quema de combustibles fósiles y biomasa y la agricultura. El óxido nítrico es inerte en la troposfera. Su principal sumidero es a través de las reacciones fotoquímicas en la estratosfera que afectan la abundancia de ozono estratosférico. La fuente más importante de óxido nítrico son las emisiones generadas por suelos agrícolas y en menor grado por el consumo de combustibles fósiles para generar energía y las emitidas por descomposición de proteínas de aguas residuales domésticas. Las emisiones de óxido nítrico generadas por los suelos agrícolas se deben principalmente al proceso microbiológico de la nitrificación y desnitrificación del suelo. Se pueden distinguir tres tipos de emisiones: las directas desde el suelo, las directas de óxido nítrico del suelo debido a la producción animal (pastoreo) y las indirectas generadas por el uso de fertilizantes. [IDEAM.GOB.CO07]

3.1.2 Contaminación del suelo

Si se define el suelo como una mezcla de rocas y minerales erosionados, material vegetal y animal desintegrado y organismos vivos que incluyen animales, plantas y bacterias. La contaminación del suelo hace referencia a la degradación de este por la acumulación de sustancias a niveles que repercuten negativamente en su comportamiento. A esos niveles de concentración dichas sustancias se vuelven tóxicas para los organismos del suelo. Esto genera una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo. [Ramírez, 2009]

A continuación, en la Figura 3.2 se presentan las principales causas de la contaminación al suelo

Figura 3.1 Causas más comunes de contaminación al suelo

CAUSAS	
1	Almacenamiento incorrecto de productos y/o residuos en actividades industriales
2	Vertidos de residuos incontrolados
3	Escombros industriales
4	Antiguos entierros de residuos
5	Accidentes en el transporte de mercancías
6	Fugas en tanques u operaciones deficientes
7	Vertidos incontrolados de aguas residuales
8	Uso incorrecto de pesticidas y/o abonos
9	Alcantarillado antiguo en mal estado
10	Deposición de contaminantes atmosféricos

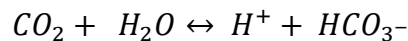
Fuente: Ciencias ambientales, La contaminación del suelo, Ramirez Jaime 2009

La contaminación del suelo, en cierto modo, también conlleva a la contaminación del aire y la contaminación del agua. La contaminación del suelo conduce naturalmente a la contaminación del aire por la liberación de estos compuestos en la atmósfera. La contaminación del suelo también contribuye a la contaminación del agua si las sustancias venenosas filtran a las aguas subterráneas, o si llega a desbordarse contaminando ríos, lagos u océanos.

La industria, en especial la química, también es principalmente relevante en la contaminación de suelos. Aunque por lo general la contaminación es sobre suelos urbanos, muchos residuos líquidos se depositan en suelos no urbanos. Por otra parte, la agricultura suele producir eventos de contaminación por plaguicidas, en especial compuestos orgánicos persistentes. En relación con la respuesta a este problema ambiental, es importante señalar que Chile aún no cuenta con un marco jurídico desarrollado para la protección del suelo y solamente dispone de regulaciones sectoriales. [MMA.GOB11]

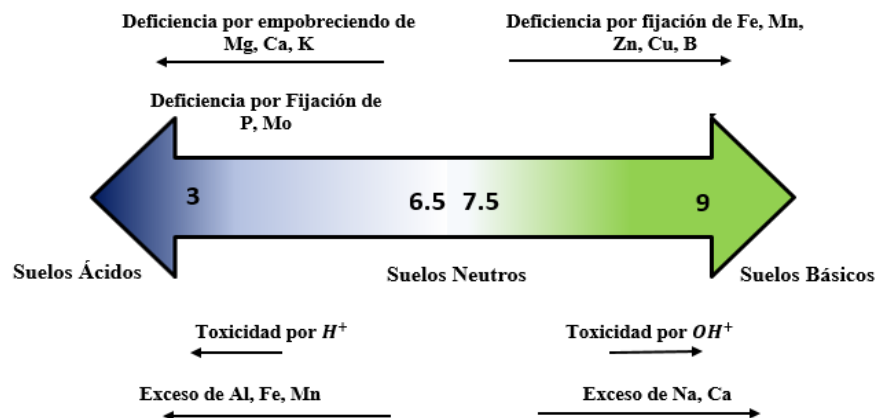
Efecto de la materia orgánica en el suelo

En un inicio el aporte de los aniones a la solución del suelo se produce por medio de la mineralización de la materia orgánica, la cual produce aniones como nitratos (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}) y cloruro (Cl^-) que son los que arrastran los cationes básicos del perfil al formar los respectivos pares iónicos. Además, la materia orgánica del suelo se descompone con la ayuda de microorganismos produciendo un constante suplemento de (CO_2) que fácilmente se transforma en bicarbonato (HCO_3^-) de acuerdo con la siguiente reacción:



Esta reacción aporta H^+ , que reduce el pH y bicarbonato (HCO_3^-) que se combina fácilmente con los cationes básicos lavándolos del perfil, promoviendo de esta forma condiciones favorables para acidez. La materia orgánica del suelo contiene también grupos carboxilos y fenólicos activos que se disocian liberando iones H^+ a la solución del suelo. El contenido de la materia orgánica varía de sitio en sitio y por lo tanto su contribución a la acidez del suelo también es variable [Espinosa Y Molina, 1999]. En la figura 3.3 se puede apreciar el efecto del H^+ en los suelos.

Figura 3.2 Variación de pH en suelos.

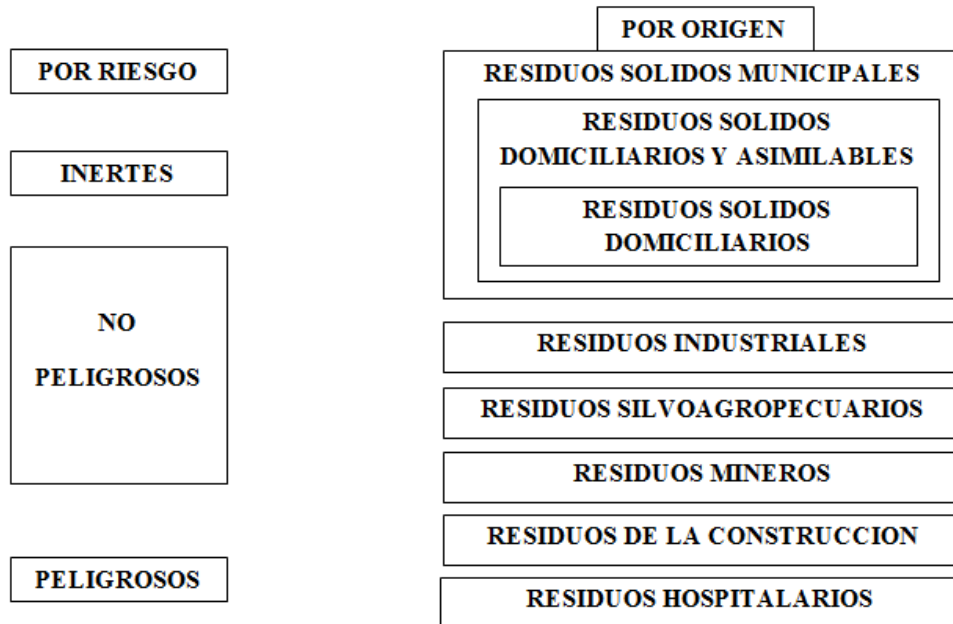


Fuente: Adaptación Vine to Wine Circle: Influencia del suelo en la Calidad de los Vinos, 2011.

3.2 Clasificación de residuos.

Según lo planteado en Chile por el ministerio del medio ambiente los residuos se clasifican por riesgo y por origen, como se muestra en la figura 3.4.

Figura 3.3 Clasificación de Residuos



Fuente: Ministerio Nacional de Medio Ambiente, Ley General de Residuos 2011.

3.2.1 Por riesgo.

No Peligrosos

“Residuo o mezcla de residuos que no presentan ninguna característica de peligrosidad y genera o puede generar alguna reacción física, química y/o biológica”.

[CONAMA10]

Residuos Orgánicos

Los residuos orgánicos pueden ser degradados por acción biológica. Se descomponen con el tiempo, para resintetizar productos que pueden ser integrados posteriormente al suelo. Su origen es de tipo animal, vegetal e incluye a todos aquellos materiales que contengan carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Su inadecuado manejo puede conducir a la contaminación del suelo, el agua y el aire. A su vez puede generar focos infecciosos y atracción de plagas y enfermedades, según el sitio web Uso del suelo [USODELSUELO08]

3.2.2 Por origen

Para el caso de los residuos clasificados por origen, se decidió solo hacer enfoque en los industriales y los silvoagropecuarios que se encuentran dentro de los primeros, puesto que los residuos a tratar en este trabajo de memoria se posicionan en esta denominación.

Residuos Industriales

Para los residuos sólidos industriales el origen de los sectores considerados corresponde a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme- CIIU- de todas las actividades económicas, y se clasifican en: sector agrícola y silvícola, sector minero y cantera, sector manufacturero, sector producción de energía, sector distribución y purificación de agua, y sector construcción, según el sitio web de KDM Empresas [KDM12].

Residuos silvoagropecuarios

Se incluye en este grupo los residuos de las actividades del llamado sector primario de la economía (agricultura, ganadería, pesca, actividad forestal y cinegética) y los producidos por industrias alimenticias, desde los mataderos y las empresas lácteas hasta las harineras y el tabaco, industrias vinícolas, etc. [KDM12]

Residuos industria vinícola

Los residuos de la industria del vino son principalmente producidos durante el periodo de vendimia debido a su carácter estacionario. La gran mayoría de los residuos generados en una bodega (entre un 80 y 85%) son residuos orgánicos. Del total producido de residuos orgánicos un 62% aproximadamente corresponde al orujo, un 14% a las lías, el raspón un 12% y finalmente la carga de materia orgánica de los residuos de lavado y limpieza asciende a un 12%. [CTME11]

Los orujos son producidos durante el prensado de la uva, y están constituidos por piel y pepitas de uva. Las lías retiradas por decantación y posterior trasiego son previamente adicionadas al proceso como levaduras inertes para mejorar la composición polifenólica (composición molecular que aporta sabor y olor a un compuesto) de los vinos y su estabilidad en el tiempo. EL raspón se encuentra conformado por las ramas de los racimos, las hojas de la vid y partes de esta. Finalmente se encuentran las aguas de limpieza que se utilizan para cambiar de una cepa a otra en el proceso y una vez sea finalizado. [CTME11]

En el caso de las aguas residuales de la industria del vino, lo más importante es que poseen una carga de materia orgánica muy alta y un PH muy ácido, de manera que pueden afectar seriamente la calidad del suelo afirma Michele Arienzo. Además, cabe destacar que en la actualidad no se puede arrojar este tipo de residuos (orujo, lías, raspón y RILES) tal y como se obtienen a ningún medio, deben ser tratados previamente para reducir su impacto sobre el ambiente, según la Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología [DICYT10].

Caracterización de los residuos vitivinícolas

A continuación, en la tabla 3.1 se pueden apreciar un resumen de los principales parámetros para el orujo y el escobajo medidos en Valencia España (ver Anexo 4), donde las condiciones climáticas de la vendimia son similares a la de la región del Libertador Bernardo Ohiggins de Chile, con una diferencia de 3 grados promedio [CLIMATE-DATA17]

Tabla 3.1 Caracterización de los residuos vitivinícolas

Parámetros	Orujo	Escobajo
Granulometría [<i>mm</i>]	2-4	3-4
Humedad [%]	50	87
Densidad [$\frac{kg}{m^3}$]	1.720	1.500
Espacio poroso total [% <i>vol</i>]	78,6	92,3
Capacidad de aireación [% <i>vol</i>]	49,7	64,6
Volumen de agua [% <i>vol</i>]	28,9	27,7

Fuente: Adaptación de análisis de material. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, España (visitado en Julio 2017).

3.3 Aprovechamiento de residuos orgánicos

El aprovechamiento de los residuos orgánicos se puede definir como un proceso de utilización o transformación, en donde la materia prima es un residuo, el cual hasta ese momento no tiene ningún valor comercial. Cabe destacar que el objetivo de un aprovechamiento es obtener algún tipo de beneficio, puesto que, si el costo de transformación del residuo es mayor que la ganancia, no se estará cumpliendo con el objetivo de manera correcta.

Para esta sección se decidió tomar en consideración las alternativas vistas en los análisis tanto nacional como internacional. Se planteará en qué consisten las alternativas, sus productos, procesos y residuos, en que se puede utilizar o de qué manera, los requerimientos de implementación y finalmente ventajas y desventajas acerca de la alternativa.

3.3.1 Tratamiento biológico y químico

3.3.1.1 Digestión anaeróbica

La digestión anaeróbica se genera a partir de una serie de reacciones producidas por bacterias y microorganismo dentro de un ambiente en ausencia de oxígeno, dichas microorganismos degradan la materia orgánica, obteniendo como resultado un humus rico en

nutrientes y un biogás, el cual se compone aproximadamente entre un 45 a 55% metano y un 40 a 50% de dióxido de carbono entre 2 a 3 % de nitrógeno y un 1,5 a 2% ácido sulfhídrico.

La materia prima a introducir en el proceso está constituida por subproductos agrícolas, alimentarios o de cualquier tipo que contengan humedad y sean fácilmente putrescibles, dependiendo del tipo de materia prima, esto ocurre más rápido o lento según Carrillo citado por [Gutiérrez, 2012]. Las bacterias generadoras de ácido acético y metano se alimentan de la materia prima y hacen experimentar diversos procesos que la convierten en moléculas intermedias incluyendo los azúcares, el hidrogeno y el ácido acético, para ser finalmente convertidas en biogás según Smil citado por [Gutiérrez, 2012].

En el proceso de digestión anaeróbica se identifican cuatro etapas:

- Hidrolisis: los polímeros complejos son degradados a moléculas más simples, como las proteínas a aminoácidos y los polisacáridos a monosacáridos Según Carrillo citado por [Gutiérrez, 2012], por parte de bacterias hidrolíticas, las cuales segregan enzimas para la conversión de dichos compuestos complejos para volverlos solubles.
- Acidogénesis: en esta etapa de la fermentación se obtienen diversos ácidos orgánicos Según Carrillo citado por [Gutiérrez, 2012]. Los productos obtenidos en la fase de hidrolisis son convertidos a ácidos grasos de bajo peso molecular Según Díaz citado por [Gutiérrez, 2012].
- Acetogenesis: se produce acetato, dióxido de carbono e hidrogeno según Carrillo citado por [Gutiérrez, 2012]. En esta etapa las moléculas provenientes de la acidogénesis son captadas por los microorganismos acetógenos para emplearlas en la producción de acetato, dióxido de carbono e hidrogeno Según Schlegel y Zaborosh citado por [Gutiérrez, 2012].
- Metanoénesis: las bacterias metanógenas transforman el acetato, dióxido de carbono e hidrógenos en metano.

Existen diversos tipos de biodigestores, su elección dependerá de la materia residual del proceso y su volumen, la inversión, vida útil y el lugar donde se desee instalar, entre otros. De

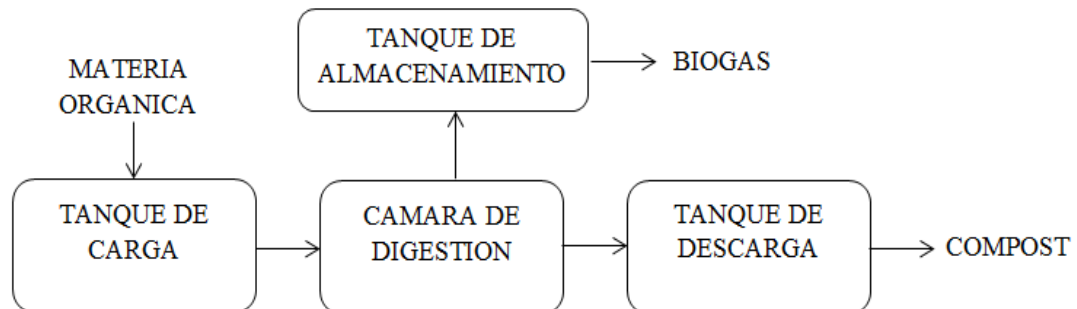
forma general se nombran los principales tipos de plantas de biogás: plantas de globo, plantas de domo fijo y plantas de tambor flotante. Todos los tipos de biodigestores poseen en común las siguientes partes en su estructura:

- Tanque de carga: ducto por el cual es alimentador el digestor.
- Tanque de descarga: ducto por el cual se extraen los lodos residuales.
- Cámara de digestión: espacio donde ocurre la digestión anaeróbica.
- Tanque de almacenamiento de gas: lugar físico donde se almacenará el gas generado.
- Línea de conducción: conductos que transportan el gas generado al lugar de su uso.
- Válvulas: se utilizan mínimo dos válvulas de gas, la primera inmediatamente al comienzo de la conducción y la segunda al final de la línea de conducción. [Corona, 2007]

Dentro de los principales usos que se puede dar al biogás obtenido destacan los siguientes:

- Producción de calor en calderas.
- Producción de electricidad mediante la utilización de motores a gas o turbinas a gas.
- Aplicaciones en redes de distribución de gas natural, lo que requiere un tratamiento especial para la purificación del biogás.
- Utilización como combustible para vehículos.

Figura 3.4 Diagrama proceso digestión anaeróbica.



Fuente: Elaboración propia en base a Biogás: una alternativa ecológica para la producción de energía. Guadalupe Gutierrez, México 2012

A modo de finalizar el planteamiento de esta alternativa, se describen las siguientes ventajas y desventajas acerca de la digestión anaeróbica.

Ventajas

- Disminuye el volumen de los residuos.
- Generación de energía, específicamente metano, combustible que posee un elevado poder energético utilizable.
- Producción de fango, utilizable como fertilizante, puesto que queda estabilizado después del proceso anaeróbico.
- La generación de malos olores es baja en comparación con los olores que desprenden otros sistemas donde la depuración se realiza en espacios abiertos.

Desventajas

- La puesta en marcha de este tratamiento es lenta, debido a la baja velocidad de crecimiento de los microorganismos.
- Se requiere una temperatura de al menos 35° C para que la actividad de las bacterias sea óptima.
- Los costos asociados a la construcción de biodigestores son altos, comparados con sistemas no convencionales de tratamiento, principalmente por qué se necesita un sistema integrado, para proporcionar un tratamiento completo, además se necesita la instalación de dispositivos que permitan mantener una temperatura adecuada y la instalación de un sistema de recolección y acumulación de gas para su posterior uso o quema. [Pérez, 2010]

3.3.1.2 Compostaje

El compostaje es un proceso biológico de descomposición de residuos orgánicos en fase sólida y en condiciones controladas, que es realizado por los microorganismos (hongos y bacterias) y otros organismos de mayor tamaño (lombrices y pequeños insectos), en condiciones aeróbicas. Durante este proceso suceden una serie de etapas caracterizadas por la actividad de distintos organismos, habiendo una relación entre la temperatura, el PH y el tipo de microorganismos que actúa en cada fase, según la revista Paisaje, ecología y genero [REVISTAPAJE1?].

El sistema se basa en un agrupamiento de residuos previamente triturados en montones de forma triangular, con una altura recomendada menor de 2,7 metros, y sin una limitación en cuanto a su longitud, con diferentes sistemas de aireación. Los materiales a compostar se apilan sin compactar para permitir que el aire quede retenido. Los montones pueden ser aireados por volteo, o mediante chimeneas de ventilación, o en depósitos cerrados con aireación forzada. La frecuencia de los volteos depende del tipo de materiales a compostar, de la humedad y de la rapidez con la que se desea que se realice el proceso. Para establecer esta frecuencia es preciso realizar un control sobre las condiciones en las que se da el proceso de fermentación. La duración del proceso oscila entre los 6-8 meses. [REVISTAPAJE1?]

Mediante este proceso es posible eliminar el 80% de la materia orgánica en forma de biomasa (compost) y el 20% restante en forma de anhídrido carbónico y agua. A continuación, se explican las etapas de la elaboración del compost industrial.

- Recepción de la fracción vegetal y trituración: Los residuos vegetales procedentes de la cosecha, la fase de prensado y restos de poda, recogidos selectivamente en origen, son trasladados a la planta con un remolque, y triturados mediante una trituradora.
- Mezcla y homogeneización: Se mezclan todos los residuos vegetales de forma que quede una mezcla homogénea mediante un remolque distribuidor.
- Disposición en pilas: La mezcla se dispone con una pala mecánica formando montones de una altura máxima de 2,7 metros y sin límite de longitud y encima pavimento adecuado para la recogida de lixiviados.

- Volteado de las pilas y control de las condiciones ambientales del proceso: El compostaje es un proceso biológico, aeróbico y termófilo. Para que los microorganismos descompongan adecuadamente la materia orgánica, hay que mantener las condiciones de humedad y temperatura adecuadas y la concentración de oxígeno suficiente. La humedad se mantiene regando periódicamente las pilas. La oxigenación se consigue volteando las pilas con un tractor con pala cada 15 o 30 días. La correcta evolución del proceso será supervisada mediante el instrumental de control adecuado.
- Recogida de los lixiviados y de las aguas pluviales: Los lixiviados que desprenden las pilas objeto de compostaje se recogen y sirven para continuar regando las pilas. Toda la superficie de la planta está pavimentada de manera que las aguas pluviales puedan recogerse y aprovecharse para el riego del compost.
- Compost: Finalmente, se obtiene un Compost maduro y estable que puede ser usado como abono o corrector de suelos.

Sin embargo, con el fin de garantizar un buen compost al final del proceso es necesario controlar los siguientes parámetros.

- Tamaño de las partículas que componen el material: es muchos más fácil la descomposición de partículas finas, sin embargo, el exceso de estas puede causar compacto de los residuos y afectar el proceso. [De la Cruz, 2005]
- Humedad: El óptimo de concentración de agua oscila entre un 40-60 %.
- Temperatura: La temperatura no puede estar bajo los 40°C considerando la existencia de organismos mesófilos o termófilos, para optimizar los tiempos se recomienda mantener una temperatura entre los 60-70°C. [De la Cruz, 2005]
- PH: Con el fin de garantizar un buen desarrollo de la actividad de los microorganismos, se debe mantener entre el PH entre 5-7. [De la Cruz, 2005]
- Ventilación: Lo recomendado es mantener un flujo entre 0.6–1.23 metros cúbicos de aire por cada kilogramo de gases generados en el proceso de descomposición de la materia orgánica. [De la Cruz, 2005]

- Frecuencia de Volteo: Esta Frecuencia depende de la velocidad y en la uniformidad de la descomposición, en grandes compostas es recomendable que ocurra cada 8 o 15 días, mientras que en pequeñas cada 3 días. [De la Cruz, 2005]
- Volumen de la composta: Las compostas demasiado pequeñas se resecan fácilmente y no pueden retener calor y compostas demasiado grandes impiden la entrada de oxígeno hacia el centro de la composta. [De la Cruz, 2005]
- Relación Carbono-Nitrógeno: Estos elementos son utilizados por los microorganismos para su desarrollo, la mayoría usan 30 partes en peso de carbón por una de nitrógeno, es decir la relación de 30 a 1 es lo ideal para un buen composteo. [De la Cruz, 2005]

Es posible interpretar el compostaje como la sumatoria de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos que en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Según la temperatura generada durante el proceso, se reconocen tres etapas principales en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable. Las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura en:

Fase Mesófila: El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).

Fase Termófila o de Higienización: Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría

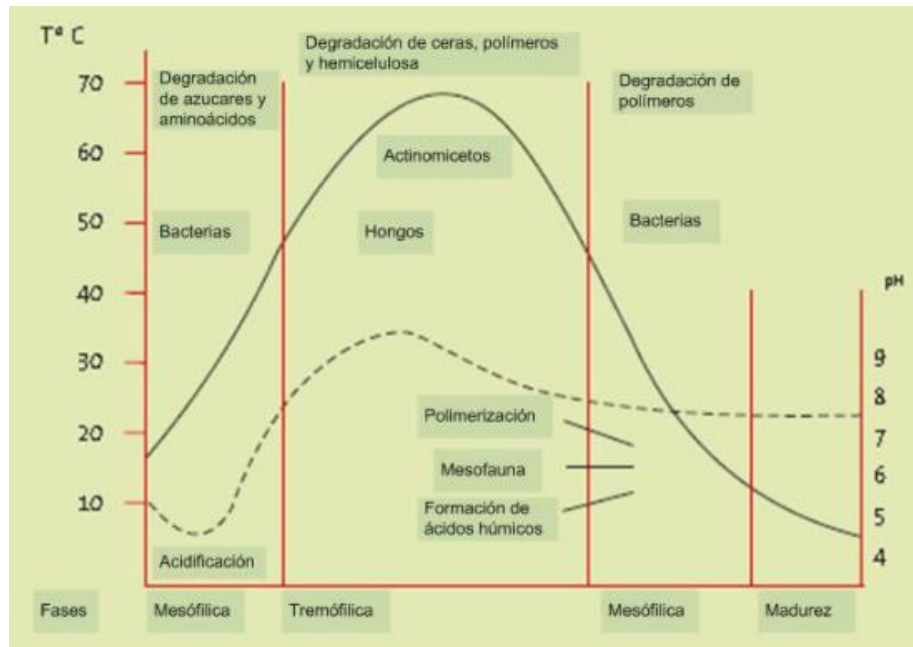
bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp.

Fase de Enfriamiento o Mesófila II: Agotadas las fuentes de carbono y en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

Fase de Maduración: Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

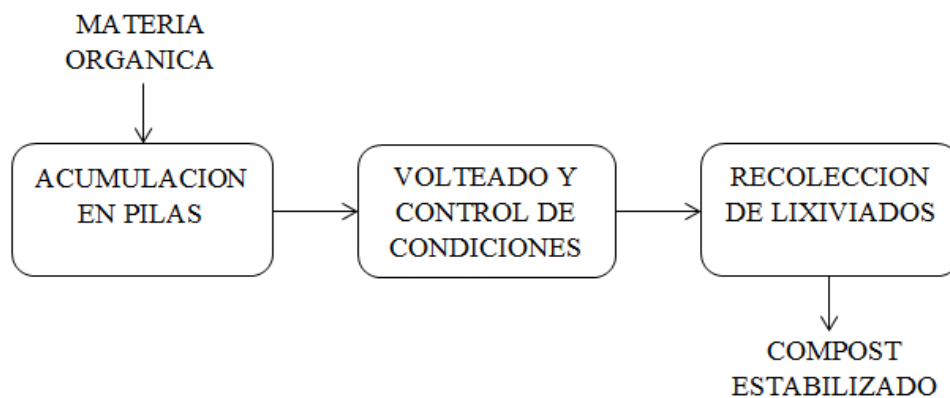
A continuación, se pueden observar estas etapas en la figura 3.6 de evolución del proceso de compostaje, junto con los parámetros de temperatura, pH y oxígeno.

Figura 3.5 Evolución del proceso de compostaje.



Fuente: Evolución de la temperatura (-) y el pH (- -) durante el proceso de maduración. Laos, 2003.

Figura 3.6 Diagrama proceso compost.



Fuente: Elaboración propia en base a Manual de Compostaje del Agricultor, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO 2013

Las emisiones en este proceso son principalmente de CO_2 , liberado por acción de la respiración de los microorganismos, esta concentración varía con la actividad microbiana y con la materia utilizada como sustrato. En general pueden generarse 2 a 3 kilos de CO_2 por cada tonelada, diariamente. Este gas producido durante el proceso de compostaje en general es considerado de bajo impacto ambiental, ya que es capturado por las plantas para realizar fotosíntesis, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO13].

Otro gas que se genera durante el proceso es el metano (CH_4), este se produce durante la degradación de la materia orgánica en ambientes de bajo contenido de oxígeno o anaerobiosis, aunque el compostaje es un proceso aeróbico, suele ser común que se creen zonas de anoxia en las pilas, sobre todo en las partes más profundas que no alcanzan a ser volteadas. Finalmente, se libera N_2O , producto de la nitrificación, es decir, la transformación del amonio que viene del nitrógeno orgánico a nitrato. Para estos últimos dos gases se concluye que su emisión depende significativamente de la naturaleza de los residuos, según el sitio web del compost Compostando Ciencia [COMPOSTANDOCIENCIA13].

A modo de resumen del proceso de compostaje se presentan las siguientes ventajas y desventajas en su uso.

Ventajas

- Capacidad de degradar los residuos orgánicos.
- Se obtiene un producto altamente nutritivo que puede ser utilizado como un recuperador de suelos.
- No se necesita ser especialista para generar compost.
- Es una alternativa con una inversión inicial baja.
- Permite la transformación total de los residuos y una disminución en volumen de hasta un 50%.

Desventajas

- Solo puede ser utilizado con materia orgánica.
- Generación de malos olores y gases que deben ser controlados.
- Puede ser necesario en algunos casos la incorporación de energía al proceso para mantener la temperatura a un cierto nivel.
- Dentro de los gases que genera se encuentra el metano, el cual es desperdiciado y contribuye al efecto invernadero si no se realiza correctamente el proceso.
- Se debe tener especial cuidado en el suelo que se utilice para apilar la materia orgánica. Este debe ser impermeable para evitar contaminación de acuíferos.

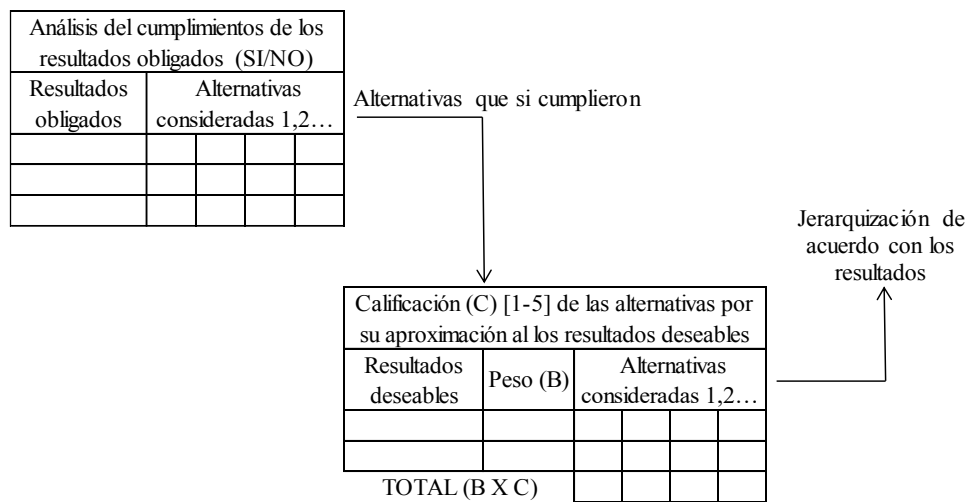
Finalmente como fue visto en el estudio internacional de aprovechamiento de los residuos vitivinícolas, la generación de compost realizado con residuos orgánicos provenientes del proceso productivo del vino es factible, de acuerdo al Proyecto RTA2010-00110-C03 financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, realizado en la ciudad de Castilla-La Mancha, donde fue aplicado compost en base a orujo de uva en un cultivo de melones, obteniendo como resultados el aumento del rendimiento del cultivo, pérdidas de nitrógeno por lixiviación.

3.4 Matrices del rango de actuación

Las matrices del rango de actuación en realidad son un arreglo de dos matrices, una es la adaptación de Kepner y Tregoe (1981), la cual busca seleccionar un conjunto de alternativas en dos etapas, la primera analiza cada una de las alternativas de acuerdo a los resultados obligado (lo mínimo) que previamente han sido definidos. Si se estima que una alternativa cumplirá un resultado obligado se anota un si en la celda correspondiente a la primera matriz, en caso contrario se anota un NO. Asimismo, se establecen los criterios de selección, por ejemplo, el número de NO para que una alternativa sea aceptada. Finalizando esta etapa se obtiene el conjunto de alternativas que se estima cumplirá con los resultados obligados.

En la segunda etapa las alternativas que fueron aceptadas son nuevamente valoradas, de acuerdo al grado con el que se aproximen más a los resultados deseables (lo máximo). Para esto, en la segunda matriz, a cada alternativa se le asigna una calificación entre 1 a 5 para cada uno de los resultados deseables, y se multiplican por sus correspondientes pesos específicos que previamente han sido establecidos. Por último, se jerarquizan las alternativas aceptadas de acuerdo a las calificaciones resultantes.

Figura 3.7 Matriz rangos de actuación



Fuente: Sanchez Guerrero Gabriel, Técnicas Participativas para la Planeación, Matrices del Rango de Actuación, Mexico 2003.

La construcción de dichas matrices está vinculada estrechamente con el diseño de medidas y desempeño. Si se desean valorar las alternativas al término de su realización, será muy difícil hacerlo de no haberse definido que sería lo mínimo esperado para cada una de ellas y la manera de medirlo. Asimismo, como saber que alternativas alcanzaron o superaron las expectativas programadas o por cuanto lo hicieron, si no fueron definidos con anterioridad los resultados deseables de las mismas [Sanchez, 2003]

Para comenzar con la metodología de este trabajo, en el siguiente capítulo se realizará un levantamiento de información del proceso productivo de la empresa, para lo cual fue necesario acudir a las inmediaciones de la planta, identificando los distintos subprocesos junto con sus respectivas materias primas y productos.

Una vez recopilada la información necesaria acerca de los insumos con los cuales se contará para la propuesta, se procederá a realizar el análisis de las alternativas de aprovechamiento de residuos vinícolas utilizadas actualmente tanto a nivel nacional como internacional, utilizando la matriz de rangos de actuación, la cual permite decidir cuáles de estas podrán ser evaluadas, ya que se basa en el cumplimiento de parámetros enfocados a los resultados obligatorios (lo mínimo) y resultados deseables (lo máximo) esperado por la propuesta.

Ya identificadas las alternativas a evaluar, se comenzará a realizar el estudio de la factibilidad técnica, la cual inicia identificando y cuantificando el espacio disponible, materias primas y otro tipo de instrumentos y/o maquinarias que pueden servir para la propuesta junto con su potencial productivo.

Finalmente, se realizará una proyección de la uva procesada de la empresa para los siguientes años, con el objetivo de realizar una evaluación económica con su respectivo flujo de caja, análisis de sensibilidad con el fin de visualizar en base a la inversión realizada y todos los costos asociados a esta, si las propuestas generan un beneficio para la empresa.

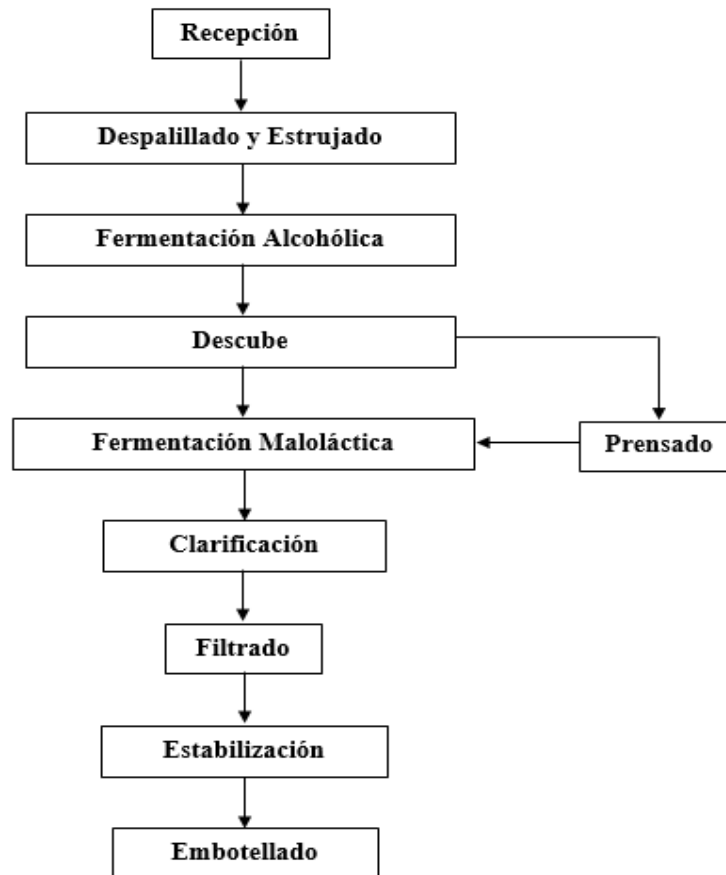
Capítulo 4 Metodología

A continuación, se presenta el desarrollo de la metodología aplicada del trabajo de título.

4.1 Proceso Productivo

Para conocer en profundidad el proceso productivo de San Nicolás Wines, se realiza un levantamiento de procesos de la situación actual. Siendo necesario identificar la planta productiva, las bodegas de almacenamiento de los diferentes productos y materias primas, junto con los depósitos de residuo. En base a entrevistas se conoce en detalle el proceso productivo y de esta manera se construye el siguiente diagrama junto con la descripción general de estos.

Figura 4.1 Diagrama proceso productivo San Nicolás Wines.



Fuente: Elaboración propia mediante información otorgada por la empresa, 2017.

Recepción: Se realiza en tiempo de vendimia, cuando la uva ha alcanzado la madurez deseada y puede ser cosechada, esto ocurre normalmente entre los meses de marzo, abril y mayo. En la recepción se separa de la cosecha partes de la vid que no deben ingresar al proceso, como lo son las hojas y partes de corteza de la vid, estas son depositadas en el lugar de acopio de residuos orgánicos, mientras que los racimos de uva ingresan al proceso de estrujado.

Despalillado y Estrujado: Corresponde a la ruptura de los hollejos y el desprendimiento de la pulpa para facilitar la salida del mosto, evitando romper las partes sólidas. Para realizar este proceso primero son separados los raspones o escobajos de los granos de uva, esto se lleva a cabo mediante un aspirador impulsor neumático que posee la estrujadora, luego esta generará la rotura del hollejo de la uva, liberando el mosto que pasará a la primera fermentación.

Fermentación Alcohólica: En este proceso el mosto es ingresado a la nave junto con levaduras para la fermentación, donde los azúcares que contiene la uva se transforman en alcohol producto de estas últimas. Se logra obtener alcohol etílico y a su vez se genera dióxido de carbono. Este es uno de los procesos más importantes en la elaboración del vino, ya que la aparición del alcohol impide el desarrollo de levaduras y microorganismos que pueden afectar la calidad del vino.

Fermentación Maloláctica: Para llevar a cabo este proceso primero es necesario el “Descube”, donde se extrae el líquido de los estanques de fermentación mediante un tamiz por efecto de la gravedad, quedando solamente la pulpa de uva, la cual pasa al “Prensado” y es comprimida con el fin de extraer la cantidad de zumo que aún se encuentra en ella, luego ambos líquidos ingresaran a los estanques de fermentación para desarrollar la Fermentación Maloláctica. En este proceso el ácido málico presente en el zumo, correspondiente a un ácido fuerte, se transforma en uno más suave llamado ácido láctico con la ayuda de las bacterias lácticas agregadas al proceso, lo cual proporciona al vino el toque de finura y suavidad que requiere.

Clarificación: Proceso en el cual el zumo fermentado es mezclado con un clarificante capaz de flocular y sedimentar las partículas suspendidas en este. El objetivo de este paso es obtener un vino más limpio, brillante y estable, puesto que, un vino turbio o con partículas no entrega una buena imagen y puede alterar los sabores del producto final.

Filtración: A través de este proceso se logra capturar los sólidos en suspensión presentes en el vino clarificado, obteniendo como resultado un vino de calidad, esto se realiza posterior a la clarificación. Es necesaria la utilización de un filtro de bastidor que permite eliminar las partículas que no fueron capturadas por el clarificante.

Estabilización y Embotellado: La estabilización ocurre inmediatamente después de la filtración con el fin de impedir futuras variaciones en su sabor y consistencia, para ello se debe bajar la temperatura del vino por un tiempo y el cual debe volver a ser aclimatado. Una vez terminada la estabilización, el vino está listo para pasar a la línea de embotellado y posteriormente ser almacenado para su comercialización.

Una vez recopilada esta información, fue organizada mediante diagramas de procesos con el fin de identificar cuáles son los potenciales insumos para la propuesta.

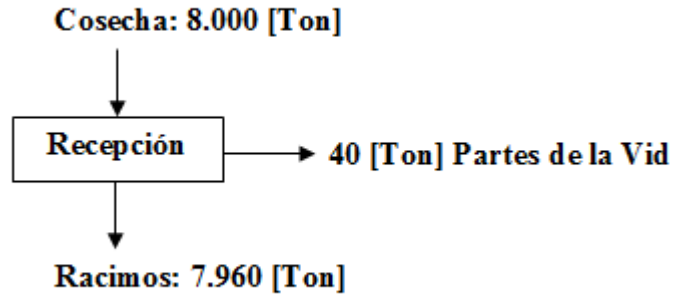
4.1.1 Levantamiento de información del proceso productivo

En base al diagrama general de producción del vino, se procede a analizar el detalle de los subprocesos dentro de este, las cantidades procesadas fueron generadas en un periodo de tres meses correspondiente a la vendimia del año 2017. En los siguientes diagramas se muestra el detalle para cada uno de ellos.

Recepción

Es la primera etapa del proceso, donde son recepcionadas las toneladas de cosecha correspondientes a la vendimia, posterior a esto se realiza una preselección de los racimos, donde son separados de las partes de la vid.

Figura 4.2 Diagrama proceso recepción

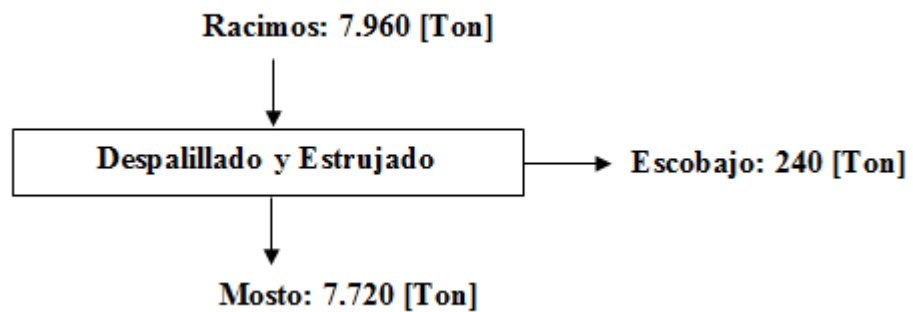


Fuente: Elaboración propia.

Despalillado y Estrujado

En esta etapa los racimos completos son estrujados, pero no aplastados, luego es separado el escobajo del mosto.

Figura 4.3 Diagrama proceso despalillado y estrujado.

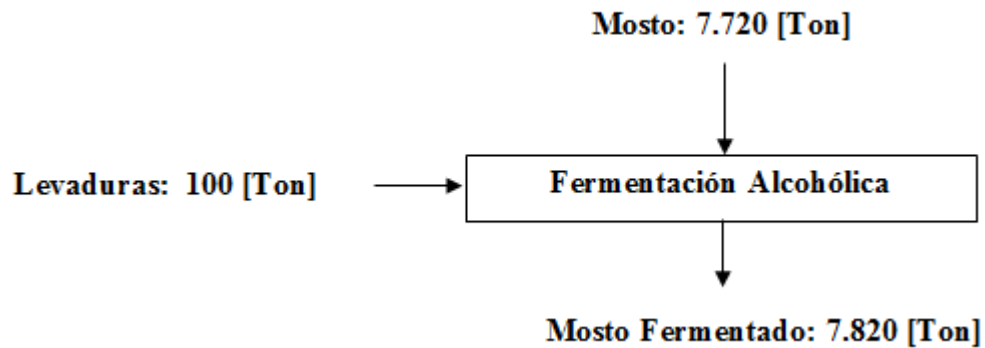


Fuente: Elaboración propia.

Fermentación alcohólica

Este subproceso corresponde a la primera fermentación, donde son incorporadas las levaduras a las naves de fermentación con el fin de obtener un mosto fermentado.

Figura 4.4 Diagrama proceso fermentación alcohólica.

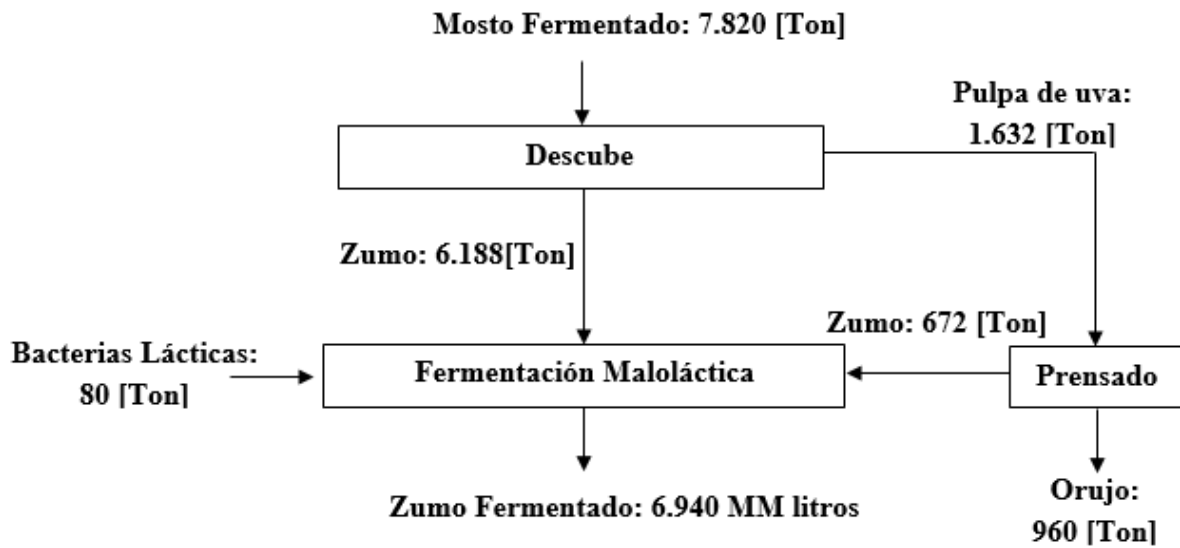


Fuente: Elaboración propia.

Etapa de fermentación maloláctica

Previo a la fermentación maloláctica se realiza el descube, donde es separada la parte líquida correspondiente al zumo de la pulpa de uva, la cual es prensada y se separa el orujo del proceso. Para que la fermentación maloláctica se realice, es necesario incorporar las bacterias lácticas.

Figura 4.5 Diagrama proceso fermentación maloláctica.

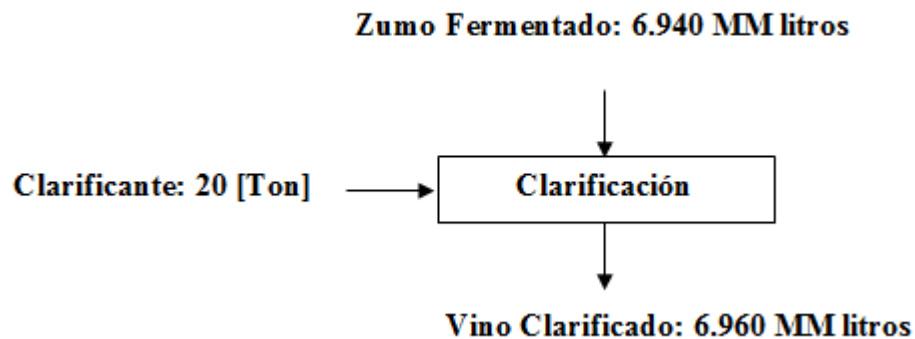


Fuente: Elaboración propia

Clarificación

Posterior a la etapa de fermentación maloláctica se debe agregar un clarificante con el fin de mejorar las propiedades del vino.

Figura 4.6 Diagrama proceso clarificación



Fuente: Elaboración propia.

Filtración

Dentro de este subproceso se extrae la última parte sólida presente en el vino, correspondientes a restos de levadura, bacterias, clarificante y partes sólidas que se puedan encontrar.

Figura 4.7 Diagrama proceso filtración

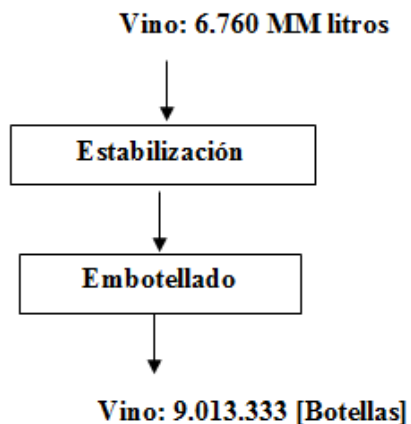


Fuente: Elaboración propia.

Etapa Final

Como etapa final, previo a la comercialización, es necesario estabilizar el vino para que este no altere sus propiedades y pueda ser embotellado.

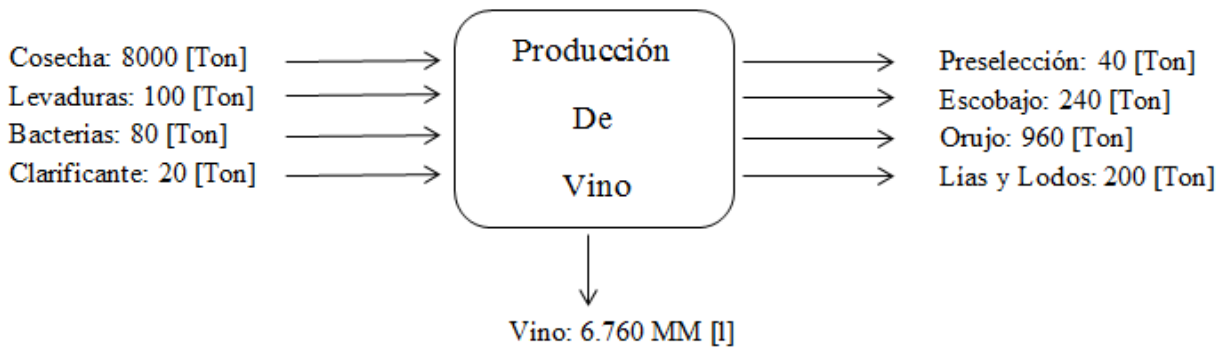
Figura 4.8 Diagrama de proceso etapa final.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez analizadas todas las etapas del proceso productivo, se realiza un diagrama, con el fin de tener una visión global de los subprocesos como se muestra a continuación.

Figura 4.9 Diagrama general de procesos.



Fuente: Elaboración propia

Del total de 8.200 ton ingresadas al proceso, fue posible obtener el año 2017 una producción de vino de 6.760 MM de litros. Puesto que la densidad del vino es muy similar a la del agua (trabajado de esta manera por la viña) la producción de vino se expresa como volumen.

Respecto a los residuos se realiza la tabla 4.1 a modo de resumen con las cantidades obtenidas finalmente en el año 2017, donde se detalla el tipo de residuo, la cantidad de este en toneladas y desde que proceso se obtuvo.

Tabla 4.1 Resumen residuos por proceso.

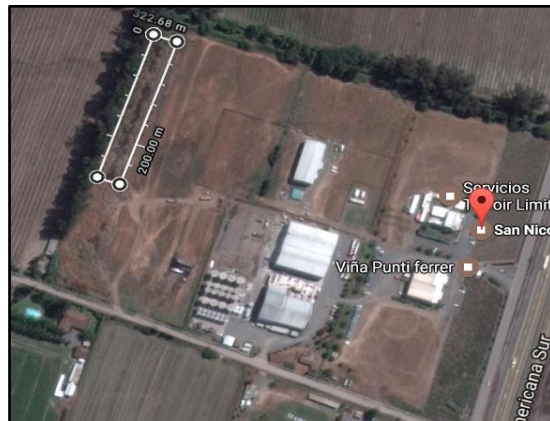
Proceso	Residuos	Cantidad [Ton]
Recepción	Preselección	40
Despalillado	Escobajo	240
Prensado	Orujo	960
Filtrado	Lías y lodos	200
	Total	1.440

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, cabe destacar que San Nicolás actualmente, acopia esta cantidad de residuos, lo cual desencadena la serie de problemas mencionados al inicio de este trabajo.

Este depósito se encuentra ubicado al final de las inmediaciones de la planta productiva, como se muestra en la figura 4.10 extraída de google earth.

Figura 4.10 Ubicación deposito residuos.



Fuente: Google Earth, visitado Mayo 2017.

El depósito cuenta con aproximadamente 140 m de largo, 25 m de ancho, por lo que abarca un área de 3.500 m^2 . A continuación, se muestra una fotografía tomada en una de las visitas realizadas a la viña (figura 4.11).

Figura 4.11 Deposito de los residuos orgánicos San Nicolas Wines.



Fuente: Elaboración propia.

4.2 Caracterización de los residuos

La caracterización de los residuos se hará bajo el supuesto que solo se tiene orujo fermentado y escobajo, puesto que son los que predominan en cantidad, de esta manera la cantidad de residuo de preselección se sumará al total de escobajo, mientras que las lías y lodos al orujo final. Quedando así 280 toneladas de escobajo y 1.160 de orujo con la información mostrada en la tabla 4.1.

Puesto que San Nicolás no posee un análisis de sus residuos, los culés serán necesarios para los siguientes pasos de la metodología, es que se decide utilizar los datos de la caracterización de residuos realizados en Valencia España previo al uso final y además considerando que las condiciones climáticas son similares entre las regiones, se presenta la tabla 4.2 con la información requerida para el cálculo de emisiones.

Tabla 4.2 Caracterización de los residuos

Parámetros	Orujo	Escobajo
Granulometría [<i>mm</i>]	2-4	3-4
Humedad [%]	50	87
Densidad [$\frac{kg}{m^3}$]	1.720	1.500
Espacio poroso total [% <i>vol</i>]	78,6	92,3
Capacidad de aireación [% <i>vol</i>]	49,7	64,6
Volumen de agua [% <i>vol</i>]	28,9	27,7

Fuente: Adaptación de análisis de material. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, España (visitado en Julio 2017).

4.3 Emisiones producidas año 2017

Actualmente la empresa no posee cuantificación de sus emisiones, por lo que se procederá a realizar el cálculo de estas en forma aeróbica y anaeróbica, puesto que la disposición de los residuos se mantiene bajo estas dos condiciones, considerando una superficie externa en contacto con el aire y una zona interna en ausencia de este, como se muestra en el apilamiento del depósito de residuos de la figura 4.11

Como primer paso se debe conocer el volumen de los residuos, para lo cual se utilizan las densidades de la tabla 4.2 correspondientes a $1.720 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$ para el orujo y $1.500 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$ para el escobajo, junto con las 280 toneladas de escobajo y 1.160 de orujo obtenidas del proceso. De esta manera dividiendo la masa por la densidad (ambas en kg) se obtienen los valores de la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Volumen de residuos producción 2017

Residuo	Masa [Ton]	Volumen [m^3]
Orujo	1.160	674
Escobajo	280	187

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se comenzará con el cálculo de emisiones para el residuo en condiciones anaeróbica.

4.3.1 Calculo de emisiones en condiciones anaeróbicas

Para estimar las emisiones, se decide utilizar la metodología de producción de biogás en una planta de digestión anaeróbica. Puesto que esta permite estimar el volumen de gas a generar por cantidad de materia orgánica. Para ello es necesario utilizar las siguientes ecuaciones obtenidas de “Diseño y selección de elementos para una planta de biogás” (ver Anexo 12)

La ecuación número (1) corresponde al cálculo de sólidos totales contenidos dentro de los residuos orgánicos, los cuales son responsables de la generación del biogás.

$$ST = V * \varphi * \frac{S_T}{100} * \frac{(100 - C_A)}{100} \quad (1)$$

ST: Cantidad sólidos en el residuo sin capacidad de aireación [kg]

V: Volumen del residuo [m^3]

φ : Densidad del residuo $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

S_T : Porcentaje de sólidos totales del residuo

C_A : Porcentaje expresado en volumen de la capacidad de aireación del residuo.

La ecuación número (2) se utiliza para calcular el potencial de generación de gas, es decir permite estimar el volumen de gas a generar en condiciones anaeróbicas, utilizando los sólidos totales obtenido de la ecuación (1) como materia orgánica seca (MPC).

$$PG = MPC \times \frac{SV}{100} \times P \quad (2)$$

PG : Potencial de generación del gas $[m^3]$

MPC : Materia orgánica seca $[ton]$

SV : Porcentaje de sólidos volátiles de la materia orgánica

P : Rendimiento del biogás de la materia orgánica $\left[\frac{m^3}{ton}\right]$

Los valores que se utilizarán en las variables de estas ecuaciones se obtienen de la tabla 4.2 sobre la caracterización de los residuos, tabla 4.3 Volumen de residuos producción 2017 y los valores establecidos en la “Guía de Planificación para proyectos de Biogás en Chile” que se muestran en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Características de los residuos en condiciones anaeróbicas

Residuo	Sólidos volátiles [%]	Rendimiento biogás materia fresca $\left[\frac{m^3}{ton}\right]$	Rendimiento biogás materia $\left[\frac{m^3}{ton}\right]$	Fracción metano [%]	Sólidos totales [%]
Orujo	80 - 90	250 – 270	640 - 690	65	50
Escobajo	87	-	175	37	13

Fuente: Elaboración propia en base a Guía de Planificación para Proyectos de Biogás en Chile, Ministerio de Energía de Chile, 2012.

Para efectos de cálculo es necesario separar el escobajo del orujo, puesto que sus parámetros son diferentes.

Escobajo

Para comenzar se estimará el potencial de generación de gas del escobajo, por lo que se inicia calculando los sólidos totales de este mediante la ecuación (1), siendo $187,67 \text{ m}^3$ el volumen del escobajo (tabla 4.3), $1.500 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ su densidad (tabla 4.2), 13% el porcentaje de sólidos totales (tabla 4.4) y su capacidad de aireación de 64,6 (tabla 4.2).

$$ST.Escobajo = 186,67 [\text{m}^3] * 1.500 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right] * \frac{13}{100} * \frac{(100 - 64,6)}{100}$$

$$ST.Escobajo = 12,89 [\text{ton}]$$

Por lo tanto, se obtiene un total de $12,89 \text{ ton}$ de sólidos totales correspondiente a escobajo en ausencia de oxígeno.

Posterior a esto, mediante la ecuación (2), se estima el potencial de generación de gas, donde MPC corresponderá a las $12,89 [\text{ton}]$ de sólidos totales de escobajo obtenidos anteriormente puesto que equivale a la materia orgánica seca del residuo, el 87% a los sólidos volátiles del escobajo (tabla 4.4) y finalmente el rendimiento del biogás de $175 \frac{\text{m}^3}{\text{ton}}$ (tabla 4.4).

$$PG = 12,89[\text{ton}] * \frac{87}{100} * 175 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{ton}} \right]$$

$$PG = 1.961,87 [\text{m}^3]$$

Por lo tanto, el potencial de emisión de gas para el escobajo en condiciones anaeróbicas es de $1.961,87 \text{ m}^3$. A continuación, se realiza el mismo cálculo para el orujo, con el fin de sumar ambas cantidades y obtener la generación total de gases para el residuo en condiciones anaeróbicas.

Orujo

Para el cálculo de los sólidos totales se utilizará la ecuación (1), siendo $674,42 \text{ m}^3$ el volumen del orujo (tabla 4.3), $1.720 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ su densidad (tabla 4.2), 50 % el porcentaje de sólidos totales (tabla 4.4) y su capacidad de aireación de 49,7 (tabla 4.2).

$$ST.Orujo = 674,42 [\text{m}^3] * 1.720 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right] * \frac{50}{100} * \frac{(100 - 49,7)}{100}$$

$$ST.Orujo = 291,74 [\text{ton}]$$

De este cálculo se puede obtener la cantidad de $291,74 \text{ ton}$ de sólidos totales de orujo.

Para estimar el potencial de generación de gas del orujo, se utiliza la ecuación (2), donde MPC corresponderá a las $291,74 [\text{ton}]$ de sólidos totales de orujo previamente calculados, el 85% es el promedio de los valores para los sólidos volátiles del orujo (tabla 4.4) y finalmente $462,6 \frac{\text{m}^3}{\text{ton}}$ que representan el promedio de los rangos de rendimiento del biogás (tabla 4.4).

$$PG = 291,74 [\text{ton}] * \frac{85}{100} * 462,6 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{ton}} \right]$$

$$PG = 114.690,52 [\text{m}^3]$$

Siendo $114.690,52 \text{ m}^3$ el potencial de generación de emisión de gas del orujo en condiciones anaeróbicas y sumado con los $1.961,87 \text{ m}^3$ del escobajo obtenidos previamente, se tiene que la generación total de emisiones en condiciones anaeróbicas corresponde a $116.652,39 \text{ m}^3$ en el año 2017. En la tabla 4.5 se encuentra la composición de las emisiones según lo establecido por la “Guía sobre el biogás Desde la Producción Hasta su Uso”, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (ver Anexo 5), donde el porcentaje de concentración se obtuvo mediante el promedio de los valores indicados en esta y se muestra el volumen correspondiente a cada componente del gas que emite la empresa en condiciones anaeróbicas de acuerdo a su disposición actual de los residuos.

Tabla 4.5 Composición de gases del total de las emisiones anaeróbicas

Compuesto gaseoso	Concentración [%]	Volumen [m^3]
CH_4	62,5	72.907,74
CO_2	35	40.828,34
$H_2O + H_2S + N_2 + O_2 + H_2$	2,5	2.916,31
TOTAL	100	116.652,39

Fuente: Elaboración propia en base a Guía sobre el biogás Desde la Producción Hasta su Uso Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit 2013.

4.3.2 Calculo de emisiones en condiciones aeróbicas

Para estimar la cantidad de emisiones liberadas aeróbicamente se realiza el supuesto que los residuos se encuentran en etapa de compostaje, puesto que este proceso se realiza en presencia de oxígeno, es por esto que se utilizará la relación de emisiones generadas en este proceso según el “Manual de Compostaje del Agricultor por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO 2013”, el cual señala que durante este proceso se liberan emisiones, principalmente de CO_2 , las cuales pueden ser cuantificadas por la siguiente relación (Anexo 6), por cada tonelada de materia orgánica, se pueden generar 2 a 3 kilogramos de CO_2 diariamente. Considerando para efectos de cálculo el promedio se tiene la siguiente equivalencia.

$$2,5 \left[\frac{kg \ CO_2}{ton * d} \right]$$

Para estimar la generación total de emisiones de CO_2 , se considera una cantidad de 180 días, correspondiente a los 6 meses del proceso completo de compostaje, indicado en el marco teórico de esta memoria, obteniendo de esta manera la siguiente relación:

$$2,5 \left[\frac{kg \ CO_2}{ton * d} \right] * 180[d]$$

$$450 \left[\frac{kg \ CO_2}{ton} \right]$$

Por lo tanto, se tiene una generación de 450 kilogramos de CO_2 por cada tonelada de materia orgánica a compostar a lo largo de todo el proceso. Para aplicar esta relación a la situación actual de la empresa, es necesario identificar los sólidos totales del residuo en contacto con el aire (condiciones aeróbicas), puesto que estos son los que poseen la capacidad de generar CO_2 , por lo que será necesario utilizar la siguiente ecuación:

$$ST = V * \varphi * \frac{S_T}{100} * \frac{C_A}{100} \quad (3)$$

ST : Cantidad sólidos en el residuo con capacidad de aireación [kg]

V : Volumen del residuo [m^3]

φ : Densidad del residuo [$\frac{kg}{m^3}$]

S_T : Porcentaje de sólidos totales del residuo

C_A : Porcentaje expresado en volumen de la capacidad de aireación del residuo.

Los valores que serán utilizados en las variables de la ecuación son obtenidos de la tabla 4.2 sobre la caracterización de los residuos, tabla 4.3 Volumen de residuos producción 2017. Para efectos de cálculo es necesario separar el escobajo del orujo, puesto que sus parámetros son diferentes.

Escobajo

Se utiliza la ecuación (3) para iniciar el cálculo, cuantificando así los sólidos totales contenidos en el escobajo, siendo 186,67 m^3 el volumen del escobajo (tabla 4.3), 1500 $\frac{kg}{m^3}$ su densidad (tabla 4.2), 13% el porcentaje de sólidos (tabla 4.2) y un 65% de capacidad de aireación del residuo (tabla 4.2).

$$ST. Escobajo = 186,67 [m^3] * 1.500 \left[\frac{Kg}{m^3} \right] * \frac{13}{100} * \frac{65}{100}$$

$$ST. Escobajo = 23,66 [ton]$$

Por lo tanto, los sólidos totales del escobajo con capacidad de aireación corresponden a 23,66 ton.

Orujo

Para el caso del orujo, se realiza el mismo calculo, hasta estimar los sólidos totales en contacto con el oxígeno, considerando un volumen de 674,42 m^3 (tabla 4.3), una densidad de 1.720 $\frac{Kg}{m^3}$ (tabla 4.2), un 50% de porcentaje de solidos totales (tabla 4.2) y finalmente un 49,7 % de capacidad de aireación del residuo (tabla 4.2).

$$ST. Orujo = 674,42 [m^3] * 1.720 \left[\frac{Kg}{m^3} \right] * \frac{50}{100} * \frac{49,7}{100}$$

$$ST. Orujo = 288,26 [ton]$$

Por lo tanto, la cantidad de solidos con capacidad de aireación para el orujo es de 288,26 ton.

Siendo 23,66 [ton] la cantidad de solidos totales del escobajo y 288,26 [ton] la del orujo, se tiene un total de solidos con capacidad de aireación dentro del residuo de 311,78 [ton]. Con este valor es posible utilizar la equivalencia planteada al inicio del cálculo de emisiones aeróbicamente, quedando expresado de la siguiente forma:

$$450 \left[\frac{kg CO_2}{ton} \right] * 311,92 [ton]$$

$$140.364,5 [kg]CO_2$$

Con esta masa de CO_2 y junto con su densidad correspondiente a 1,842 $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$ se tiene que el volumen generado aeróbicamente es de 76.202,20 m^3 de CO_2 . Finalmente, las emisiones calculadas de forma anaeróbica previamente y aeróbica deben ser sumadas y de esta manera se estima el total de emisiones generadas durante el año 2017, siendo representadas por la siguiente tabla resumen 4.6 de las emisiones, donde se suma la emisión de CO_2 a la tabla 4.5 mostrada anteriormente.

Tabla 4.6 Resumen emisiones año 2017 San Nicolás Wines

Compuesto gaseoso	Volumen [m ³]
<i>CH₄</i>	72.907,74
<i>CO₂</i>	117.030,54
<i>H₂O + H₂S + N₂ + O₂ + H₂</i>	2.916,31
Total	192.856,59

Fuente: Elaboración propia

4.4 Emisiones para el año 2018

Como se ha mencionado anteriormente la estrategia de la empresa para el año 2018 es procesar 16.000 ton de uva, lo cual corresponde al doble de la producción actual, por lo tanto, si en el periodo del 2017 se generó un total de 1.440 toneladas de residuos, se espera que para el 2018 esta cantidad sea de 2.880 ton aproximadamente, y siguiendo esta lógica de cálculos, las emisiones lo hacen en la misma proporción, alcanzando un total de 385.713,18 m³ de gases si es que la empresa sigue con las mismas prácticas y no decide implementar alguna de las alternativas que serán propuestas más adelante. A continuación, se presenta la tabla 4.7 a modo resumen del cálculo realizado para las emisiones del año 2018

Tabla 4.7 Resumen emisiones año 2018

Compuesto gaseoso	Volumen [m ³]
<i>CH₄</i>	145.815,48
<i>CO₂</i>	234.060,08
<i>H₂O + H₂S + N₂ + O₂ + H₂</i>	5.832,62
Total	385.713,18

Fuente: Elaboración propia

4.5 Selección de alternativas a evaluar

Para el proceso de selección de alternativas se comenzó describiendo la información relacionada con la problemática actual de la empresa, con el fin de identificar conceptos, parámetros y restricciones básicas que influirán en el desarrollo de la propuesta.

- Los residuos son depositados directamente en el suelo de la planta productora.
- Aparición de plagas.
- Alteración de las propiedades del suelo.
- Contaminación de napas subterráneas por lixiviación.
- Perdidas de la producción de uvas por condiciones del suelo.
- Aprovechamiento de sus materias primas.
- Liberación de compuestos que contaminan el aire.
- Obtener beneficios económicos
- Eliminación total o parcial de los residuos.
- Cumplimiento del Decreto de ley 3557 Artículo 11.

Posterior a la recolección de información se procede a redactar las problemáticas planteadas anteriormente, con el objetivo de ser utilizadas como parámetros iniciales dentro de la primera fase de la Matriz de Rango de Actuación de Resultados Obligatorios.

- **Disminución de residuos sin tratamiento:** ¿La alternativa permite eliminar los residuos acopiados por la viña actualmente?
- **Eliminación del contacto directo entre el residuo y el suelo:** ¿La alternativa elimina el contacto del residuo con el suelo para evitar los problemas de percolación de lixiviados al suelo?
- **Control de emisiones:** ¿La alternativa aporta al control o disminución de las emisiones actualmente generadas por los residuos sin tratar?
- **Control plagas:** ¿La alternativa ayuda a la eliminación de plagas existentes actualmente en la viña por efectos de sus residuos?

- **Existe un mayor aprovechamiento de materias primas:** ¿La alternativa aumenta el porcentaje actual de aprovechamiento de materias primas?
- **Contribuye a disminuir pérdidas de producción de uva:** ¿La alternativa puede contribuir mejorar las condiciones del suelo con un subproducto, con el fin de evitar pérdidas en las producciones de uva?
- **Cumple del Decreto de ley 3557 Artículo 11:** ¿La alternativa cumple con este artículo acerca de las disposiciones sobre protección agrícolas?

De acuerdo con lo visto en el análisis nacional e internacional se obtuvieron las siguientes alternativas de aprovechamiento de residuos orgánicos en el mercado vitivinícola que se muestran en la figura 4.12.

Figura 4.12 Denominación de las alternativas a considerar

Alternativas consideradas	Denominación
Biomasa para quema	a
Compostaje	b
Difusión	c
Destilación	d
Digestión anaeróbica	e

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra la primera matriz de rangos de actuación, donde se incluyen los resultados obligatorios planteados anteriormente, con el fin de identificar si las alternativas cumplen con lo mínimo, para lograr solucionar estos problemas. Si la alternativa cumple en gran parte o completamente se asigna el valor de 1 y si no cumple se asigna el valor de 0.

Figura 4.13 Matriz de resultados obligatorios

Análisis del cumplimiento de los resultados obligados (1/0)					
Resultados obligados	Alternativa				
	a	b	c	d	e
Disminución de residuos sin tratamiento	1	1	0	1	1
Eliminación del contacto directo entre el residuo y el suelo:	1	1	0	1	1
Control de emisiones	1	1	0	1	1
Control plagas	1	1	0	1	1
Existe un mayor aprovechamiento de materias primas	1	1	0	1	1
Contribuye a disminuir pérdidas de producción de uva	0	1	0	0	1
Cumple del Decreto de ley 3557 Artículo 11	1	1	0	1	1
TOTAL	6	7	0	6	7

Fuente: Elaboración propia.

De la matriz anterior, fueron seleccionadas las alternativas que obtuvieron al menos 6 puntos, de esta manera el tamiz dejó fuera la alternativa “c” (difusión), que por lo demás, es la alternativa que actualmente utiliza San Nicolás Wines.

Posterior a esto, se consideraron las alternativas “a”, “b”, “d” y “e” correspondientes a biomasa para quema, compostaje, destilación y digestión anaeróbica respectivamente, para ser analizadas dentro de la segunda matriz de rango de actuación. Con el fin de obtener una correcta evaluación de esta, fueron establecidos los siguientes criterios de calificación representados en la figura 4.14.

Figura 4.14 Criterios de calificación

Criterio	Calificación
No cumple	1
Cumple Levemente	2
Cumple moderadamente	3
Cumple totalmente	4

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran los requerimientos deseables para la segunda matriz, estos fueron creados de acuerdo con las necesidades, expectativas y restricciones entregadas por la viña, junto con lo planteado en el sistema de gestión integral de residuos.

- **La alternativa está exenta de generar residuos:** La calificación máxima corresponde a la total eliminación del residuo mediante la nueva propuesta.
- **La Alternativa cumple con la prioridad de un SGA:** De acuerdo con lo propuesto en el Sistema de Gestión integral de residuos, ¿la alternativa cumple con la jerarquía de prácticas propuestas? La prevención que es la primera medida propuesta, no se puede llevar a cabo, puesto que es una consecuencia directa de la generación del vino, sin embargo, dentro de las 4 siguientes se evaluará el cumplimiento por alternativa, siendo la reutilización el máximo y la eliminación el puntaje menor.
- **La alternativa genera beneficios económicos:** Permite obtener algún producto que pueda ser comercializado, un ahorro o beneficio dentro de la misma empresa, obteniendo nota máxima las que generen algunos de los puntos mencionados anteriormente.
- **La alternativa se puede adaptar a la dinámica del negocio de la empresa:** Requerimiento otorgado por la empresa, el cual consiste en que la alternativa se adapte a las variaciones de producción con el pasar del tiempo. La alternativa con máxima calificación es la que se puede seguir utilizando con las variaciones en la producción.
- **La alternativa genera un producto que permite optar a las oportunidades de la empresa:** Requerimiento de la empresa, en vista de la problemática de disminución de producción de uva causado por las condiciones del suelo, la empresa necesita una alternativa que aporte un beneficio para mejorar las condiciones del campo. Además de optar a la comercialización de este producto, dependiendo de las cantidades que pueda generar la propuesta. siendo calificadas con la mejor nota las que generen una mayor cantidad de este.

Una vez fijados los parámetros, fueron mostrados a la empresa, con el fin de conocer cuáles de estos eran más importantes para el desarrollo de la propuesta y de esta manera establecer el grado de importancia. A continuación, se muestra la matriz con la información de las ponderaciones y las calificaciones finales obtenidas para cada alternativa planteada en la figura 4.15.

Figura 4.15 Matriz de resultados esperados

Resultados deseables	Importancia	N° Alternativa			
		a	b	d	e
La alternativa está exenta de generar residuos	2	3	4	2	4
La Alternativa cumple con la prioridad de un SGA	1	2	3	3	3
La alternativa genera beneficios económicos	3	4	4	4	4
La alternativa se puede adaptar a la dinámica del negocio de la empresa	6	2	4	1	2
La alternativa genera un producto que permite optar a las oportunidades de la empresa	4	1	4	1	3
Total		36	63	29	47

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la matriz de rangos de actuación da como mejores alternativas para el tratamiento de los residuos; el compostaje y la digestión anaeróbica, por lo que estas serán las dos propuestas seleccionadas para la siguiente etapa de la metodología.

Finalmente, la matriz de rangos de actuación da como mejores alternativas para el tratamiento de los residuos; las plantas de compostaje y de digestión anaeróbica, puesto que ambas tienen un potencial de generación de subproductos que pueden ser utilizados por la misma empresa y a su vez si las cantidades producidas superan lo requerido por San Nicolás, estas podrán ser comercializadas como una nueva línea de producto, y tomando en consideración que China ya ha dado a conocer a la empresa la necesidad de adquirir algún producto con el fin de mejorar las condiciones de sus suelos, es que se realizará una evaluación económica en base a esta nueva oportunidad para el negocio.

4.6 Factibilidad técnica planta compostaje

Para realizar este estudio, se decide utilizar el “*Manual de Compostaje Municipal*” elaborado por la *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SERMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), México 2006*, con el fin de seguir la metodología necesaria para la correcta evaluación tanto técnica como económica del proyecto. El manual contiene información sobre dimensionamiento de plantas de compostaje y pasos a seguir para su realización.

Para iniciar con esta metodología se deben identificar todos los recursos disponibles actualmente en la empresa para llevar a cabo la evaluación de una planta de compostaje.

Espacio Disponible

Considerando lo visto anteriormente, se decide utilizar el espacio donde actualmente se realiza el acopio de los residuos, más una porción de terreno adyacente (espacio delimitado por la empresa para la propuesta), lo cual proporciona una superficie total de 10.100 m^2 como se aprecia en la figura 4.16. Esto se realiza de manera estratégica, puesto que el espacio sobrante ya se encuentra destinado para la construcción de un tranque de aguas residuales y para la expansión de la planta productiva.

Figura 4.16 Localización propuesta



Fuente: Google satelital 2017.

Materia prima disponible

Respecto a los residuos se muestra la tabla 4.8 a modo resumen de las cantidades obtenidas en el levantamiento de procesos para el año 2017, detallando el tipo de residuo, la cantidad generada y desde que proceso fue obtenido.

Tabla 4.8 Resumen residuos por proceso año 2017

Proceso	Residuos	Masa [Ton]
Recepción	Preselección	40
Despalillado	Escobajo	240
Prensado	Orujo	960
Filtrado	Lías y lodos	200
	Total	1.440

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario destacar que la producción de estos residuos se obtiene entre los meses de Marzo y Mayo, sin embargo al no poseer información clara respecto a la generación mensual de residuos, se considera que la producción es la misma para los tres meses, obteniendo un total de 480 ton mensuales.

Recursos disponibles

San Nicolás cuenta con todo tipo de instrumentos de medición para los parámetros que deben ser controlados en la propuesta, esto se debe a los laboratorios que posee para medir la calidad de los vinos que se exportan y comercializan en el extranjero. También posee un camión tolva con el cual actualmente transporta sus materias primas y residuos finales. Además, posee un sistema de riego con el agua tratada de sus RILES, el cual se extiende por todo el predio. Finalmente tiene un espacio en la bodega donde se almacenan actualmente las botellas previas a su paso por la línea de embotellado.

A continuación, serán descritas las operaciones unitarias que se desarrollarán dentro de la planta de compostaje, con el fin de identificar las maquinarias y equipos necesarios para el desarrollo de la propuesta.

4.6.1 Operaciones unitarias

Separación de residuos

Dentro del proceso productivo del vino, los residuos son obtenidos en distintas etapas y de manera separada. Los residuos de preselección de la cosecha junto con el escobajo deberán pasar a una segunda etapa, mientras que los residuos retirados de las etapas de prensado y filtrado (orujo) se encuentran listos para su posterior utilización.

Trituración

Las partes de la vid y escobajos serán dispuestas momentáneamente en un sector de la nueva planta de compostaje, luego comenzarán a ser triturados y posteriormente almacenados en una bodega. La materia orgánica (orujo, lías y lodos) no necesitan de este proceso.

Formulación

En este proceso se deben adicionar todos los agentes químicos o residuos que faciliten el proceso de compostaje. Para la propuesta se utilizará una mezcla de los residuos correspondiente a 80 % de orujo más lías y 20 % de escobajo ya triturado, se utiliza esta relación ya que es la misma que viene desde un inicio de la cosecha. Para lograr aplicar esta relación en las pilas de compostaje, el proceso se deberá efectuar mediante capas alternadas.

Es importante mencionar que para el compostaje de esta planta no se utilizarán agentes externos u otro tipo de residuos, ya que en el estudio “*Producción de un compostaje a partir*

de desechos de uva” (ver Anexo 8) se demuestra la viabilidad de generación de compost, ya que los resultados indican un comportamiento dentro de los parámetros adecuados.

Transporte

El transporte para la propuesta comprenderá el traslado de la materia prima desde la salida del proceso productivo del vino hasta el acopio de esta en la planta de compostaje. Posterior a esto se debe transportar el residuo hasta sus respectivos espacios para conformar la pila. Una vez terminado todo el proceso de compostaje, el compost deberá ser transportado hasta el lugar donde será utilizado por la Viña o en caso contrario hasta el lugar donde será empacado. El diseño de las vías de transporte de la planta, dependerán netamente del dimensionamiento de la maquinaria a utilizar, con el fin de que exista un correcto desplazamiento de estas dentro de la planta.

Degradación

Este proceso es de tipo biológico y consiste en la biorreacción de los compuestos orgánicos de la mezcla, un conjunto de organismos que se desarrollan dentro de la pila de compostaje ataca a los residuos transformándolos bioquímicamente durante varios días. Es aquí donde se deben comenzar a controlar una serie de parámetros detallados en la ficha técnica (ver Anexo 10).

Aireación

Mediante este proceso se logra proporcionar el oxígeno suficiente para evitar la proliferación de malos olores y controlar la velocidad de degradación. Existen dos técnicas para realizar este proceso, la primera es con pilas estáticas aireadas, la cual se ve limitada por la altura de las pilas en consecuencia de la maquinaria a utilizar y una segunda con pilas de volteo o hileras, que es la opción escogida, en las cuales el volteo se realiza de forma externa con algún tipo de pala manual o mecánica, donde el tiempo de degradación es muy similar al

primero, además de optar a una mayor altura por lo cual se puede procesar un mayor volumen en el mismo espacio.

Humectación

Esta etapa del proceso es necesaria para lograr la correcta degradación de los residuos, además de evitar inundación y/o resequedad. Para el caso de la nueva planta, se utilizará el agua tratada de los RILES a modo de riego de las pilas de compostaje, este tratamiento deberá tener un receptor de lixiviados con el fin de evitar inundaciones y posteriormente poder reincorporarlos a las pilas. Además, se debe tener control de los factores climáticos externos como lo es el cubrimiento de pilas de la lluvia (estación húmeda) y del sol (estación seca).

Maduración

Posterior a la degradación, la actividad biológica y la temperatura tienden naturalmente a disminuir, en este punto los residuos comienzan a convertirse en composta, por lo cual la frecuencia de volteo de las pilas y la humectación debe disminuir (ver Anexo 10).

Secado

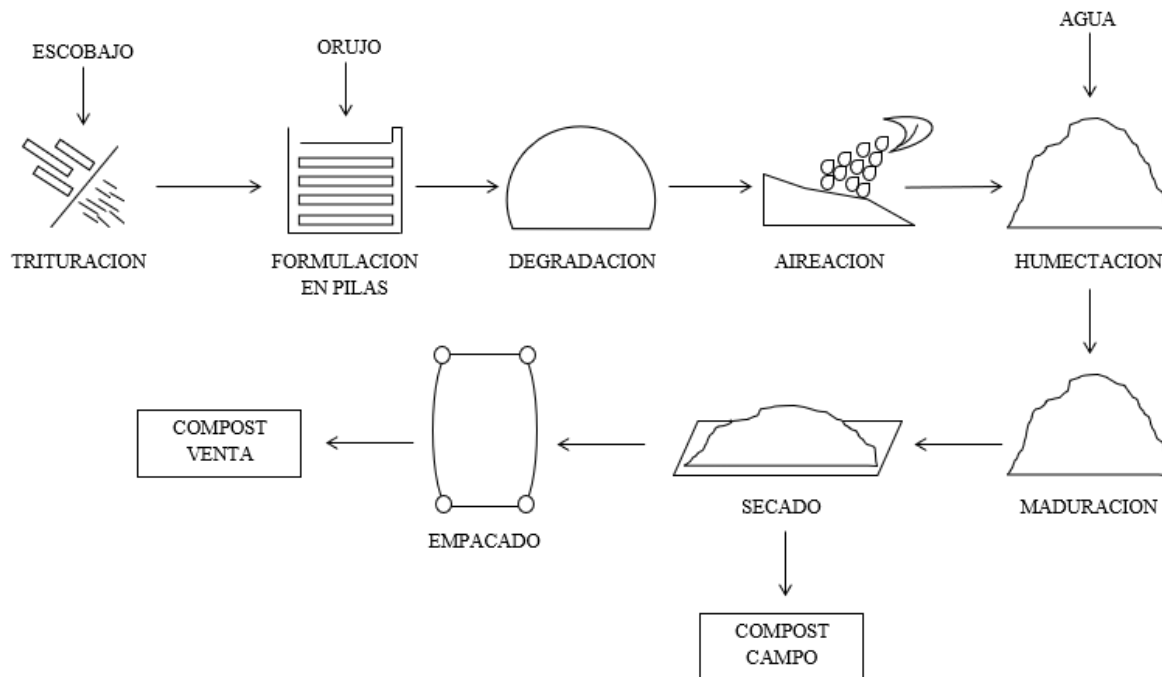
Esta operación permite reducir la cantidad de agua del producto final con el objetivo de aumentar la estabilidad biológica del producto y disminuir el costo de transporte, este proceso se realiza por aumento de temperatura mediante calor solar o calentamiento artificial. Para este caso se destinará una superficie más extensa y de color negro dentro de la planta para esparcir el compost y aumentar la superficie de contacto con el calor del sol. Este procedimiento se llevará a cabo días antes de obtener el producto final.

Empacado

Proceso de acondicionamiento final del compost, donde este debe ser depositado en sacos y luego almacenado en un lugar protegido del sol y de la humedad. En el diseño de la planta se destinará un espacio para la realización de este proceso y si fuese necesario almacenar el producto previo a su utilización, se dispondrá del espacio disponible en la bodega de botellas que posee la empresa.

Finalmente, considerando los subprocesos anteriormente descritos se establece en la figura 4.17 el diagrama del proceso de compostaje.

Figura 4.17 Diagrama del proceso de compostaje



Fuente: Elaboración propia en base a Manual de Compostaje Municipal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SERMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), México 2006.

Con el fin de realizar el dimensionamiento de la planta se estima la cantidad de compost a producir en relación a la proyección para el año 2018, puesto que esta información corresponde al valor más alto dentro de la curva de producción de la empresa y a su vez sería el año de inicio de la actividad de la planta si decidieran implementar la alternativa.

4.6.2 Potencial de producción de compost

Dentro del proceso de compostaje la materia orgánica reduce su volumen hasta un 50%, esto se debe a la generación de CO_2 y liberación de H_2O , siempre que se realice un manejo adecuado de las pilas de compostaje, otorgando un buen proceso de aireación evitando la producción de CH_4 [FAO13]. Es por esto que deben ser calculados ambos parámetros con el fin de estimar la producción final de compost en relación a las 16.000 ton de cosecha a procesar para el año 2018.

4.6.2.1 Calculo de emisiones de CO_2

Para el cálculo de emisiones de CO_2 se utiliza lo establecido en el “Manual de Compostaje del Agricultor por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO 2013”, el cual señala que durante este proceso se liberan emisiones, principalmente de CO_2 , las cuales pueden ser cuantificadas por la siguiente relación (Anexo 6), por cada tonelada de materia orgánica, se pueden generar 2 a 3 kilogramos de CO_2 diariamente. Considerando para efectos de cálculo el promedio.

$$2,5 \left[\frac{kg CO_2}{ton * d} \right]$$

Para estimar la generación total de emisiones de CO_2 , se considera una cantidad de 180 días, correspondiente a los 6 meses del proceso completo de compostaje, indicado en el marco teórico de esta memoria, obteniendo de esta manera la siguiente relación:

$$2,5 \left[\frac{kg CO_2}{ton * d} \right] * 180[d]$$

$$450 \left[\frac{kg \text{ CO}_2}{ton} \right]$$

Se tiene una generación de 450 kilogramos de CO_2 por cada tonelada de materia orgánica a compostar a lo largo de todo el proceso.

Para aplicar esta relación a la producción del 2018, se deben utilizar las 2.880 toneladas correspondiente a los residuos de este periodo (en base a la proyección estimada por la empresa). Según el estudio sobre la “*Producción de un compostaje a partir de desechos de uva por José Ferrer, et al, Venezuela 1993*” la mezcla a compostar disminuye su porcentaje de humedad de un 73% a un 50% dentro de los primero 10 días de formación de pilas y el comienzo de la degradación de estas (ver Anexo 8), además considerando que el 80% de los residuos correspondiente al orujo presenta una humedad de un 50% según la Tabla 4.2 acerca de la caracterización de los residuos, es que se decide trabajar bajo el supuesto que la humedad total de la mezcla es de un 50%. Por lo tanto, el porcentaje de solidos totales con capacidad de generación de CO_2 corresponde al 50% restante. A continuación, se expresa el cálculo de la emisión de CO_2 durante todo el proceso de compostaje para la cantidad de 1.440 ton de materia seca en la mezcla, correspondiente al 50% del total de residuos del año 2018.

$$450 \left[\frac{kg \text{ CO}_2}{ton} \right] * 1.440 [ton]$$

$$648.000 [kg]CO_2$$

La cantidad de 648.000 kg de CO_2 liberados corresponden al 45% del total de la materia orgánica seca, por lo tanto, la cantidad restante de 792.000 kg corresponden a la materia orgánica presente en el compost final.

A continuación, se procede a estimar la cantidad de agua liberada en el proceso de compostaje con el objetivo de cuantificar el compost final.

4.6.2.2 Cálculo de H_2O liberado en el proceso

Según la Norma Chilena 2.880 acerca de Clasificación y Requisitos del compost, este debe presentar un porcentaje de humedad entre 30% – 45%, para este caso se tomó el promedio de 38%, por lo que el 62% restante corresponde a los 792.000 kg de materia orgánica seca calculada anteriormente contenida en el compost final, es por esto que se calcula el total de compost (correspondiente a la materia seca más agua) con el fin de conocer la cantidad de agua final de la mezcla y de esta manera estimar la liberada durante el proceso. Obteniendo un total de 1.277.419,36 kg de compost generado, considerando el 38% de humedad correspondiente a 485.419,36 kg de agua.

Ya que en un comienzo se tenían 1.440 ton de agua correspondientes al 50% de humedad de la mezcla y descontando el valor de agua presente en el compost obtenido anteriormente, es posible estimar que el agua liberada durante el proceso es de 954.58064 ton.

Es importante destacar que generalmente el balance de agua no es calculado, puesto que existen variaciones en relación a las condiciones climáticas, ambientales y los sustratos a utilizar que dificultan esta tarea, sin embargo, desde el punto de vista del diseño es necesario contar con una fuente que proporcione este insumo para mantener la humedad de la mezcla oscilando entre un 40 y 55% [Epstein, 2011]. Considerando que para este caso el agua utilizada en dicha tarea se encontrará disponible mediante la planta de tratamiento de RILES de la empresa, es que el cálculo del balance de agua no se realiza, mientras que el porcentaje de reducción de humedad se calculó en base a la carga de agua contendida en el sustrato inicial y en el producto final (compost).

Para finalizar el cálculo de emisiones correspondiente a la alternativa de una planta de compostaje, se presenta la tabla 4.9 con el resumen de las emisiones de la planta de compostaje.

Tabla 4.9 Emisiones Planta compostaje año 2018

Emisiones	Masa [kg]	Densidad [$\frac{kg}{m^3}$]	Volumen [m^3]
CO_2	648.000	1,842	351.791,53
H_2O	954.580,64	1.000	954,58
Total	1.602.580,64	1.001,84	352.746,11

Fuente: Elaboración propia

Teniendo el conocimiento de los recursos disponibles, las operaciones unitarias y el potencial productivo de la planta, se procederá a realizar la tercera parte de la metodología referente a equipos y maquinarias a utilizar.

4.6.3 Equipos y maquinarias

En base a lo descrito en las operaciones unitarias y a las cantidades de residuo a manejar, se procede a escoger los equipos y maquinarias adecuados para el desarrollo de la propuesta.

Para el proceso de reducción de tamaño es necesaria la utilización de una chipeadora o una trituradora. Como se mencionó anteriormente, solo el escobajo debe pasar por este proceso y puesto que este residuo no es de gran tamaño ni gran dureza, se decide por una chipeadora marca kosner de moto 15 HP (figura 4.18).

Figura 4.18 Chipeadora Kosner

Fuente: Página web Induventa, 2017

Para el caso del proceso de transporte en la planta de compostaje, el cual implica todo el movimiento desde la recepción de la materia prima hasta la disposición del producto final. Se decide utilizar dos cargadores frontales debido al espacio disponible de la planta. De esta manera se pretende dejar un mayor espacio para el acopio y disminuir el dimensionamiento de las vías de transporte. Estos cargadores serán modelo AOLITE ZL-922 con dimensiones de 2,88 m de altura máxima de descarga, 5,6 y 1,92 m de largo y ancho respectivamente y una capacidad de carga de 0,5 m³ y 1.200 kg (figura 4.19).

Figura 4.19 Cargador frontal AOLITE ZL-922

Fuente: Empresa Fullen Internacional. 2017

En la etapa de humectación será necesaria la utilización de un método de riego de las pilas. Con el fin de optimizar mano de obra y materiales, se aprovechará el sistema de irrigación por aspersores que actualmente utiliza San Nicolás para el riego de alfalfa, extendiéndolo hacia los costados de las pilas de compostaje, con el fin de abarcar la extensión de la nueva planta. Considerado que el ancho máximo disponible del terreno es de 40 m y descontando la superficie de las vías de transporte se utilizará un sistema de riego compuesto por 7 aspersores modelo impacto VYR 150 giro regulable, los cuales poseen un alcance de hasta 36 m y una altura de 4 m, regulados por un programador de riego marca Orbit de hasta 12 estaciones (figura 4.20).

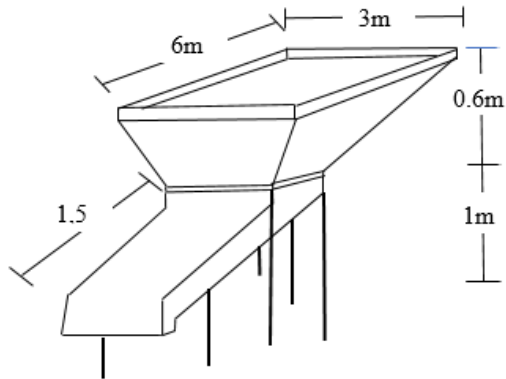
Figura 4.20 Aspersor Impacto VYR 150



Fuente: Pagina web Riego Palo alto. 2017

Como consecuencia del proceso de humectación se generan lixiviados que pueden filtrarse al suelo, para que esto no ocurra se impermeabilizar la zona de trabajo utilizando asfalto, además de la implementación de canaletas para la recolección de estos, las cuales contarán con una longitud de 210 m desde la planta de compostaje hasta la zona de tratamiento de RILES.

Finalmente, para el empacado del producto, se diseñó una estructura para la descarga del compost mediante sistema de gravedad, la cual cuenta con dos tolvas de capacidad de $4,8m^3$, correspondientes a 10 cargas del cargador frontal aproximadamente, unida a esta se encuentra un ducto de 1,5 m de largo, una pendiente de 30° y a una distancia de 1 m del suelo (figura 4.21).

Figura 4.21 Tolva de descarga

Fuente: Elaboración propia

Para empaquetar con exactitud la cantidad de compost es necesaria la utilización de dos balanzas justo bajo las estructuras de descarga con una capacidad de peso de entre 100 y 150 kg (figura 4.22).

Figura 4.22 Balanza electrónica con batería incorporada recargable

Fuente: Pesas Reparbal. 2017

Junto a estos equipos y dentro de la zona de empaquetamiento se encontrarán dos selladoras de sacos ESV600 las cuales pueden generar un largo de sellado de hasta 1 metro y

una altura de 75 centímetros para sacos de polietileno de 50 kilogramos como máximo (figura 4.23).

Figura 4.23 Selladora de sacos ESV600



Fuente: Sercom Chile. 2017

Siguiendo con la metodología de diseño de una planta de compostaje, se procede a dimensionar la planta de acuerdo a todo lo revisado anteriormente.

4.6.4 Diseño y dimensionamiento de la planta de compostaje

Para el diseño de la planta se utiliza la superficie disponible de $10.100 m^2$, la cual posee una forma de “L”. La parte posterior cuenta con 25 m de ancho y 140 m de largo, mientras que la parte superior posee 40 m y 190 m de ancho y largo respectivamente. Es necesario destacar que a lo largo de toda la parte superior se debe descontar 10 m de ancho, para que el cargador frontal pueda transitar sin problemas por las vías.

Para efectos del dimensionamiento de las áreas que almacenarán los residuos, se utilizará la misma densidad del orujo con la que fueron realizados los cálculos anteriores. Para el caso de la mezcla (orujo y escobajo), este dato se obtiene del estudio de “*Realización de compost con desechos de uva*” (Ver Anexo 8) y finalmente el escobajo triturado es obtenido del promedio de las densidades del aserrín de la “*Caracterización de astillas y aserrín para una planta de tableros de partículas en Valdivia*” (ver Anexo 7), obteniendo de esta manera la tabla 4.10.

Tabla 4.10 Densidad de las materias primas

Orujo	Escobajo triturado	Mezcla
1.720 $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	368 $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	1.250 $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

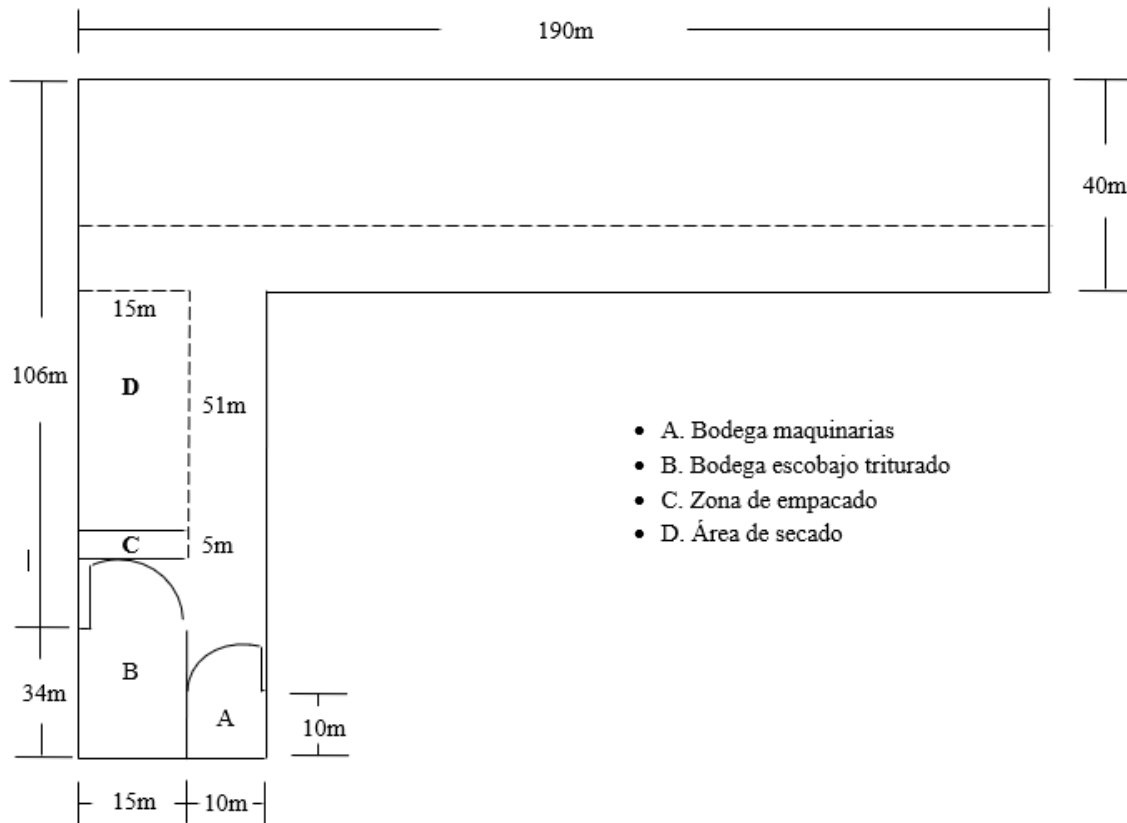
Fuente: Elaboración propia en base a “Producción de un Compost a partir de Desechos de Uva año 1993”, “Análisis de material. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, España 2017.” y “Caracterización de astillas y aserrín para una planta de tableros de partículas en Valdivia 2003”

En la parte posterior de esta planta se encuentra la bodega de acopio de escobajo ya triturado, la cual contará con una superficie de $510 m^2$ y una altura de 2 m. Esta servirá para almacenar todo el escobajo retirado del proceso de despallado posterior a su reducción en la chipeadora, quedando con una capacidad de almacenamiento de $1.020 m^3$. Junto a esta se encontrará la bodega de almacenamiento de maquinarias, con una superficie de $100 m^2$ destinados para guardar las pesas y selladoras de sacos.

Continua a las bodegas se destinó la zona de empaquetamiento, cuyas medidas son de 5 m de ancho por 15 m de largo, en esta se encontrarán las estructuras para la descarga de compost, las pesas y las maquinas selladoras de sacos. Aledaña a esta zona se estableció el área de secado con dimensiones de 15 m de ancho y 51 m de largo, la cual será pintada de color negro para ayudar a retener el calor y de esta manera una pila puede ser esparcida reduciendo su altura.

La figura 4.24 muestra el plano de la planta de compostaje con las áreas anteriormente descritas.

Figura 4.24 Plano N°1 Planta de compostaje



Fuente: Elaboración propia

Diseño de pilas de compostaje

En consecuencia, de todas las zonas previamente delimitadas se cuenta con un espacio total de 5.700 m^2 para el diseño de las pilas. Debido a que el apilamiento y el volteo de pilas será mediante el uso de cargadores frontales, se debe considerar el espacio necesario para que este llegue a todos los lugares y realice un correcto funcionamiento. Es por esto que se establece un ancho para cada pila de 4,5 m, un largo de 30 m, respetando la vía inferior, una altura máxima de 2,7 m, pero para efectos de cálculo se considerará una altura de 2 m y una separación entre pilas de 10 m. Finalmente, la planta contará con un total de 13 pilas de compostaje que en caso de ser necesario se podrá optar a un ancho máximo de 5 m y una altura de 2,5 m, sin que estas medidas interfieran en el funcionamiento de la planta. A continuación, se muestra la tabla 4.11 con el resumen de la capacidad de la planta.

Tabla 4.11 Capacidad planta de compostaje

Pilas de compostaje	Masa [ton]	Masa máxima [ton]	Volumen [m^3]	Volumen máximo [m^3]
1	337,5	468,8	270	375
13	4.387,5	6.093,8	3.510	4.875

Fuente: Elaboración propia

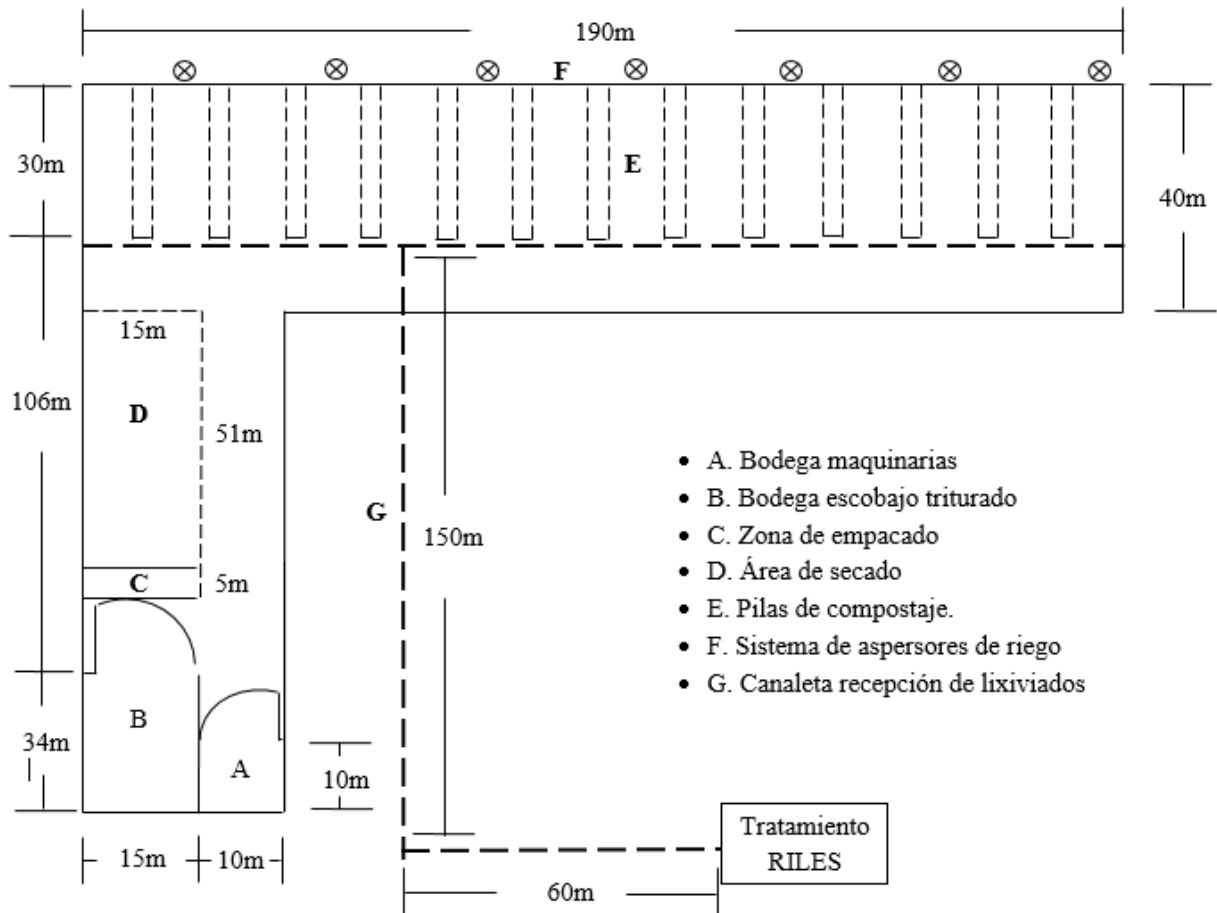
Diseño del sistema de riego

Como se mencionó anteriormente el sistema de riego será en base a aspersores, los cuales estarán ubicados a un costado del extremo más largo de la planta y controlados por un programador profesional de riego modelo Dial Star Orbit, donde por cada dos pilas se dispondrá un aspersor. La extensión del sistema de riego actual hasta la planta de compostaje tendrá una longitud de 300 m aproximadamente, la cual se realizará con cañería de cobre. Con el fin de desarrollar una correcta etapa de riego, se dejará una altura de 0,5 m al inicio de las pilas (junto a los aspersores) mientras que el otro extremo se encontrará al nivel del suelo, por lo que se creará una pendiente de 1° que facilitará la recolección de lixiviados en una canaleta adjunta a las vías de transporte.

Para poder reincorporar al proceso estos lixiviados, se diseñó un sistema de canales por gravedad de 210 m de longitud, que permite llevarlos hasta la zona de tratamiento de RILES actualmente utilizada por la empresa, de esta manera se obtiene agua sin restos sólidos, las cuales no tendrán problema al volver a pasar por los aspersores.

A continuación, se muestra el plano final para la planta de compostaje en la figura 4.25.

Figura 4.25 Plano N°2 Planta de compostaje



Fuente: Elaboración propia

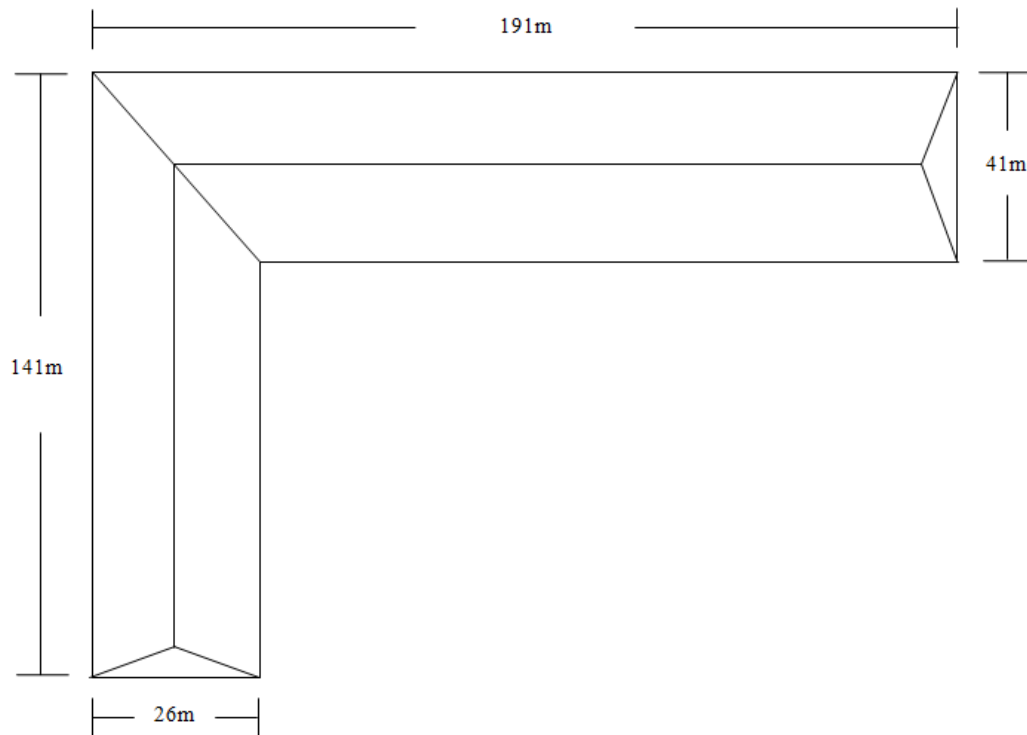
Con todo lo propuesto anteriormente, la planta se encontraría en condiciones de poder funcionar correctamente, sin embargo, a continuación, se plantean requisitos adicionales que permiten potenciar aún más la propuesta debido a las condiciones climáticas de la zona.

Requerimientos adicionales

Como requerimiento adicional se realizó el diseño de un techo de policarbonato transparente de 4 m de altura, el cual estará ubicado sobre toda la superficie de la planta de compostaje. Esta técnica no está establecida en los manuales de compostajes como una

necesidad para el funcionamiento de la planta, puesto que lo único que se exige es que durante periodos de lluvias las pilas de compostaje se recubran con algún plástico con el fin de evitar exceso de humedad. A continuación se muestran las dimensiones del techo en la figura 4.26.

Figura 4.26 Dimensionamiento estructura techo plana de compostaje



Fuente: Elaboración propia

Estudiando el comportamiento de la zona y analizando que entre los meses de Mayo a Agosto (principales meses de composta) es donde se concentra la mayor cantidad de lluvias durante el año, se decide añadir cortinas móviles al diseño del techo del mismo material. De esta manera se evita el contacto directo de las pilas con el agua y se protegerá la zona de trabajo cuando sea necesario (figura 4.27).

Figura 4.27 Cortinas planta de compostaje



Fuente: Ningendock.2017

Una vez identificadas y dimensionadas todas las áreas de la planta, en relación a los equipos y maquinarias a utilizar para cada etapa del desarrollo de esta alternativa, y considerando que la planta tendrá una capacidad de 4.387,5 ton de materia orgánica a compostar (tabla 4.11), es posible determinar que es viable técnicamente la realización de una planta de compostaje para la empresa San Nicolás Wines, por lo que más adelante se llevará a cabo la evaluación de la factibilidad económica de la propuesta tanto para los requerimientos de funcionamiento básicos y los adicionales, visualizando resultados sobre la nueva línea de producto.

A continuación, se procederá a evaluar la viabilidad técnica de la alternativa de una planta digestión anaeróbica para la empresa con la producción estimada para el año 2018.

4.7 Factibilidad técnica planta digestión anaeróbica

Para realizar este estudio, se decide utilizar la “*Guía de Planificación para Proyectos de Biogás en Chile del año 2012*” para la evaluación tanto técnica como económica del proyecto. Se inicia de igual manera que la evaluación anterior, considerando que el espacio, materia prima y recursos disponibles son exactamente los mismos para esta propuesta.

4.7.1 Operaciones unitarias

Recepción y almacenamiento

Esta primera etapa corresponde al proceso en que la materia prima es recibida y posteriormente almacenada. Las principales consideraciones son la accesibilidad de carga y descarga de materia prima, prevención de la descomposición de esta, minimización de olores, prevención de los lixiviados y contaminación de aguas subterráneas.

Trituración

La trituración de materias primas permite aumentar el área de superficie de contacto de estas, asegurando un tamaño de fibra que no dificulte la homogenización de sustratos ni incremente el tiempo de descomposición de estos. Para el caso de esta planta, solo el escobajo pasara por esta etapa, ya que el orujo posee una granulometría adecuada para los siguientes procesos.

Humectación

Es el proceso mediante el cual se debe añadir agua a los sustratos, facilitando el bombeo hacia el digestor. Esta acción se puede realizar como una etapa previa a la alimentación, o bien justo antes de ingresar el sustrato al proceso de digestión. Para realizar este proceso se utilizará el agua tratada proveniente de la planta de tratamiento de RILES que actualmente posee la empresa.

Alimentación

En esta etapa se comienza a cargar el reactor. Existen variados sistemas de alimentación que dependen del tipo de sustrato a utilizar, en este caso que el material contiene gran porcentaje de sólidos, es recomendable la utilización de sistemas de tornillo sin fin dentro del estanque de alimentación, esto permite transportar y homogenizar la mezcla. Se recomienda el uso de acero inoxidable en estas maquinarias debido al grado de acidez que se presenta en la descomposición primaria de los residuos.

Producción de biogás

La producción de biogás se lleva a cabo en un reactor de digestión anaeróbica, el cual es el componente central de toda planta de generación de biogás. La selección de este depende del tipo de sustrato a utilizar, sus condiciones, características y cantidades disponibles. Existen factores importantes al momento de generar biogás, como lo es mantener una temperatura estable dentro del reactor, evitando las variaciones producidas por los cambios climáticos, para lograr esto se utilizan sistemas de aislación y/o intercambiadores de calor. Por otra parte, es necesario el mezclado constante del sustrato, asegurando el contacto de este con las colonias bacteriana que degradan la materia orgánica, evitando la formación de costras flotantes en el reactor, siendo su principal función mantener homogénea la temperatura dentro del reactor. Una vez generado el biogás, este ocupará el volumen superior del reactor, esperando su posterior almacenamiento fuera de este.

Almacenamiento del biogás

Las formas habituales de almacenamiento de biogás corresponden a sistemas de almacenamiento de baja presión. Estos pueden ser integrados a los reactores anaeróbicos en forma de cubierta o de tipo externo, es decir separados de los estanques de digestión. Estos sistemas cuentan con mecanismos de seguridad que evitan que la presión límite sea sobrepasada y en caso de que esto ocurra el biogás es desviado hacia una antorcha para su combustión controlada.

El diseño de los tanques debe ser tal que pueda almacenar aproximadamente una cuarta parte del rendimiento diario de biogás, frecuentemente se recomienda una capacidad de uno a dos días de producción.

Tratamiento biogás

El biogás obtenido contiene componentes que pueden interferir en el uso final de este, como lo es el sulfuro de hidrogeno que en contacto con el vapor de agua (también presente en el biogás) genera ácido sulfhídrico que provoca efectos corrosivos en los metales. Además, la presencia de vapor de agua en el biogás disminuye su poder calorífico y puede interferir en los sistemas de combustión. Prácticamente para todos los usos del biogás es necesaria la remoción del sulfuro de hidrogeno y el vapor de agua.

Almacenamiento de digestato

Una vez finalizado el ciclo de digestión anaeróbica, se debe retirar el digestato que se encuentra en el reactor para posteriormente ser separada la parte solida de la liquida. Esta última se reincorpora al proceso de humectación, mientras que los componentes sólidos deben ser almacenados en módulos al aire libre o en su defecto cubiertos con láminas de plásticos para impedir que las precipitaciones lleguen a los residuos.

Uso final biogás

Las opciones de uso final son; la producción térmica en calderas, producción de electricidad en motores estacionarios, combustibles para vehículos o turbinas y sustituir al gas natural. Para este caso se analizará la posibilidad de usar gas en las operaciones que lo requieran y generación de electricidad para alimentar la planta. Esto se debe estimar en relación con el potencial de generación de gas que presente la alternativa.

Secado digestato

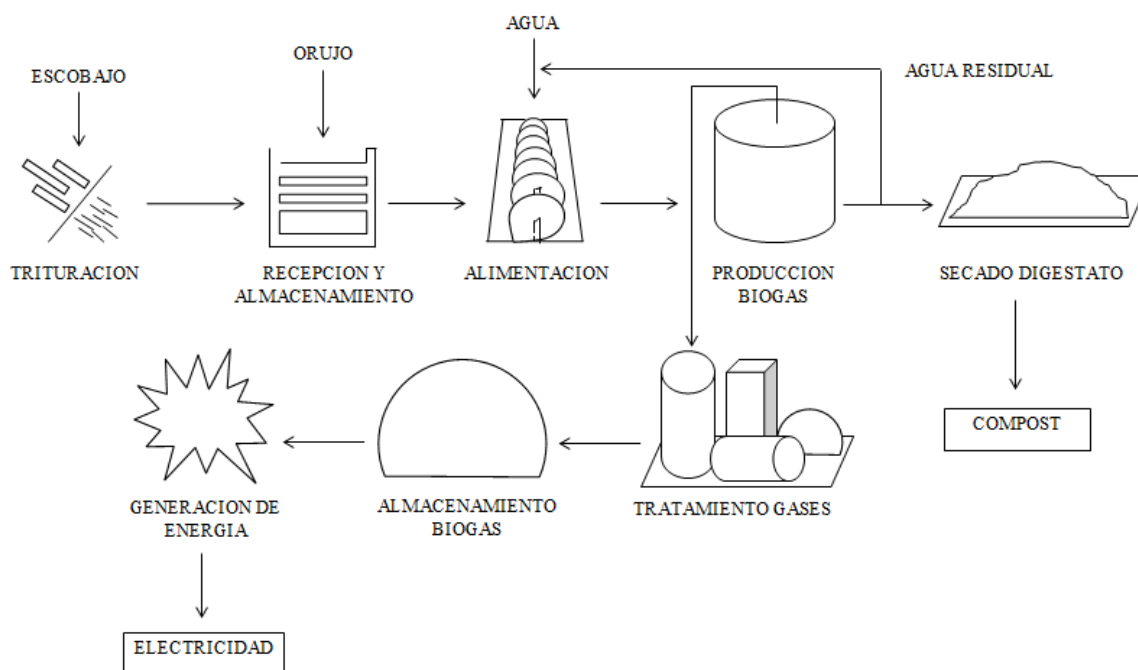
Esta operación permite eliminar el exceso de agua del digestato, con el fin de aumentar la estabilidad del producto final y disminuir los costos de transporte. Para realizar este proceso se destinará un lugar de la planta donde el residuo será extendido y secado mediante el calor proveniente del sol, esta área estará pintada de color negro para lograr retener mayor calor.

Empacado digestato

Es el proceso de acondicionamiento final del digestato, donde este será depositado en sus correspondientes sacos para luego ser almacenado y posteriormente comercializado.

Finalmente, el diagrama del proceso de digestión anaeróbica que abarca todos los subprocesos anteriormente explicados queda representado por la figura 4.28.

Figura 4.28 Diagrama proceso de producción de biogás



Fuente: Elaboración propia en base a lo revisado en la *Guía de Planificación para Proyectos de Biogás en Chile del*, 2012.

Para realizar el dimensionamiento de la planta de biogás, es esencial calcular los parámetros básicos de operación, los cuales son el volumen del reactor y la potencial generación de biogás. A continuación, se detallan estos cálculos.

4.7.2 Cálculo volumen reactor y potencial de generación de biogás

Para realizar los siguientes cálculos se utiliza la proyección del año 2018, dado que posee el valor más alto en la curva histórica de producción de la empresa y sería el primer año de funcionamiento. Es por esta razón que se utilizan las 2.880 ton de residuos, del mismo modo en que se desarrolló la propuesta de la planta de compostaje. Como se ha mencionado anteriormente, esta cantidad de residuos son generados durante los tres meses de vendimia, sin embargo, para el caso de esta metodología es esencial conocer el valor de una carga de materia orgánica diaria, es por esto que se realiza el supuesto que mensualmente se tiene la misma generación de 960 ton y una cantidad diaria de 32 ton durante estos tres meses. Además, es importante mencionar que se estima un tiempo de funcionamiento del reactor de cuatro meses, puesto que el primer mes corresponderá solo a la carga de sustrato, mientras que a partir del segundo mes se comenzará a retirar el gas y digestato generados paralelo a la carga diaria que siempre debe ser ingresada y finalmente el cuarto mes solo se realizará el retiro del gas y digestato restante obtenido de la carga diaria incorporada el tercer mes (último mes de alimentación del reactor).

A continuación, se calculará el volumen del reactor para realizar el dimensionamiento en la planta junto con su potencial producción de biogás para la evaluación de la alternativa. Para ello se utilizarán las siguientes ecuaciones obtenidas de “*Diseño y Selección de elementos para una Planta de Biogás, Universidad Austral de Chile, 2008* (ver Anexo 11).

4.7.2.1 Calculo volumen reactor

Se comenzará calculando el volumen del reactor utilizando la ecuación (6), para lo cual previamente debe ser calculado el volumen de carga diaria del reactor mediante la ecuación (4) y el tiempo de retención hidráulica con la ecuación (5).

$$V_{cd} = V_{MO} + V_{H2O} \quad (4)$$

$$TRH = (-51,227 \times \ln(T^\circ) + 206,72) \quad (5)$$

$$V_B = TRH \times V_{cd} \times 1,2 \quad (6)$$

V_{cd} : Volumen de carga diaria $\left[\frac{m^3}{d}\right]$

V_{MO} : Volumen de materia orgánica en la carga diaria $\left[\frac{m^3}{d}\right]$

V_{H2O} : Volumen de agua en la carga diaria $\left[\frac{m^3}{d}\right]$

TRH : Tiempo de retención hidráulica $[d]$

T° : Temperatura del interior del reactor en grados Celsius

V_B : Volumen biodigestor $[m^3]$

1,2 : Factor de almacenamiento adicional para el volumen del gas

Siguiendo con la metodología de la " *Guía de Planificación para Proyectos de Biogás en Chile del, 2012*" para la alimentación del reactor se recomienda que la carga diaria posea un 8% de materia orgánica seca y el resto de agua. En este caso se debe considerar que el 80% de los residuos correspondiente al orujo, poseen un porcentaje de humedad del 50% y el resto correspondiente a escobajo un 87% de humedad. Por lo tanto, para efectos de cálculo se decide trabajar bajo el supuesto que la humedad de la mezcla de estos residuos corresponde a un 50% (humedad del residuo predominante en la mezcla).

Para el desarrollo de la ecuación (3) se debe conocer el volumen de materia orgánica y de agua en la carga diaria, ya que previamente se asumió una cantidad de 32 ton con una humedad de un 50%, se tiene un total de 16 ton de materia seca, los que corresponderán al 8% de materia orgánica seca recomendada, mientras que el resto será agua. Obteniendo una cantidad de 200 ton correspondiente a la masa de carga diaria compuesta por las 32 ton de residuos (con un 50% de humedad) junto con la diferencia de 168 ton de agua que debe ser adicionada a la mezcla.

Finalmente, con la masa de materia orgánica y agua en la carga diaria, se procederá al cálculo de sus volúmenes utilizando sus respectivas densidades. Para el agua se utilizará $1.000 \frac{kg}{m^3}$ y para el caso del residuo se considerará $1.250 \frac{kg}{m^3}$ (tabla 4.10) correspondiente a la mezcla de orujo y escobajo. Por lo tanto, el cálculo de la ecuación (3) se expresa de la siguiente forma:

$$V_{cd} = \frac{32.000 \frac{kg}{d}}{1.250 \frac{kg}{m^3}} + \frac{168.000 \frac{kg}{d}}{1.000 \frac{kg}{m^3}}$$

$$V_{cd} = 193,6 \left[\frac{m^3}{d} \right]$$

Una vez obtenido el volumen de carga diaria de $193,6 \left[\frac{m^3}{d} \right]$ que será ingresado al reactor, es necesario calcular el tiempo de retención hidráulica de esta, para lo cual se utilizará la ecuación (4), donde se debe tener conocimiento de la temperatura dentro del reactor. Es importante mencionar que la temperatura promedio de la región es de $12,3 \text{ }^\circ\text{C}$ durante los 4 meses de funcionamiento del reactor [CLIMATE-DATA17], según la “*Guía de Planificación para Proyectos de Biogás en Chile del, 2012*”, esta no es una temperatura apta para el funcionamiento del biodigestor, es por esto que se utilizará la recomendada de 30°C , la cual será obtenida mediante un calentador que la mantendrá constante. A continuación, se muestra el desarrollo del cálculo del tiempo de retención hidráulica.

$$TRH = (-51,227 \times \ln(30) + 206,72)$$

$$TRH = 33[d]$$

El valor obtenido corresponde a la cantidad de días en que cada carga diaria debe mantenerse al interior del reactor, antes de que sea extraído el gas y digestato final.

Con el volumen de carga diaria y el tiempo de retención hidráulica calculados previamente se obtiene el volumen del reactor, utilizando la ecuación (6):

$$V_B = 33[d] \times 193,6 \left[\frac{m^3}{d} \right] \times 1,2$$

$$V_B = 7.666,56[m^3]$$

Por lo tanto, para una carga diaria de $193,6 \text{ m}^3$ y un tiempo de tiempo de retención hidráulica de 33 días, el o los reactores deberán contar con una capacidad total de $7.666,56 \text{ m}^3$.

Una vez calculado el volumen del reactor y siguiendo con la metodología del dimensionamiento, se procede a calcular el potencial de generación de gas de la propuesta.

4.7.2.2 Calculo potencial de generación de biogás

Con el fin de cuantificar el potencial de generación de gas que se podrá obtener con la alternativa de la planta de digestión anaeróbica se utiliza la siguiente ecuación correspondiente al potencial de generación de gas.

$$PG = MPC \times \frac{SV}{100} \times P \quad (2)$$

PG : Potencial de generación del gas

MPC : Materia orgánica seca en la carga diaria $\left[\frac{ton}{d}\right]$

SV : Porcentaje de solidos volátiles de la materia orgánica

P : Rendimiento del biogás de la materia orgánica $\left[\frac{m^3}{ton}\right]$

Los valores que se utilizaran en las variables de esta ecuación se obtienen de la tabla 4.12 que se muestra a continuación.

Tabla 4.12 Parámetros de los residuos en condiciones anaeróbicas

Residuo	Solidos volátiles [%]	Rendimiento biogás materia fresca $\left[\frac{m^3}{ton}\right]$	Rendimiento biogás materia $\left[\frac{m^3}{ton}\right]$	Fracción metano [%]
Orujo	80 – 90	250 – 270	640 - 690	65
Escobajo	87	-	175	37

Fuente: Elaboración propia en base a Guía de Planificación para Proyectos de Biogás en Chile, Ministerio de Energía de Chile, 2012.

En el siguiente paso se estima el potencial volumen de generación de biogás por día usando la ecuación (2), para ello se considerarán los 16.000 kg de materia orgánica seca contenidos en la carga diaria, previamente calculados para el volumen del reactor. En el caso del porcentaje de sólidos volátiles de la materia orgánica, este se obtendrá a partir de la proporción en que se encuentren sus residuos, considerando un 80% del promedio de los sólidos volátiles del orujo (tabla 4.12) junto con el 20% del 87% correspondiente a los del escobajo (tabla 4.12), se tiene un porcentaje de solidos volátiles de la mezcla de 85,4%. De esta misma forma se procede a estimar el rendimiento del biogás de la materia orgánica, con el 80% del promedio de los parámetros del orujo (tanto fresca como normal de la tabla 4.12) y un

20% de los 175 $\left[\frac{m^3}{ton}\right]$ para el escobajo (tabla 4.12), obteniendo un rendimiento del biogás para la mezcla de 405 $\left[\frac{m^3}{ton}\right]$. A continuación, se mostrará el cálculo de la ecuación (1):

$$PG = 16 \left[\frac{ton}{d}\right] * \frac{85,4}{100} * 405 \left[\frac{m^3}{ton}\right]$$

$$PG = 5.533,92 \left[\frac{m^3}{d}\right]$$

Se estima una generación de gas de 5.533,92 $\left[\frac{m^3}{d}\right]$ y como fue ya fue explicado solo debe ser utilizado el metano, para que el resto de los compuestos no interfieran en el uso final. Por lo tanto, conociendo la fracción de este generada por el tipo de residuo es posible calcular su valor. Como fue realizado previamente se considerará el 80% del 65% de la fracción de metano del orujo (tabla 4.12) y un 20% del 37% correspondiente a la del escobajo (tabla 4.12), obteniendo un valor de 59,4%, siendo posible el siguiente calculo:

$$PG_{Metano} = 5.533,92 \left[\frac{m^3}{d}\right] * 0,594$$

$$PG_{Metano} = 3.287,15 \left[\frac{m^3}{d}\right]$$

El volumen de generación de metano con el que se contará para la propuesta es de 3.287,15 m^3 por día.

Además, se estima la cantidad total anual, considerando los 90 días correspondientes a los 3 meses de generación de gas en el reactor como se muestra a continuación:

$$V_{Total\ Metano} = 3.287,15 \left[\frac{m^3}{d}\right] * 90 [d]$$

$$V_{Total\ Metano} = 295.843,5 [m^3]$$

Por lo que se debe considerar un total de $295.843,5 \text{ m}^3$ de metano para la propuesta.

Teniendo conocimiento de los recursos disponibles, las operaciones unitarias y el potencial de generación de gas, se procederá a realizar la tercera parte de la metodología referente a equipos y maquinarias a utilizar.

4.7.3 Equipos y maquinarias

Para el proceso de trituración es necesaria la utilización de una chipeadora o una trituradora. Como se mencionó anteriormente, solo el escobajo debe pasar por este proceso. Para esto se utilizará la misma chipeadora que se describió para la propuesta de la planta de compostaje.

Es necesario contar con dos lugares de almacenamiento, uno para el escobajo triturado y otro para el orujo. Estos contarán con una capacidad para almacenar el 50% de los residuos generados durante la temporada, con el fin de adaptarse a las variaciones que puedan existir durante el periodo, puesto que como fue mencionado anteriormente la carga diaria es un supuesto, ya que el residuo no es recibido en esta cantidad. Trabajando con la proporción aproximada de residuos correspondiente a 80:20 y considerando que la cantidad total es de 2.880 ton para el 2018 es que se tiene 2.304 ton de orujo y 576 ton de escobajo. Para efecto de dimensionamiento del espacio se requiere el 50% del volumen de estas cantidades, para lo cual se utilizarán las densidades de $1.720 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ y $368 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ respectivamente (tabla 4.10), obteniendo un volumen de $669,77 \text{ m}^3$ para el almacenamiento del orujo y $762,81 \text{ m}^3$ para el del escobajo, sus respectivas superficies dentro de la planta serán de $446,5 \text{ m}^2$ y $508,54 \text{ m}^2$ respectivamente, considerando una altura máxima del residuo de $1,5 \text{ m}^2$

Para los procesos de transporte dentro de la planta será necesario el uso de un cargador frontal, por lo cual se decide utilizar el mismo modelo de cargador visto en la alternativa anterior.

Para el proceso de humectación y alimentación, se tomará en consideración lo recomendado por la Guía de “*Planificación para Proyectos de Biogás en Chile, Ministerio de Energía de Chile, 2012*” para biodigestores con materiales solidos (donde se encuentra el orujo). Para esto se dispondrá de un sistema de tornillo sin fin en el fondo del estanque. Este debe tener la capacidad de mezclar un volumen de $96,8 m^3$ correspondientes a la mitad de la carga diaria, puesto que se realizarán dos cargas al día. Para llevar a cabo esta tarea se estima una altura máxima de 2,5 m, un ancho de 5 m y 10 m de largo con el fin de facilitar la mezcla del sustrato (figura 4.29).

Figura 4.29 Sistema de tornillo sin fin



Fuente: Ingemecánica. Calculo de transportadores de rodillo sin fin 2017

Para la producción de biogás, se tiene un volumen total de reactor de $7.666,56 m^3$ calculado anteriormente, lo cual representa una carga excesiva para un solo equipo, destacando que nivel comercial la carga máxima que se encuentra disponible en el mercado es de 7.000 litros [ROTOPLAS17], por lo que es necesaria la construcción de este. El diámetro máximo recomendado para un biodigestor es de 25 m, según la guía mencionada anteriormente, para este caso se decidió utilizar uno de 20 m debido al tipo de residuo a tratar, además el proceso será realizado con sistema de dos fases o híbrido, utilizando dos

biodigestores en línea, cada uno trabajando en distintas fases de la digestión. Para lograr tratar el volumen de carga se requerirá de dos sistemas trabajando simultáneas, por lo que será necesaria la construcción de cuatro biodigestores para la planta. Estos contarán con una altura de 6,2 m, dejando 2 m bajo el nivel del suelo y un diámetro de 22 m considerando el espesor de las paredes. Utilizando una superficie total de 1.520,5 m^2 para la producción de biogás (figura 4.30).

Figura 4.30 Prototipo Biodigestor



Fuente: Eurodepositos. Depósitos Biodigestor. 2017.

Para el tratamiento del biogás será necesario contar con una planta de tratamiento de gases, donde se encontrará un equipo desulfurizador y otro que permita la separación del dióxido de carbono del gas. El vapor de agua presente será retirado por la condensación en las tuberías gracias al contacto con la temperatura ambiente de estas, es por esto que no se requerirá un equipo adicional para esta operación. Esta planta permitirá tratar un volumen de 11.067,84 m^3 equivalente a 2 días de producción de gas en caso de que exista alguna variación en el proceso (recomendado por la guía en la que se basa esta metodología). Estará

compuesta por una altura máxima de 8 m para las torres, con una superficie mínima a utilizar de 1.600 m^2 en forma de cuadrado con aristas de 40 m (figura 4.31).

Figura 4.31 Planta de tratamiento de biogás



Fuente: Guía sobre el biogás 2010.

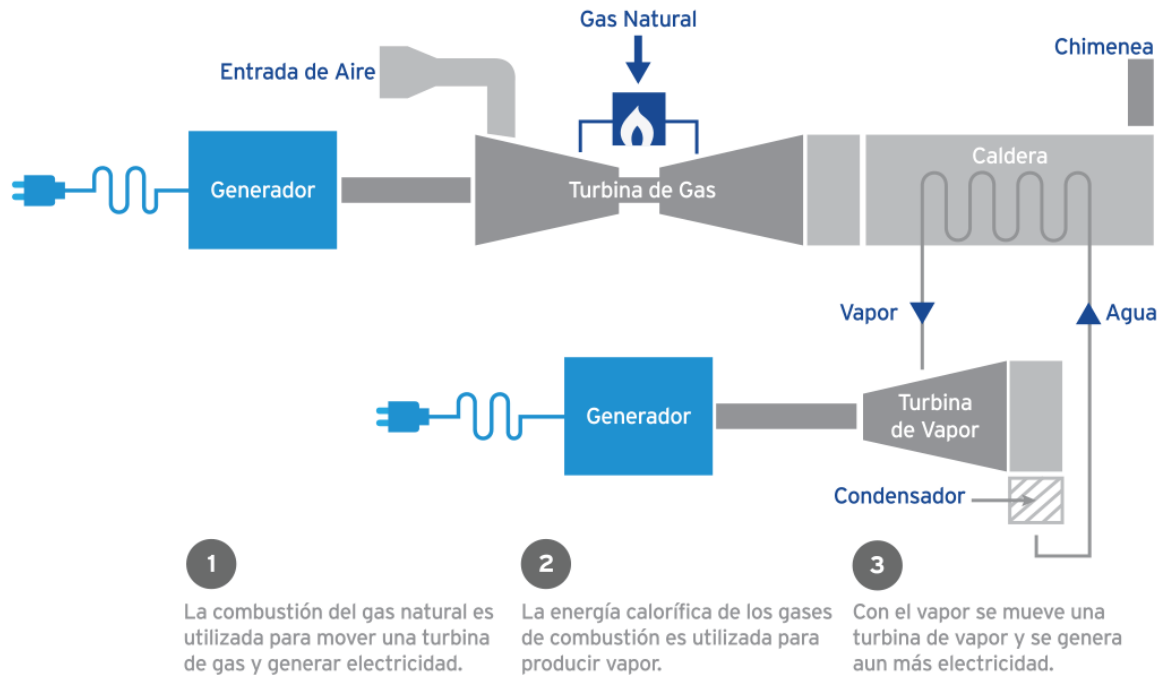
Para la etapa de almacenamiento será necesario contar con dos gasómetros de 5.000 m^3 (tamaño máximo en el mercado), correspondientes a la generación de biogás de tres días. Estos poseen forma circular con 12 m de diámetro máximo, utilizando una superficie total en la planta de $226,19 \text{ m}^2$ (figura 4.32).

Figura 4.32 Gasómetros

Fuente: ASD Consultores. 2017.

Finalmente, el biogás debe ser quemado en una planta generadora de electricidad a partir de gas metano debido a las grandes cantidades generadas diariamente. Esta planta se compone por una caldera de gas natural, una turbina de gas y de vapor, una caldera para los gases de combustión, un condensador y dos generadores de electricidad (figura 4.33).

Figura 4.33 Diagrama planta generadora de electricidad



Fuente: Guía sobre el biogás 2010.

Para la etapa de secado del digestato, es necesario contar con una piscina que permita almacenar al menos la carga diaria de salida del biodigestor, con un volumen de $193,6 \text{ m}^3$, una profundidad de 4 m y una superficie total en la planta de 49 m^2 . Junto con esto se necesita una zona de secado que permita disminuir la humedad de la parte sólida del digestato final desde un 92% según la empresa de desarrollos industriales alternativos Daldur [DALDUR, 2010] hasta un 38% según lo establecido en la Norma Chilena 2.880 acerca del compost aplicando temperatura hasta obtener esta humedad. Para calcular la superficie de la zona de secado se debe considerar el 8% de la carga seca retirada de digestato diariamente del reactor descontando el 85,4% de sólidos volátiles de la mezcla (obtenidos previamente para el cálculo del potencial de gas en base a la tabla 4.12) que reaccionan para generar gas por los 30 días del mes, cálculo que se muestra a continuación:

$$\text{Carga seca ingresada} = 193,6[m^3] * 30 [d] * 8\%$$

$$\text{Carga seca ingresada mensual} = 464,64 [m^3]$$

$$\text{Carga seca mensual transformada en biogás} = 464,64 [m^3] * 85,4\%$$

$$\text{Carga seca mensual transformada en biogás} = 396,8[m^3]$$

Por lo tanto, la carga seca mensual retirada del reactor corresponde a la diferencia entre la carga ingresada y la transformada en biogás, como se puede apreciar a continuación:

$$\text{Carga seca retirada mensual} = 464,64 [m^3] - 396,8[m^3]$$

$$\text{Carga seca retirada mensual} = 67,84 [m^3]$$

Según DALDUR el porcentaje de humedad del digestato retirado corresponde a un 92% por lo que el valor de carga seca retirada mensual calculado anteriormente corresponde al 8% faltante como se podrá apreciar a continuación:

$$67,84[m^3] \rightarrow 8\%$$

$$x \rightarrow 100\%$$

$$x = 848 [m^3]$$

De esta manera se tiene que la superficie de secado considerando 1 m de altura debe ser de $848 m^2$ para un mes de retiro de digestato.

Es importante mencionar que los espacios disponibles en la viña para la planta de biogás no permiten el desarrollo de esta propuesta, al considerarse cantidades industriales es necesario tener una mayor superficie disponible donde construir toda la planta. Tomando en

cuenta el uso de cuatro biodigestores, la fuente de alimentación, espacios de almacenamiento de materias primas, piscina de recepción de digestato, una zona de secado de este, la planta de tratamiento de gases, el almacenamiento del biogás su posterior quema y generación de energía eléctrica son datos por los cuales se decide descartar la propuesta por la no factibilidad técnica para la Empresa San Nicolás Wines.

Siguiendo con la metodología de trabajo, es el momento de realizar la evaluación de factibilidad económica de las alternativas anteriormente vistas. Considerando que fue descartada la planta de digestión anaeróbica al no ser factible técnicamente, se procede a realizar la respectiva evaluación económica para la planta de compostaje.

4.8 Factibilidad económica planta de compostaje

A continuación, se muestran los datos e información respecto a los costos, ingresos y evaluación económica en relación con la propuesta de implementación de una planta de compostaje en la empresa San Nicolás Wines.

Costos de producción

La planta productora de compost está diseñada para funcionar con un turno único de 8 horas diarias por los 5 días hábiles de la semana durante todo el año. Dentro de los primeros 6 meses a contar de Marzo se realizará el apilamiento del material hasta obtener el compost final. Los siguientes 6 meses son los destinados al empaquetamiento del producto final y su venta.

Costos materia prima

Como ya fue mencionado, los costos de la materia orgánica y el agua no son considerados, puesto que son obtenidos como residuos de la empresa. La cantidad de sacos se establece mediante la cantidad a producir de compost, la cual es de 1.277.419,36 kg (cantidad obtenida del capítulo 4 “Potencial de producción de compost”). Considerando que actualmente se utilizan 2.000 kg de fertilizante tipo urea por cada hectárea del campo de Puntí Ferrer, se deberán descontar 140.000 kg tomando en cuenta las 70 hectáreas de este, quedando un total de 1.137.419,36 kg para venta. Para esto se utilizarán sacos de 50 kg.

A continuación, se muestra la tabla 4.13 del costo de materia prima, correspondiente a los sacos de polipropileno para el proceso de empaquetado del producto final.

Tabla 4.13 Costos materia prima

Materias Primas					
Insumo	Cantidad Mensual	Cantidad anual	Costo unitario	Costo mensual	Costo anual
Sacos	3.791	22.748	\$ 125	\$ 473.925	\$ 2.843.548

Fuente: Elaboración propia

Costo Inversión

Para estimar el costo de inversión se considerarán todos los activos fijos necesarios para el funcionamiento de la planta, junto con sus respectivas cantidades y valores. Cabe destacar que se tomarán en cuenta las dos alternativas de construcción para la infraestructura de la planta, la primera corresponde a los requisitos básicos para el funcionamiento de una planta como lo son la impermeabilización del suelo y la construcción de sus respectivas áreas y bodegas (figura 4.14). Mientras que la segunda alternativa considera los requerimientos adicionales que fueron descritos en el diseño de la planta de compostaje como lo son el techo y las cortinas (tabla 4.15).

Tabla 4.14 Costos de inversión básica

Costo Inversión requerimientos básicos			
Equipo	Cantidad	Valor adquisición	Inversión
Selladora de sacos	2	\$ 291.550	\$ 583.100
Pesa	2	\$ 145.000	\$ 290.000
Sistema de riego	1	\$ 891.930	\$ 891.930
Chipeadora	1	\$ 1.520.212	\$ 1.520.212
Cargador Frontal	2	\$ 52.000.000	\$ 104.000.000
Tolva descarga	2	\$ 3.640.000	\$ 7.280.000
Infraestructura planta	1	\$ 250.809.345	\$ 250.809.345
		Total	\$ 365.374.587

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.15 Costos de inversión requerimientos adicionales

Costo Inversión requerimientos adicionales			
Equipo	Cantidad	Valor adquisición	Inversión
Selladora de sacos	2	\$ 291.550	\$ 583.100
Pesa	2	\$ 145.000	\$ 290.000
Sistema de riego	1	\$ 891.930	\$ 891.930
Chipeadora	1	\$ 1.520.212	\$ 1.520.212
Cargador Frontal	2	\$ 52.000.000	\$ 104.000.000
Tolva descarga	2	\$ 3.640.000	\$ 7.280.000
Infraestructura planta	1	\$ 490.647.735	\$ 490.647.735
		Total	\$ 605.212.977

Fuente: Elaboración propia.

Consumo de energía

El consumo de energía eléctrica se calculó en base al consumo [Kw/h] de las maquinarias, funcionando 8 horas al día por los 5 días hábiles de la semana en la planta. El costo se estimó en base a la información disponible en “*CGE DISTRIBUCION*”, empresa distribuidora de electricidad en la VI Región (tabla 4.16).

Tabla 4.16 Consumo de energía

Consumo de Energía					
Equipo	Unidades	Consumo Kw/hr	Meses de trabajo	Consumo Kw/mes	Costo Kw/año
Selladora de sacos	2	1,50	6	2.880	\$ 368.640
Pesa	2	0,01	6	10	\$ 1.229
Programador de riego	1	5,60	11	9.856	\$ 1.261.568
Costo Kw	\$ 128			Total	\$ 1.641.217
Cargo fijo	\$ 815				

Fuente: Elaboración propia

Consumo de combustible

Por el tipo de maquinarias a utilizar, el combustible empleado es Diesel y su consumo se establece mediante la multiplicación de su coeficiente de 0,16 [lt/h*HP] por la potencia de la maquinaria, según lo propuesto por el “*INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias: Costo de operación o uso de maquinaria agrícola*” como se puede ver en la tabla 4.17.

Tabla 4.17 Consumo combustible

Consumo combustible								
Equipo	Unidades	Potencia [HP]	Consumo combustible [lt/hr]	Horas por día	Meses de trabajo	Consumo mensual [lt]	Costo anual [lt/año]	
Chipeadora	1	15	2,4	8	3	384	\$ 459.302	
Cargador Frontal	2	59	9,4	8	12	1.510	\$ 7.226.358	
Coef Comb. [lts/h*HP]	0,16					Costo Total	\$ 7.685.660	
Precio Diesel	\$ 398,7							

Fuente: Elaboración propia

Costo mano de obra

Se consideran 4 tipos de cargo para el costo de mano de obra, 3 son fijos durante todo el año, mientras que el puesto de operador de empacado solo funcionará por los 6 meses que dura este proceso. Además de destacar que los turnos de trabajo son de jornada única diaria de 8 horas (tabla 4.18).

Tabla 4.18 Costo de mano de obra

Consumo mano de obra				
Personal	Cantidad	Sueldo mensual	Meses de trabajo	Sueldo anual
Jefe de la Planta	1	\$ 1.000.000	12	\$ 12.000.000
Conductor cargador	2	\$ 500.000	12	\$ 12.000.000
Operador	2	\$ 300.000	12	\$ 7.200.000
Operador empacado	4	\$ 300.000	6	\$ 7.200.000
Total				\$ 38.400.000

Fuente: Elaboración propia

Costo de mantenimiento

Para el caso de los equipos de uso constante durante sus correspondientes meses de trabajo (chipeadora y cargadores frontales), su costo de mantención se estima en base al coeficiente de mantención y reparación por hora de funcionamiento entregado por el “*INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias: Costo de operación o uso de maquinaria agrícola*” (tabla 4.19).

Tabla 4.19 Costos de mantenimiento maquinaria de uso constante

Costo mantenimiento						
Equipos	Cantidad	Valor adquisición	Coeficiente de Mantención y Reparación	Horas mensuales	Meses de trabajo	Costo mantención anual
Chipeadora	1	\$1.520.212	0,04%	160	3	\$291.881
Cargador Frontal	2	\$52.000.000	0,01%	160	12	\$24.960.000
					Total	\$25.251.881

Fuente: Elaboración propia

De los \$25.251.881 se destinará el 10% como costo de mantenimiento preventivo, lo cual implica que un profesional concurra a las inmediaciones y revise los equipos y maquinarias cada tres meses.

Se establece el valor correspondiente a un 5 % del valor de adquisición para el resto de los equipos como costo de mantenimiento (tabla 4.20).

Tabla 4.20 Costos de mantenimiento de maquinaria menor

Costo mantenimiento			
Equipos	Cantidad	Valor adquisición	Costo mantención anual [5%]
Selladora de sacos	2	\$ 291.550	\$ 29.155
Pesa	2	\$ 145.000	\$ 14.500
Programador de riego	1	\$ 150.000	\$ 7.500
Aspersores	7	\$ 105.990	\$ 37.097
Tolva descarga	2	\$ 3.640.000	\$ 364.000
		Total	\$ 452.252

Fuente: Elaboración propia

Depreciación

Para obtener este valor, se decide utilizar la depreciación acelerada de los equipos, puesto que todos estos poseen una vida útil superior a 3 años (requerimiento establecido por el SII). Para lo cual se considera el valor de inversión de los activos y su respectivo tiempo de vida útil obtenido de la “*NUEVA TABLA DE VIDA ÚTIL DE BIENES FÍSICOS DEL ACTIVO INMOVILIZADO*”. Al igual que en punto anterior se realiza la operación para la inversión con requerimientos básicos de funcionamiento y con requerimientos adicionales como se muestra a continuación en las tablas 4.21 y 4.22.

Tabla 4.21 Depreciación inversión básica

Costo Inversión básica			
Equipo	Inversión	Dep. Acelerada	Valor
Selladora de sacos	\$ 583.100	5	\$ 116.620
Pesa	\$ 290.000	3	\$ 96.667
Sistema de riego	\$ 891.930	2	\$ 445.965
Chipeadora	\$ 1.520.212	5	\$ 304.042
Cargador Frontal	\$ 104.000.000	2	\$ 52.000.000
Tolva descarga	\$ 7.280.000	6	\$ 1.213.333
Infraestructura planta	\$ 250.809.345	26	\$ 9.646.513
		\$ 365.374.587	\$ 63.823.141

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.22 Depreciación inversión requerimientos adicionales

Costo Inversión requerimientos adicionales			
Equipo	Inversión	Dep Acelerada	Valor
Selladora de sacos	\$ 583.100	5	\$ 116.620
Pesa	\$ 290.000	3	\$ 96.667
Sistema de riego	\$ 891.930	2	\$ 445.965
Chipeadora	\$ 1.520.212	5	\$ 304.042
Cargador Frontal	\$ 104.000.000	2	\$ 52.000.000
Tolva descarga	\$ 7.280.000	6	\$ 1.213.333
Infraestructura planta	\$ 490.647.735	26	\$ 18.871.067
	\$ 605.212.977		\$ 73.047.694

Fuente: Elaboración propia

Gastos de administración y puesta en marcha

Según el artículo 10 de la ley 19.300 los proyectos susceptibles a causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases deben someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental. Específicamente este proyecto debe ingresar por una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). El siguiente valor se estimó en base a un aproximado de la DIA de una planta de compostaje para la empresa “Avícola González y Hermanos Limitada”, realizada por la Consultora IASA. (ver Anexo 14). Para efectos de su amortización se considerará un periodo de 3 años (tabla 4.23).

Tabla 4.23 Costo de activos diferidos

Costo de activos diferidos	
Ámbito	Costo
Consultora DIA	\$10.000.000
Total	\$10.000.000

Fuente: Elaboración propia en base DIA de consultora IASA.

Capital de trabajo

El capital de trabajo corresponderá a la cantidad de dinero necesaria para mantener el funcionamiento del negocio durante los primeros meses con resultados negativos, con el fin de que exista una liquidez necesaria para estar fuera de riesgos.

El método utilizado para obtener este valor fue el del déficit acumulado máximo, este costo se genera desde el inicio de las operaciones de la planta hasta el primer mes en que se logra percibir utilidad. Para este proyecto el capital de trabajo corresponde a \$33.217.565 (ver Anexo16). Considerando los años posteriores, este capital se ajustará a las variaciones de la producción de la planta de compostaje.

Inflación y Tasa de descuento

El proyecto se evaluará utilizando la inflación, según el Informe de Política Monetaria (IPom) realizado por expertos del Banco Central la variación de la inflación radica entre un 2% y un 4% y prevén una inflación de un 3% para el 2018, publicado por el diario digital Publimetro [PUBLIMETRO17]. Para efectos de cálculo se considerará una inflación de 2,5%, ya que al escoger una de un 3% (el promedio) sería un escenario muy optimista para los años siguientes.

Para obtener la tasa de descuento se utiliza el modelo CAPM, el cual permite realizar una estimación de los retornos de algún activo en función del portafolio de mercado y el retorno de un activo libre de riesgo, utilizando un coeficiente beta mediante el cual se mide que tan fuerte reacciona un activo en función de una variación del mercado, para esto se debe utilizar la ecuación número 7:

$$E(R_i) = R_f + \beta (R_m - R_f) \quad (7)$$

$E(R_i)$: Retorno del activo i

R_f : Retorno del activo libre de riesgo.

B : Riesgo de la industria

R_m : Retorno del portafolio de mercado

A través del sitio web del “*Banco Central de Chile*” se obtuvo un valor de 2,5% para el retorno del activo libre de riesgo, el beta de este proyecto se encuentra en la categoría de Environmental & Waste Servic del sitio web “*Betas - NYU Stern School of Business*” con un valor de 0,85, finalmente se tiene un 12,8% para el retorno del portafolio de mercado en base a la variación del IPSA año 2016 según el diario digital Economía y Negocios [ECONOMIAYNEGOCIOS16].

$$E(R_i) = 2,5 + 0,85 (12,8 - 2,5)$$

$$E(R_i) = 11,25\%$$

Se decide ajustar arbitrariamente en dos puntos el valor obtenido, asumiendo un mayor riesgo para el proyecto dentro del país. De esta manera la tasa de descuento a utilizar es de 13.25%.

Flujo de caja

Con el fin de estimar una proyección adecuada para el proyecto, se pronosticó la demanda de uva procesada de la empresa, para obtener la cantidad de residuo generado anualmente para la propuesta. Para ello se realizaron pronósticos utilizando los métodos de suavizado exponencial simple, método polinómico, suavizado exponencial doble y finalmente el método escogido fue el de suavizado exponencial, debido a que sus valores presentan un error del 1% y se ajustan a las cantidades históricas de San Nicolás Wines, además de ser el método más adecuado para pronósticos con tendencias de excesiva inclinación y sin una estacionalidad (ver Anexo 16). Con los cálculos de producción de compost realizados anteriormente (1.277.419,36 kg) se puede apreciar que el porcentaje de generación de este en base al total de la uva procesada (16.000.000 kg) es de un 7,98%, por lo que al obtener la demanda de la uva se puede estimar la del compost.

El precio del compost se estima en relación al de comercialización nacional de \$6.590 promedio obtenido por los sitios web “*EASY*” y “*SODIMAC*”, en China por el sitio web de “*ALIBABA*” correspondiente al de venta dentro del mismo país de \$19.800 promedio y el

esperado por la empresa de \$18.000, se decide utilizar un valor de \$14.780 obtenido por el promedio aproximado de los valores anteriores.

Se decide realizar una evaluación con perpetuidad, puesto que no existe la necesidad de liquidar el proyecto en un periodo determinado. Por lo tanto, a partir del año 10 se considera representativa la perpetuidad debido a la estabilización de las operaciones. Cabe destacar que a partir del quinto año se comienza a realizar reinversión de equipos y maquinarias junto con nuevas contrataciones de personal, debido al aumento de la producción de la planta (ver Anexo 17).

Considerando una tasa de descuento de 13.25%, inflación de un 2,5%, capital de trabajo para el primer año de \$33.217.565 y el impuesto a la renta de un 27% debido que esta empresa pertenece al sistema de tributación Parcialmente Integrado, según SII Chile. Se muestran las tablas 4.24 y 4.25 con los indicadores obtenidos para la alternativa con requerimientos básicos y adicionales (detalles en Anexo 18).

Tabla 4.24 Indicadores del proyecto con requerimientos básicos

VAN	\$ 2.057.271.874
TIR	53%
PAYBACK	3° año

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.25 Indicadores del proyecto con requerimientos adicionales

VAN	\$ 1.816.169.929
TIR	39%
PAYBACK	4°

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenidos estos indicadores, se procede a realizar análisis de sensibilidad para ambos escenarios.

Análisis sensibilidad

Para realizar el siguiente análisis de sensibilidad se modifica la variable precio en los escenarios optimista y pesimista como se muestra a continuación, para ello se utiliza una variación de un 35% tanto al alza como a la baja. Se decide dejar fuera el valor de desecho, puesto que al utilizar perpetuidad considera todos los valores futuros del proyecto, lo cual no suma representatividad para dicho análisis (tablas 4.26 y 4.27).

Tabla 4.26 Análisis de sensibilidad con requerimientos básicos

	Optimista	Neutro	Pesimista
Precio	\$19.953	\$14.780	\$9.607
VAN	\$1.483.647.538	\$ 882.758.220	\$281.868.902
TIR	65%	46%	26%
PAYBACK	2°	3°	5°

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.27 Análisis de sensibilidad con requerimientos adicionales

	Optimista	Neutro	Pesimista
Precio	\$19.953	\$14.780	\$9.607
VAN	\$1.257.189.946	\$ 656.300.629	\$ 55.411.311
TIR	43%	30%	15%
PAYBACK	3°	4°	7°

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones y recomendaciones

En base a los resultados obtenidos en los análisis y estimaciones realizadas en este trabajo de título fue posible concluir lo siguiente:

A modo general cabe destacar que tanto a nivel nacional como internacional es importante cumplir con las normativas vigentes en relación a los tratamientos para la gestión de residuos como empresa.

Para el caso de la Empresa San Nicolás Wines, fueron evaluadas dos propuestas para realizar un sistema de aprovechamiento de residuos, quedando descartada la alternativa de una planta de digestión anaeróbica por la no factibilidad técnica de esta, puesto que a nivel de espacio resultó imposible la propuesta de construcción de ella. Por otra parte, se demostró que la alternativa de una planta de compostaje es factible técnicamente y además se realizó el supuesto de dos escenarios, uno con los requerimientos básicos de funcionamiento y otro con requerimientos adicionales. Ambos fueron analizados en la etapa posterior de evaluación económica y análisis de sensibilidad, considerando la nueva oportunidad para el negocio que genera la alternativa.

A nivel de emisiones la empresa actualmente no posee manejo de estas, por lo que si no realizan un cambio en sus prácticas, las principales emisiones para el 2018 serán de $145.815,48 \text{ m}^3$ de CH_4 y $234.060,08 \text{ m}^3$ de CO_2 , mientras que si se deciden por implementar la alternativa de la planta de compostaje sus emisiones de CH_4 desaparecen por completo y el CO_2 aumentaría en un 50%, sin embargo, según [Mathews, 2009] la biomasa (planta) absorbe el carbono de la atmósfera durante su crecimiento y deja una parte de este en el suelo de forma más o menos permanente. Por lo tanto, si esta emisión posee un origen vegetal se considera neutral, mientras que el metano es un gas de efecto invernadero que afecta directamente la contaminación atmosférica independiente de su origen.

A nivel económico, los resultados finales de esta tesis indican que la alternativa de compostaje con requerimientos básicos entrega un VAN a la empresa de \$2.057.271.874 una TIR del 53% y una recuperación de la inversión al 3 año de funcionamiento.

Respecto a la evaluación realizada para los requerimientos adicionales se tiene como resultado indicadores económicos menores en contraste con los de la alternativa anterior, estos se encuentran totalmente relacionados con la mayor inversión inicial de la propuesta, obteniendo un VAN de \$1.816.169.929, una TIR de 39% y un tiempo de retorno de la inversión de 4 años.

Sometiendo las alternativas a un análisis de sensibilidad donde la variación se realizó en el precio y fue descontado su valor de desecho, se puede apreciar que la alternativa de requerimientos básicos resulta rentable tanto en los escenarios optimista como pesimista, es decir que la opción en cualquiera de sus escenarios puede ser considerada como una zona de confort asumiendo un riesgo menor y obteniendo beneficios en cualquiera de sus casos. Por otra parte, la propuesta con requerimientos adicionales en el escenario pesimista muestra una disminución de la TIR a un 15%, la cual se acerca al valor de la tasa de descuento para este proyecto, lo que indica que la rentabilidad será baja en relación a la inversión requerida, sin embargo, para el escenario neutro y optimista la propuesta según los indicadores resulta rentable y considerando que se utilizó el precio promedio de comercialización de abonos en China, siendo el mayor de \$24.384 y tomando en cuenta que la comercialización planea ser realizada en dicho país, es de esperar que el proyecto se desarrolle entre el escenario neutro a optimista.

Como recomendación final se sugiere a la empresa realizar el sistema de aprovechamiento de residuos en base a la producción de compost, puesto que como ya fue demostrado mediante el *Proyecto RTA2010-00110-C03* financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, realizado en la ciudad de Castilla-La Mancha, donde se demuestra que este residuo posee propiedades que permiten aumentar el rendimiento de un cultivo, por lo que si puede ser considerado un producto para comercializar. Es por esto que se recomienda a la empresa tomar alguna de las dos alternativas. En el caso de que su estrategia sea adversa al riesgo, se debe considerar la primera, puesto que de todas formas se generará incremento de sus riquezas, pero se debe tener en cuenta que ante factores climáticos se deberá tener mayor precaución, capacidad de reacción y énfasis en los procesos de la planta con la finalidad de obtener el compost en condiciones óptimas. Por el contrario, si la empresa no es adversa al riesgo se recomienda optar por la opción con requerimientos

adicionales, destacando que de esta manera se garantiza una producción estable y totalmente controlada, independiente de los factores externos que puedan afectarla.

Finalmente se recomienda a la empresa realizar una medición de sus emisiones actuales, tanto de residuos como de sus procesos, con el fin de poder controlarlas y no seguir incumpliendo la normativa. Además, es importante que se realice un adecuado uso de sus aguas tratadas, puesto que para el año siguiente estas aumentaran y se generarán excedentes que no podrán ser utilizados en el riego de alfalfa. Por último, si San Nicolás decide implementar la planta de compostaje, se recomienda realizar un estudio y la correspondiente caracterización de sus residuos utilizando sus recursos de laboratorio con el fin de llevar a cabo con una mayor exactitud el proyecto.

Bibliografía

[KDM12] KDM Empresas. Glosario: KDM, 2012 (Disponible vía web en <https://goo.gl/yYrNu3> Visitado en Febrero del 2017)

[AMCHAMCHILE12] Cámara Chilena Norteamericana de Comercio. La Industria Vitivinícola de Chile: Calidad Premium: AMCHMCHILE, 2012. (disponible vía Web en <https://goo.gl/6rJvKx> Visitada en Febrero del 2017)

[MMA.GOB11] Ministerio del Medio Ambiente Gobierno de Chile. Informe del Estado del Medio Ambiente Resumen Ejecutivo, Chile: MMA.GOB, 2011. (disponible vía Web en <https://goo.gl/xh3Jix> Visitada en Febrero 2017)

[CONAMA10] Sistema Nacional de Información Ambiental: Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile, Chile: CONAMA, 2010.(disponible en vía Web en <https://goo.gl/6LYaLC> Visitada en Febrero 2017)

[De la Cruz, 2005] De La Cruz René. Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a Través de Composteo y Lombricomposteo. México: De La Cruz.

[AGROWASTE13] AGRO WASTE: Pirolisis, AGROWASTE 2013. (disponible via web en <https://goo.gl/zRp9Rw> Visitada en Febrero 2017)

[RENOVABLESVERDES11] Renovablesverdes: Vertidos de residuos sólidos contamina aire, suelo y agua. RENOVABLESVERDES, 2011. (disponible vía Web en <https://goo.gl/pBvN51> Visitada en mayo 2017)

[Corona, 2007] Corona, Ivan. Biodigestores. 2007. Universidad autónoma del estado de Hidalgo. (disponible vía web en <https://goo.gl/uG8AEm> Visitada en mayo 2017)

[Ramírez, 2009] Ramirez Jaime, CIENCIAS AMBIENTALES, La contaminación del suelo, 2009 (disponible via web en <https://goo.gl/hkimLs> Visitado en Mayo 2017)

[DICYT10] Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología, Los residuos de la industria vitivinícola resultan muy contaminantes, España 2010 (disponible via web en <https://goo.gl/VVmALQ> Visitada en Mayo 2017)

[CTME11] Fundación Centro Tecnológico de Miranda de Ebro. Generación y gestión de Residuos del Sector, Gestión integral de residuos y análisis del ciclo de vida del sector vitivinícola. De residuos a productos de alto valor añadido. España 2011.

[Fernández, 2013] Fernandez Julio, La Evolución del Sector Vitivinícola Internacional, Departamento de Geografía, Universidad de Valladolid, España 2013 (disponible via web en <https://goo.gl/qBz9YB> Visitado en Marzo 2017)

[Espinosa y Molina, 1999] Espinosa y Molina, Acidez y Encalado de los suelos, International Plant Nutrition Institute, 1999.

[IDEAM.GOB.CO07] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Información Técnica Sobre los Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático. Colombia.2007.

[REVISTAPAJSAJE1?] El Compostaje de Residuos Orgánicos, Guía divulgativa sobre las posibilidades de los tratamientos biológicos de los residuos orgánicos, Revista Paisaje Ecología y Género. (disponible vía web <https://goo.gl/8T4UPL> Visitado en Mayo 2017)

[COMPOSTANDOCIENCIA13] Emisión de Gases de Efecto Invernadero Durante el Compostaje de Alperujo. COMPOSTANDO CIENCIA, 2013. (disponible vía web <https://goo.gl/Zq9D2A> Visitada en Junio 2017)

[FAO13] Manual de Compostaje del Agricultor. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Chile 2013. (disponible vía web <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf> Visitado en Junio 2017)

[USODELSUELO08] CAPACITACION PARA EL RECICLADO DE RESIDUOS ORGANICOS, Proyecto Subsidiado por la Universidad Nacional de La Plata, Argentina 2008, (disponible vía web en <https://goo.gl/tgGHeg> Visitada en Mayo 2017)

[Gutiérrez, 2012] Gutierrez, Guadalupe et al. Biogás: una alternativa ecológica para la producción de energía. México. 2012. (disponible vía web http://www.concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/Archivos/85_1_GUTIERREZ_GARCIA_ET_AL.pdf visitada en Mayo 2017)

[Sanchez, 2003] Sanchez Guerrero Gabriel, Técnicas Participativas para la Planeación, Matrices del Rango de Actuación, Mexico 2003.

[Pérez, 2010] Pérez, Javier. Estudio y Diseño de un Biodigestor para Aplicación en Pequeños Ganaderos y Lecheros. Chile 2010 (disponible vía web en <https://goo.gl/zqbCm3> visitada en mayo 2017)

[ELMOSTRADOR16] El mostrador. Chilenos Brindan por la Nueva Sed de Vino China. Chile. 2016. (disponible vía web en <https://goo.gl/PdnUDu> visitada en mayo 2017)

[ELCONFIDENCIAL17] El confidencial. Las Heladas Arruinan el vino Gallego. España. 2017.(disponible vía web en <https://goo.gl/J1jW1U> visitada en mayo 2017)

[AGROMEAT14] Agromeat. Corretaje, la desconocida mano que mueve el negocio viñatero. Argentina. 2014, (disponible vía web en <https://goo.gl/coCdN1> visitada en mayo 2017).

[FAGRO.EDU0?] Facultad de Agronomía Universidad de la Republica, Agua en el suelo, Uruguay (disponible via web en <https://goo.gl/coCdN1> visitada en julio 2017).

[Epstein, 2011] Epstein, Eliot. INDUSTRIAL COMPOSTING. Environmental Engineering and Facilities Management, 2011, Cap.4, p. 57

[PUBLIMETRO17] Publimetro. Expertos vuelven a bajar proyección de crecimiento para 2017 (disponible vía web en <https://goo.gl/8EeXmc> visitada en julio 2017)

[CLIMATE-DATA17] Climate-Data: Datos climáticos mundiales, Rancagua VI Región Chile, 2017. (disponible vía web en <https://es.climate-data.org/location/2053/> visitada en Julio 2017)

[ROTOPLAS17] Rotoplas Producto Biodigestores, 2017 (disponible vía web en <http://rotoplas.com.ec/producto/biodigestor-7000/> visitada en Agosto 2017)

[DALDUR, 2010] Daldur: Desarrollos Industriales Alternativos, Funcionamiento de una Planta de Biogás. Curso de Operación y Mantenimiento de una Planta de Biogás. España, 2010.

[ECONOMIAYNEGOCIOS16] Economía y negocios online, IPSA cierra 2016 con su mayor repunte en seis años y prevén que pasaría los 4.600 puntos en 2017. Chile, 2016 (disponible vía web en <https://goo.gl/9D9Bik> visitada en septiembre 2017)

[Mathews, 2009] Mathews, John. Biocombustibles con balance negativo del ciclo del carbono. 2009.

Anexos

Anexo 1

Decreto ley 3557 artículo 11

Núm. 3.557.- Santiago, 29 de Diciembre de 1980.- Visto: lo dispuesto en los decretos leyes N° 1 y 128, de 1973; 527, de 1974; y 991, de 1976, La Junta de Gobierno de la República de Chile ha acordado dictar el siguiente Decreto ley:

Artículo 11- Los establecimientos industriales, fabriles, mineros y cualquier otra entidad que manipule productos susceptibles de contaminar la agricultura, deberán adoptar oportunamente las medidas técnicas y prácticas que sean procedentes a fin de evitar o impedir la contaminación. Sin perjuicio de lo dispuesto en el inciso anterior, dichas empresas estarán obligadas a tomar las medidas tendientes a evitar o impedir la contaminación que fije el Presidente de la República por intermedio del Ministerio de Agricultura o del Ministerio de Salud Pública, según sea el caso, el cual deberá fijar un plazo prudencial para la ejecución de las obras. En casos calificados, el Presidente de la República podrá ordenar la paralización total o parcial de las actividades y empresas artesanales, industriales, fabriles y mineras que lancen al aire humos, polvos o gases, que vacíen productos y residuos en las aguas, cuando se comprobare que con ello se perjudica la salud de los habitantes, se alteran las condiciones agrícolas de los suelos o se causa daño a la salud, vida, integridad o desarrollo de los vegetales o animales.

Anexo 2

Top 20 países productores de vino 2016

Puesto	País	MM. litros	Crecimiento
1	Italia	4.880	-2%
2	Francia	4.190	-12%
3	España	3.780	1%
4	Estados Unidos	2.250	2%
5	Australia	1.250	5%
6	China	1.150	0%
7	Chile	1.010	-21%
8	Sudáfrica	910	-19%
9	Argentina	880	-35%
10	Alemania	840	-4%
11	Portugal	560	-20%
12	Rusia	490	0%
13	Rumania	490	37%
14	Nueva Zelanda	310	34%
15	Hungría	270	-6%
16	Grecia	260	2%
17	Serbia	230	0%
18	Austria	180	-21%
19	Georgia	170	0%
20	Moldavia	170	0%
	Total mundial de la OIV	25.940	-5%

Fuente: Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) 2016

La disminución de un 5% en la producción mundial de vino posiciona al año 2016 como el de menor producción dentro de los últimos 20 años

Según dijo Jean-Marie Aurand, director general de la OIV, citado en *“El fenómeno climático de El Niño parece haber vuelto a América Latina, donde la producción resultó afectada por condiciones climáticas bastante excepcionales, con mucha lluvia. Es tal vez una explicación” de esta producción, “que se sitúa entre las más débiles desde hace 20 años”*

Lo mencionado por el director de la OIV se ve reflejado principalmente en los países de Chile y Argentina. El primero con una reducción de un 21% en su producción y el segundo con un 35% menos, esto ocurre a pesar de que la vid género de la planta del vino, es capaz de adaptarse a condiciones climáticas extremas, pero no excepcionales. Es por eso que China es uno de los países que se beneficia de las dificultades climáticas de los países latinoamericanos y asciende en el ranking del 9° al 6° lugar, sin tener aumento alguno en su producción anual. China posee un 85% de sus viñas en zonas frías, en este caso la vid está adaptada a este clima y al no existir fenómeno climático no hay variación en su producción. Según Jean-Marie Aurand.

Anexo 3

Análisis internacional aprovechamiento de residuos

Italia

Para el año 2016 Italia obtuvo el 1° lugar como productor mundial del vino, con una producción de 4.880 MM. litros, este número indica una disminución de un 2% en relación a la producción del año 2015.

En base a un artículo que habla de la viticultura sostenible en Italia que destaca a las principales viñas que están utilizando métodos sostenibles, producción ecológica, natural, orgánica o biodinámica, los cuales hacen que la imagen de una empresa sea "verde" como se menciona en el artículo. Se analizaron específicamente las viñas mencionadas en el artículo y la información recolectada se presenta a continuación.

En la Viña Lungarotti uno de los proyectos que más destaca es "*Energia della Vite*" el cual apoyado por el Ministerio de Agricultura y el Centro de Investigación de Biomasa de la Universidad de Perugia, se centra en quemar los residuos de poda para obtener calor, el cual es utilizado para los procesos de la bodega. Otras viñas que utiliza un método similar a este, es Viña Planeta y Viña Mezzacorona, la primera posee un centro de biomasa y la segunda con los residuos de las materias primas logran una valorización energética, como lo es el escobajo. Mezzacorona además se enfoca en el reciclaje, compostaje de sus residuos.

Francia

En el año 2016 Francia generó un total de 4.190 MM. litros de vino, lo que lo llevó a ocupar el segundo lugar del ranking mundial de países productores. Francia posee 6 regiones vitivinícolas, destacando la región de Burdeos por el "Plan Climat 2020 du vin de Bordeaux" que abarca una serie de compromisos y normas ambientales.

El estudio *Orujo de uva, lías de vino y depósito del mosto: ¿Cómo administrar Subproductos enológicos?* en el cual se experimenta sobre la recuperación de subproductos.

Se estudió el tratamiento actual de destilación y tres escenarios para la recuperación de orujo: esparcimiento, compostaje colectivo e individual y digestión anaeróbica. El resultado se dividió en 4 indicadores, Indicador de salud humana, Indicador de calidad de los ecosistemas, Indicador de cambio climático e Indicador de recursos.

Mejores resultados de los Indicadores

Indicador de salud humana: Difusión individual y Digestión anaeróbica.

Indicador de calidad de los ecosistemas: Destilación

Indicador de cambio climático: Digestión anaeróbica y Destilación

Indicador de recursos: Digestión anaeróbica y Destilación

España

España es el país que se posiciona en el puesto número 3 con 3.780 MM. litros de vino. Es un país con una tendencia distinta a la de los demás vistos en relación a sus métodos y preocupaciones.

Se analizaron dos viñas del país para saber cuáles son las técnicas que utilizan para el tratamiento de sus residuos. Ambas coinciden en que reciclan entre un 90% - 95% del total de sus residuos. Finalmente, las viñas “Gonzales Byass” y “Bodega Torres” una vez que reciclan sus residuos orgánicos y el orujo los queman como biomasa para ahorrar energía en sus procesos de producción.

El estudio Proyecto RTA2010-00110-C03 financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, realizado en la ciudad de Castilla-La Mancha, donde fue aplicado compost en base a orujo de uva en un cultivo de melones, obteniendo como resultados el aumento del rendimiento del cultivo, pérdidas de nitrógeno por lixiviación.

Estados Unidos

Estados Unidos es uno de los países pioneros en producción y venta de vinos. En los últimos 5 años, su promedio de producción fue de 2.250 MM. litros de vino, lo cual lo posiciona en el 4 puesto a nivel internacional.

Debido a estos antecedentes es que se tomó a EEUU como un país referente para analizar las técnicas de manejo de sus residuos orgánicos.

La forma de obtener información fue mediante un ranking donde se encontró información acerca de las mejores bodegas del país. De esta forma se procedió a buscar en las páginas y memorias con el fin de encontrar las prácticas y acciones que realizan estas viñas en sus procesos.

En EE.UU las viñas pueden optar a una serie de certificaciones de sustentabilidad y calidad, como lo son Viticultura Sostenible Certificada de California, Napa Green Land y Napa Green Winery, entre otras. El estado de California posee su propia certificación ya que es una región vitivinícola.

Luego de investigar cuatro Viñas, las más relevantes en el área de sustentabilidad, es evidente que todas manejan sus residuos para luego utilizarlos dentro de sus procesos como enriquecedores del suelo. Otro punto muy importante que se logra desprender de lo revisado anteriormente es el control y la conciencia que poseen con el uso del agua, ya sea de riego o limpieza.

Australia

Australia alcanzo el 5° lugar en el ranking de los 20 países productores de vino, con una producción de 1.250 MM. litros de vino en el año 2016.

Este país posee una serie de programas de sustentabilidad a los que los productores de vinos pueden optar, con ellos obtienen herramientas y recursos para poder apuntar a alguna certificación como la ISO 14001, FreshCare Ambiental Viticultura / Bodega, Código

FreshCare Ambiental Viticultura de Prácticas, Código FreshCare Ambiental Bodega de Prácticas, Australia viticultura sostenible.

De los viñedos analizados la viña Voyager Estate convierte el orujo de uva en un compost que luego vuelven a utilizar en sus viñas, la viña Taylors Wines recicla el orujo de uva para la extracción del alcohol de uva, taninos y otros compuestos a través de un proceso de destilación al vapor. Los sólidos restantes se combinan con otra producción de concentrados para formar un producto llamado TPR, que se aplica en la viña como acondicionador del suelo.

Argentina

Argentina es el país que en el 2016 baja a la posición número 9, sin embargo, su volumen promedio de producción de los últimos cinco años fue de 1.450 MM. litros de vino.

Las Viñas que fueron revisadas se obtuvieron de un estudio realizado en el año 2012 por la comisión de sustentabilidad en Bodegas de Argentina. Este estudio muestra el avance entre los años 2009 y 2011, siendo el más actual realizado hasta la fecha. Es por esto que las cinco viñas que fueron revisadas se tomaron para ser utilizadas como benchmarking dejando solo tres, puesto que dos corresponden al negocio del vodka y del champagne.

En general las viñas poseen certificaciones ISO 9001, 22000, 14001 y OHSAS 18001. Estas tres bodegas, Celia, Norton y Solentein, tienen prácticas de cuidado del agua, suelo y reducción de emisiones. En relación con sus residuos, todas estas viñas los utilizan como base para compost natural.

A modo de resumen, a continuación, se plantea la siguiente tabla con la información obtenida de los estudios de viñas de todo el mundo, memorias y reportes de sustentabilidad, con el fin de obtener de manera general y ordenada las alternativas que utilizan cada uno de los países.

Anexo 4

Caracterización residuos vinícolas

Orujo

Tabla con la información de la granulometría del sustrato

Granulometría		
Fración N°		% en peso
1	< 0,125 mm	2
2	0,125-0,25 mm	4
3	0,25-0,5 mm	11
4	0,5-1 mm	14
5	1-2 mm	16
6	2-4 mm	43
7	4-8 mm	9
8	8-16 mm	1
9	> 16 mm	0
Indice de grosor (% en peso con $\phi > 1\text{mm}$)		
		69
Fración más abundante:		
		6

Tabla con las propiedades físicas del sustrato

Propiedades físicas	
Humedad	33 % en origen % en origen
Densidad real	1,72 g/cm ³
Densidad aparente	0,369 g/cm ³
Espacio poroso total	78,6 % vol.
Capacidad de aireación (vol. de aire a 10 cm de c.a.)	49,7 % vol.
Volumen de agua a 10 cm de c.a.	28,9 % vol.
Capacidad de retención de agua	289 g/l sustrato
Contracción	32 % vol.

Tabla con las propiedades físico-químicas y químicas del sustrato

Propiedades físico-químicas y químicas	
Suspensión acuosa 1/10 (vol.vol)	
pH (suspensión)	8,9
CE (ext.,dS/m)	0,56
Materia orgánica total (%)	
65,1	

Escobajo

Tabla con la información de la granulometría del sustrato

Granulometría		
Fración N°		% en peso
1	< 0,125 mm	1
2	0,125-0,25 mm	0
3	0,25-0,5 mm	1
4	0,5-1 mm	4
5	1-2 mm	14
6	2-4 mm	43
7	4-8 mm	24
8	8-16 mm	11
9	> 16 mm	2
Indice de grosor (% en peso con e > 1mm)		
		94
Fración más abundante:		
		6

Tabla con las propiedades físicas del sustrato

Propiedades físicas	
Humedad	12 % en origen % en origen
Densidad real	1,50 g/cm ³
Densidad aparente	0,115 g/cm ³
Espacio poroso total	92,3 % vol.
Capacidad de aireación (vol. de aire a 10 cm de c.a.)	64,6 % vol.
Volumen de agua a 10 cm de c.a.	27,7 % vol.
Capacidad de retención de agua	277 g/l sustrato
Contracción	No apreciable

Tabla con las propiedades físico-químicas y químicas del sustrato

Propiedades físico-químicas y químicas	
Suspensión acuosa 1/5 (vol:vol)	
pH (suspensión)	4,1
CE (ext., dS/m)	1,06
Materia orgánica total (%)	
92,5	

Anexo 5

Características del biogás

Tabla 2.6: Composición promedio del biogás (según [2-1])

Constituyente	Concentración
Metano (CH ₄)	50-75 vol. %
Dióxido de carbono (CO ₂)	25-45 vol. %
Agua (H ₂ O)	2-7 vol. % (20-40 °C)
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	20-20.000 ppm
Nitrógeno (N ₂)	< 2 vol. %
Oxígeno (O ₂)	< 2 vol. %
Hidrógeno (H ₂)	< 1 vol. %

Anexo 6

Emisiones compostaje

Tabla 1 Control de la aireación

Porcentaje de aireación	Problema		Soluciones
<5%	Baja aireación	Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis	Volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación .
5% - 15% Rango ideal			
>15%	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua.	Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad, bien proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)

Dióxido de Carbono (CO₂)

Como en todo proceso aerobio o aeróbico, ya sea en el compostaje o aun en la respiración humana, el oxígeno sirve para transformar (oxidar) el C presente en las materias primas (substrato o alimentos) en combustible. A través del proceso de oxidación, el C se transforma en biomasa (más microorganismos) y dióxido de carbono (CO₂), o gas producido por la respiración, que es fuente de carbono para las plantas y otros organismos que hacen fotosíntesis. Sin embargo, el CO₂ también es un gas de efecto invernadero, es decir, contribuye al cambio climático.

Durante el compostaje, el CO₂ se libera por acción de la respiración de los microorganismos y, por tanto, la concentración varía con la actividad microbiana y con la materia prima utilizada como sustrato. En general, pueden generarse 2 a 3 kilos de CO₂ por cada tonelada, diariamente. El CO₂ producido durante el proceso de compostaje, en general es considerado de bajo impacto ambiental, por cuanto es capturado por las plantas para realizar fotosíntesis.

Anexo 7

Densidad aserrín

4.5.1. Densidad del aserrín.

Se debe tener en cuenta que el método puede presentar imprecisiones en los valores obtenidos, debido a lo pequeño de las partículas de las fracciones finas del aserrín.

Cuadro 15: Densidad del aserrín por proveedor en kg/m^3

Proveedores	AGRIFOR	APSA	ARAUCO	CENTEC	CMPC	Com JCE	MADEXPO
Mínimo	320,8	325,0	354,0	335,5	344,5	356,7	397,0
Máximo	372,9	395,1	397,0	380,2	392,3	385,0	408,0
Promedio	342,8	350,4	372,8	359,7	374,6	370,7	401,9
Desviación Estándar	17,76	21,13	16,33	15,40	18,92	9,94	4,04
Varianza	315,32	446,47	266,64	237,20	357,85	98,87	16,31

La densidad del aserrín que es entregado en la planta cumple con los requisitos mínimos exigido por la empresa, lo que indica que todo los proveedores analizados abastecen con aserrín con densidad mayor a 300 kg/m^3 .

Las mediciones determinaron una densidad promedio para las partículas de aserrín de $367,6 \text{ kg/m}^3$, con valores extremos de $320,8$ y $408,0 \text{ kg/m}^3$.

A través del análisis de varianza se comprobó que existen diferencias significativas entre el aserrín entregado por los distintos proveedores. El material entregado por MADEXPO es diferente de todos los demás proveedores. El aserrín entregado por AGRIFOR, con respecto al de ARAUCO, CMPC y Comercial JCE, igual posee diferencias, sin embargo no existen diferencias significativas entre AGRIFOR con APSA y CENTEC. Lo mismo ocurre entre el material entregado por los demás proveedores, no encontrando diferencias entre APSA, ARAUCO, CENTEC, CMPC y Comercial JCE.

Anexo 8

Estudio de compost a partir residuos vinícolas

Producción de un compostaje a partir de desechos de uva

José Ferrer, Douglas Mujica, Gisela Páez

*Laboratorio de Fermentaciones Industriales. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia.
Maracaibo - Venezuela*

Resumen

Se realizó la producción de un abono orgánico, a partir de desecho generado en el procesamiento de la uva, en la producción de vino (escobajo de uva). Para tal efecto se implementó un proceso de biodegradación aeróbica (compostaje) del escobajo de la uva recién prensada, sola y con adición de gallinaza como activadora de la biotransformación. La modificación del material original se siguió con la medición de los parámetros indicadores de un proceso eficiente: temperatura, pH, porcentaje de humedad, densidad y relación carbono-nitrógeno. Los resultados mostraron que la gallinaza no es indispensable para lograr un compostaje eficiente con este tipo de desecho. Además las características físicas y organolépticas del producto obtenido alreado con y sin gallinaza, evidencian un compostaje óptimo. Por otro lado el pH alcanzado cercano a la neutralidad le confiere características adecuadas para ser usado como acondicionador de suelos para cultivos.

Palabras claves: Uva, desecho, compostaje, fertilizante.

Composting from grape pomace

Abstract

An Organic fertilizer was obtained from wastes generated in the wine production process. An aerobic biodegradation process (composting) of recently pressed grape's waste, with or without an activating biotransformation hen dropping was implemented to that effect. The modification of the original material was followed by the parameter's measurement indicating an efficient process: temperature, pH, moisture content, density, and carbon/nitrogen ratio.

The results showed that the hen dropping is not an essential additive to get an efficient compost with this type of waste. On the one hand, the physical and organoleptic characteristics of the product obtained with or without the hen dropping demonstrate an optimum compost. On the other hand, the obtained pH, almost neutral, characterizes it as a soil fertilizer.

Key words: Grape, waste, composting, fertilizer, compost.

Metodología

El desecho de uva, correspondiente a la variedad Colombar, fue tomada del Centro Vitícola del Estado Zulia.

Las pilas formadas con 400 kg de desecho, aproximadamente, se diseñaron de base circular con un diámetro de 1,30 m y una altura de 0,8 m. La identificación de las pilas se estableció de la siguiente manera:

- No. 1: Sin ningún tipo de aditivo y removida durante el proceso de compostaje, sirviendo como control para el ensayo con aireación.
 No. 2: Contiene un 10% de gallinaza y aireación.
 No. 3: Sin ningún tipo de aditivo y sin aireación, sirviendo como control para el ensayo sin aireación.
 No. 4: Contiene un 10% de gallinaza y sin aireación.

Se siguió la variación de la temperatura a lo largo del proceso, midiéndose en cada una de las pilas a diferentes profundidades y en diferentes puntos con un termómetro de campo, tipo reloj alrededor de las 7 am diariamente.

gánicos dan valores de humedad que varían entre 46.7 y 99.4%, para desechos urbanos y lodos de tenería vegetal^[11], estiércol de vaca y orujo de uva^[18], lodo activado^[9] y pulpa de café^[3]. En la tabla 2 se reportan valores de porcentaje de humedad durante el proceso de compostaje para las pilas de desecho de uva.

La densidad de este material es 1.25 g/cc, lo que conlleva a establecer una planta de 4.8m³ de capacidad para procesar 6 Tn métricas de desecho de uva anual. Por otro lado, las diferentes densidades determinadas a lo largo del proceso de compostaje para cada ensayo (ver tabla 3), llevan a estimar el porcentaje de pérdida de peso por cc (ver tabla 4), esto se debe a evaporación de agua, pérdida de carbono como CO₂ y nitrógeno como amoníaco, debido a las condiciones ambientales.

Resultados y Discusión

La tabla 1 muestra los valores correspondientes a la composición química de la uva recién prensada. En dicha tabla se puede observar un contenido alto de humedad (73.56%), pero adecuado para garantizar un proceso eficiente en el consumo de oxígeno^[13]. Sin embargo, este contenido de humedad representa un costo alto de transporte, al considerar las alternativas económicas del proceso en estudio. Trabajos realizados en diferentes tipos de desechos y materiales or-

Tabla 1
Caracterización química del desecho de uva recién prensada

Densidad (gr/cc)	1.25
pH	3.56
% Humedad	73.56
% Carbono	46.60
% Nitrógeno	1.73

El pH del desecho es de 3.56, siendo este valor adecuado para el desarrollo de hongos en ambiente aeróbico en un compostaje eficiente. A lo largo del proceso se observó un incremento del mismo hasta alcanzar un pH alcalino de 7.8 (ver tabla 5), lo cual demuestra que hubo pérdida de ácidos orgánicos y liberación de amoníaco por efecto de la descomposición microbiana^[5]. Para este tipo de material se observó un incremento brusco en las pilas que se le adicionó gallinaza, ya que ésta permite una mayor acción microbiana en la masa de compostaje. Gudrum Bagstam^[19] reporta valores de pH para un material compostado de corteza de árbol alrededor de 4.5 al inicio y 6.7 al final del proceso.

De Bertoldi M., y otros^[11] reportan valores de pH cercanos a la neutralidad para diferentes

Tabla 2
Variación del porcentaje de humedad durante el Proceso de Compostaje

Días	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4
1	73.56	73.56	73.52	71.66
3	69.15	64.83	66.30	65.20
10	50.08	32.73	32.93	34.91
25	22.52	18.84	29.63	18.08

Tabla 3
Variación de la densidad (g/cc) durante el Proceso de Compostaje

Días	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4
1	1.25	1.25	1.22	1.22
7	1.00	1.00	0.83	0.83
10	0.80	0.79	0.80	0.80
20	0.74	0.77	0.77	0.76
25	0.71	0.77	0.76	0.76

Tabla 4
Porcentaje de pérdida de peso durante el proceso de Compostaje

Días	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4
1	----	----	2.4	2.4
7	25.0	25.0	33.6	33.6
10	36.0	36.8	36.0	36.0
20	40.8	38.4	38.4	39.2
26	43.2	38.4	39.2	39.2

Tabla 5
Potencial de hidrógeno (pH) durante el Proceso de Compostaje

Días	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4
1	3.56	3.56	3.18	3.18
3	4.19	7.07	3.19	4.30
9	4.73	8.80	4.84	7.42
22	8.20	8.54	4.29	8.05
24	7.68	8.56	4.43	7.55
25	7.94	8.42	5.23	7.95

Tabla 6
Porcentaje de Carbono, nitrógeno y relación Carbono/nitrógeno para todos los ensayos, al final del proceso

Pilas	% Nitrógeno	% Carbono	C/N
1	2.14	37.72	17.62
2	2.17	29.45	13.57
3	2.47	33.29	13.47
4	2.42	33.80	13.96

Tabla 7
Características físicas y organolépticas del producto obtenido

Pilas	Forma	Color	Olor
1	Amorfa	NEGRO con Manchas Blancas	Tierra Húmeda
2	Amorfa	NEGRO con Manchas Blancas	Tierra Húmeda
3	Original	NEGRO	Desagradable
4	Original	NEGRO	Desagradable

Tabla 8
Variación de la Temperatura (°C) durante el proceso de compostaje

Días	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4
2	32.47	33.70	33.70	32.22
5	37.28	35.84	38.20	36.91
7	42.73	41.05	38.72	39.00
9	46.98	52.34	42.22	42.47
11	47.78	54.07	43.00	45.86
13	40.00	46.00	44.00	45.00
15	38.64	45.24	45.00	46.00
16	41.66	49.62	45.00	46.11
18	35.06	41.79	44.44	45.33
20	32.00	38.00	44.75	45.00
22	27.77	39.11	44.75	45.55
23	28.33	26.48	44.13	34.30
24	22.00	21.85	43.15	45.62
25	22.00	21.54	44.19	45.62

Conclusiones

i.- Los parámetros indicadores de un compostaje eficiente, pH, temperatura, relación carbono-nitrógeno y humedad, para el desecho de uva recién prensada, se localizan dentro de límites adecuados.

ii.- La gallinaza (activador del proceso de compostaje) no es indispensable para lograr un compostaje eficiente en este tipo de material orgánico.

iii.- Las características físicas y organolépticas del producto obtenido, material amorfo, color negro con manchas blancas y olor de tierra húmeda, evidencian un compostaje óptimo.

iv.- El alto contenido de humedad conlleva a la ubicación de la planta de procesamiento en los alrededores del centro de producción del desecho, de igual manera que la reducción del peso del material al final del proceso, no provoca dificultades en su distribución.

v.- El pH alcanzado por el abono orgánico producido, cercano a la neutralidad, le confiere características adecuadas para ser usado como acondicionador de suelos para cultivos.

vi.- La disminución de la relación C/N indica que se realizó una biodegradación aeróbica del desecho de uva original.

- grape pulps. *Biological Wastes*. 34(3), 251 - 258, 1990.
5. Faure, D. and Deschamps, Am. Evaluation of the suitability of grape skins for composting. *J. Int. des Sciences de la Vigne et du Vin*, 24(1), 1 - 12, 1990.
 6. Faure, D. The effect of bacterial inoculation on the initiation of composting of grape pulps. *Bioresource Technology*. 37(3), 235 - 238, 1991.
 7. Dittmer, U.; Budde, K.; Stindt, A. and Weltzien, Hc. The influence of the compost extracts on different plant pathogens gesunde - pflanzen. 42(7), 219 - 235, 1990.
 8. C6sta, F.; Moreno, J.I.; Hern6ndez; Lax, A.; Cegarra, J. and Roig, A., Mineralization of organic materials in a calcareous soil. *Biological Wastes*. 28(3), 189-201, 1989.
 9. Garcia, C.; Hern6ndez T. and Costa, F. The influence of composting and maturation processes on the heavy-metal extractability from some organic wastes. *Biological waste*, 31(4), 291 - 301, 1990.
 10. Garcia, C. Hern6ndez, T and Costa, F. Characterization of humic acids from uncomposted sewage sludge by degradative and non-degradative techniques. *Bioresource Technology*. 41(1) 53 - 57, 1992.

Anexo 9

Consideraciones planta compostaje

Monitoreo durante el compostaje

Ya que el compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, se deben tener en cuenta los parámetros que afectan su crecimiento y reproducción. Estos factores incluyen el oxígeno o aireación, la humedad de substrato, temperatura, pH y la relación C:N.

Externamente, el proceso de compostaje dependerá en gran medida de las condiciones ambientales, el método utilizado, las materias primas empleadas, y otros elementos, por lo que algunos parámetros pueden variar. No obstante, éstos deben estar bajo vigilancia constante para que siempre estén siempre dentro de un rango óptimo. A continuación, se señalan los parámetros y sus rangos óptimos.

Oxígeno

El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono (CO_2) a la atmosfera. Así mismo, la aireación evita que el material se compacte o se encharque. Las necesidades de oxígeno varían durante el proceso, alcanzando la mayor tasa de consumo durante la fase termofílica.

La saturación de oxígeno en el medio no debe bajar del 5%, siendo el nivel óptimo el 10%. Un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. Las células de los microorganismos se deshidratan, algunos producen esporas y se detiene la actividad enzimática encargada de la degradación de los diferentes compuestos. Por el contrario, una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Se producen entonces malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico (H_2S) o metano (CH_4) en exceso.

Dióxido de Carbono (CO_2)

Como en todo proceso aerobio o aeróbico, ya sea en el compostaje o aun en la respiración humana, el oxígeno sirve para transformar (oxidar) el C presente en las materias primas (substrato o alimentos) en combustible. A través del proceso de oxidación, el C se transforma en biomasa (más microorganismos) y dióxido de carbono (CO_2), o gas producido por la respiración, que es fuente de carbono para las plantas y otros organismos que hacen fotosíntesis. Sin embargo, el CO_2 también es un gas de efecto invernadero, es decir, contribuye al cambio climático. Durante el compostaje, el CO_2 se libera por acción de la respiración de los microorganismos y, por tanto, la concentración varía con la actividad microbiana y con la materia prima utilizada como sustrato. En general, pueden generarse 2 a 3 kilos de CO_2 por cada tonelada, diariamente. El CO_2 producido durante el proceso de compostaje, en general es considerado de bajo impacto ambiental, por cuanto es capturado por las plantas para realizar fotosíntesis.

Humedad

La humedad es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular. La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material. En procesos en que los principales componentes sean sustratos tales como aserrín, astillas de madera, paja y hojas secas, la necesidad de riego durante el compostaje es mayor que en los materiales más húmedos, como residuos de cocina, hortalizas, frutas y cortes de césped. El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso de material base.

Temperatura

El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.

pH

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0- 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2.

Relación Carbono-Nitrógeno (C:N)

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0- 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2.

A continuación, se presenta la tabla resumen de los parámetros anteriormente explicados.

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal (2-5 semanas)	Rango ideal compost maduro (3-6 meses)
C/N	25:1 - 35:1	15/20	10: 1 - 15:1
Humedad	50% - 60%	45% - 55%	30% - 40%
Ph	6,5 - 8,0	6,0 - 8,5	6,5 - 8,5
Temperatura	45 - 60 °C	45°C - T°ambiente	T° ambiente
Densidad	250 - 400 kg/m ³	<700 kg/ m ³	<700 kg/ m ⁴

Anexo 10

Fichas técnicas planta compostaje

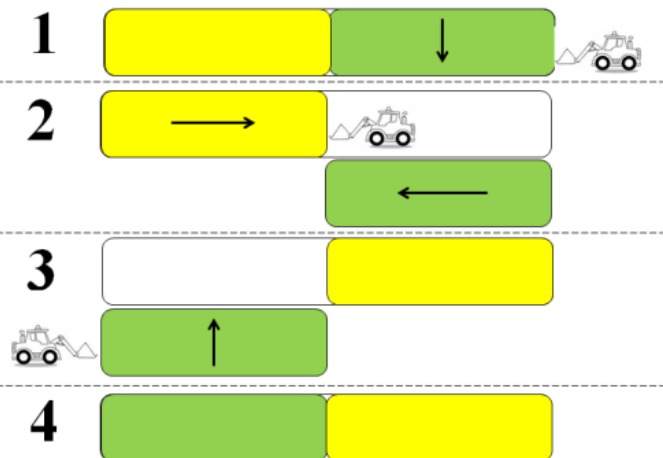
Nombre Etapa	Reducción de Tamaño
Zona de la Planta	<ul style="list-style-type: none"> · Área de secado · Bodega de escobajo
Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> · Chipedora · Cargador frontal · Camión Tolva
Materias Primas	<ul style="list-style-type: none"> · Partes de la vid · Escobajo
Especificaciones	<p>La primera carga, correspondiente a partes de vid, será depositada por el camión tolva en el área de secado y mediante la chipeadora comenzarán a triturarse, luego el cargador frontal la trasladará y almacenará en su bodega.</p> <p>Se repite le mismo proceso para la carga de escobajos.</p>

Nombre Etapa	Formulación
Zona de la Planta	· Zona de pilas
Maquinaria	· Camión Tolva · Cargador frontal
Materias Primas	· Escobajo triturado · Orujo, lías y lodos
Especificaciones	El camión tolva deberá depositar los residuos en una pila, para que luego el cargador frontal los acomode con las dimensiones correspondientes. Una vez listo esto, el cargador frontal llevará la carga de escobajo a la pila. Este proceso se repite hasta que las cantidades de orujo, lías y lodos correspondan al 80% de la pila y el escobajo al 20%.
Recomendación	Al momento de apilar, es recomendable dejar un 40% del orujo como primera capa y luego una capa de 10% de escobajo, luego se repite la acción con las siguientes capas. Cabe destacar que si la recepción del material no permite realizar esta alternación, lo importante es que la pila finalmente posea un 80% y 20% de cada residuo.

Nombre Etapa	Transporte
Zona de la Planta	<ul style="list-style-type: none"> · Vías de transporte · Planta productiva San Nicolás Wines · Área de secado · Zona de pilas
Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> · Cargador frontal · Camión Tolva
Materias Primas	<ul style="list-style-type: none"> · Partes de la vid · Escobajo · Orujo, lías y lodos
Especificaciones	<p>El camión tolva es el encargado de trasladar las cargas provenientes de la planta productiva a la planta de compostaje, específicamente deberá ingresar a al área de secado y a la zona de pilas, es por esto que estas zonas poseen un libre acceso frontal.</p> <p>El cargador frontal puede trasladarse por toda la planta sin problemas, a través de la vía de transporte y los pasillos entre pilas.</p>

Nombre Etapa	Degradación
Zona de la Planta	· Zona de pilas
Instrumentos	· Termómetro · Tira indicadora de ph · Pruebas laboratorio
Materias Primas	· Pilas de compostaje
Periodo	· Semana 1
Especificaciones	<p>Para el cálculo de la relación C/N, densidad y humedad será necesario realizar pruebas en el laboratorio de la planta.</p> <p>El pH puede ser indicado mediante la utilización de tiras indicadoras de pH, las cuales se insertan en la pila de compostaje y se lee el valor mediante la comparación de color.</p> <p>El control de la temperatura se efectúa con la utilización de un termómetro.</p>

Nombre Etapa	Aireación
Zona de la Planta	· Zona de pilas
Maquinaria	· Cargador frontal
Materias Primas	· Pilas de compostaje
Periodo	· Desde la semana 2 a semana 12
Frecuencia	· Un volteo por semana durante las 4 primeras semanas. · Un volteo cada 15 días después de la cuarta semana.
Especificaciones	<p>Para producciones anuales menores a 1.755 toneladas las pilas se dispondrán dejando un espacio de pila vacía entre ellas, con el fin de realizar el volteo al cambiar de lugar una pila.</p> <p>Para producciones mayores a este valor la pila será dividida, quedando 2 pilas de 15 metros de largo, la pila 1 se debe desplazar a la vía de transporte, mientras que la pila2 se mueve al espacio original dejado por la pila 1 y finalmente la pila 1 se va al espacio original de la pila 2.</p> <p>Cabe destacar que al realizar los desplazamientos es donde ocurre el volteo, debido a que esto es generado mediante el cargador frontal.</p>



Nombre Etapa	Humectación
Zona de la Planta	· Zona de pilas
Maquinaria	· Sistema de aspersores
Materias Primas	· Pilas de compost · Agua proveniente de la planta tratadora de RILES
Especificaciones	<p>La pila siempre debe estar humedad, por lo que el riego de las pilas debe efectuarse siempre que sea necesario. Para esto se debe realizar cada 2 días una prueba manual.</p> <p>Prueba manual: consiste en tomar con la mano una porción de materia de la pila y contraerla. Si esta porción</p> <ul style="list-style-type: none"> · Se mantiene contraída: significa que la pila posee buena humedad. · No logra mantenerse contraída: significa que está demasiado seca, debe ser regada y volteada · Escurre liquido: Significa que está demasiado húmeda y debe ser mezclada y volteada.

Nombre Etapa	Maduración
Zona de la Planta	· Zona de pilas
Maquinaria	· Cargador frontal
Materias Primas	· Pilas de compost
Periodo	· Desde la semana 12 en adelante
Especificaciones	El volteo y la humectación comienzan a disminuir, mientras la acción bacteriana se encarga del proceso.

Nombre Etapa	Secado
Zona de la Planta	· Área de secado
Maquinaria	· Cargador frontal
Materias Primas	· Pilas de compost
Periodo	· Semana 24
Especificaciones	Cuando la primera pila cumpla la semana 24, esta deberá ser trasladada a la zona de secado y ser esparcida ocupando la mayor superficie posible. Debe quedar en esta área por al menos 5 días.

Nombre Etapa	Empacado
Zona de la Planta	· Área de empaquetamiento
Maquinaria	· Cargador frontal · Estructura de descarga · Pesa · Selladora de sacos
Materias Primas	· Pilas de compost · Sacos
Especificaciones	Una vez terminado el proceso de secado, el compost requerido debe ser llevado al campo que la viña estime conveniente. O en su defecto si este será comercializado, el cargador frontal deberá ingresarlo a la estructura de descarga desde la zona de secado para ser empaquetado, pesado y cargado al camión para su comercialización.

Anexo 11

Cálculo dimensionamiento planta de digestión anaeróbica

8) Calculo del tiempo de retención

$$TR = (-51.227 * \ln(T^{\circ}C) + 206.72)$$

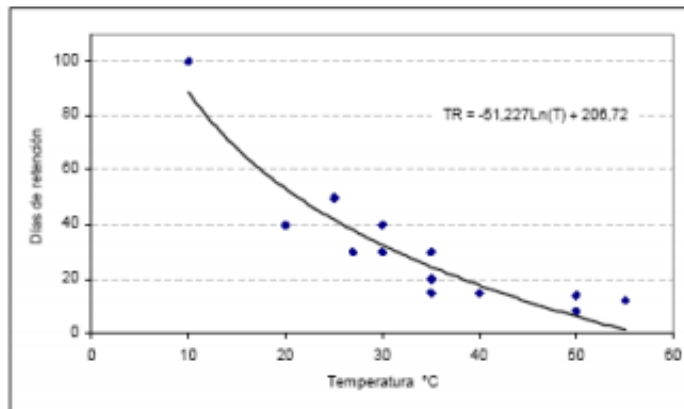


Fig. 7.8 N°1 (UPME, 2003)

Donde,

TR= Tiempo de retención en días

Ln= Logaritmo natural

T°C= Temperatura promedio en grados centígrados del sitio donde se instalará el Biodigestor

T°C = 35°C, Valor dado por el diseñador (Rango Mesofilico)

$$TR = -51,227 \times \ln(35^{\circ}C) + 206,72$$

$$TR = 25 \text{ días}$$

9) Volumen del Biodigestor

$$Vd = C \cdot TR \cdot 1,2$$

Donde,

Vd = Volumen del digestor, en litros

C = Carga diaria para alimentar el digestor en litros por día

TR = Tiempo de retención en días.

1,2 = Volumen adicional para el almacenamiento del biogás

$$Vd = 5103 \times 25 \times 1,2$$

$$Vd = 153090 \text{ L}$$

$$Vd = 154 \text{ m}^3$$

10) Calculo posible producción de gas

$$PG = MPC \times SO \times P$$

Donde,

PG = Gas producido en litros por día

MPC = Estiércol en kilogramos por día

SO = Porcentaje de materia orgánica del estiércol según la especie.

P = Producción aproximada de m³ de gas/1 kg de masa orgánica seca total

$$PG = 5103 \times 0,13 \times 0,25$$

$$PG = 165,84 \text{ m}^3/\text{día}$$

Anexo 12

Acciones de contingencia planta compost

EFEECTO APRECIADO	POSIBLE CAUSA	SOLUCIONES
La temperatura del montón no sube y tiene suficiente humedad.	El calor se desprende por falta de material	Añadir más cantidad de material hasta alcanzar las 2/3 partes del compostador. Protegerlo temporalmente con un plástico.
El montón está muy húmedo.	Exceso de riego. Posiblemente se haya mojado por el agua de lluvia	Meter un palo y ahuecar el montón. Si no se resuelve, sacar todo el montón, voltear y mezclar con material seco.
El montón está muy seco y no disminuye el volumen.	Sequedad en el ambiente. Demasiados materiales secos. Abandono temporal del compostador.	Regar la pila uniformemente. Añadir material fresco. Sacar el montón, voltear y mezclar con materiales frescos.
El montón huele a podrido.	Falta de oxígeno. Exceso de humedad. Proceso anaeróbico.	Sacar el montón, voltear y mezclar con material seco.
El montón huele a amoníaco.	Aporte excesivo de material rico en Nitrógeno (césped, restos de comida) Exceso de humedad. Proceso anaeróbico.	Sacar el montón, voltear y mezclar con material seco.
Hay muchas moscas.	Exceso de humedad. Restos de comida sin cubrir.	Cubrir los restos de comida con material seco o tierra.
Hay larvas blancas.	Larva de mosca. Mucha humedad.	Reducir la humedad.
Presencia de hormigas.	Debido a restos de comida. Sequedad del montón.	Si existe hormiguero: voltear la pila y añadir agua o materiales húmedos.
Presencia de roedores.	Restos de comida.	Eliminar los restos, voltear.
Presencia de caracoles o babosas.	Humedad del montón o de la zona.	Reducir la humedad en caso de que sean muchas.

Anexo 13

Cotizaciones

Pesa



DIREC. MANUEL RODRIGUEZ PARC. 70 - A PUDAHUEL
 FONOS móvil: 98-2397236
WWW.PESASREPARBAL.CL

Fecha : 23-06-2016 Cotización N°: 11.436

SEÑORES:

Atención	SRTA. MACARENA ALEJANDRA PTE.
Horario atención	DE: 9 AM. A 18.30 HRS. (lunes a viernes)
E-mail	
Referencia	<u>PRODUCTO SILETOS A STOCK.</u>

Estimado (s),
 Tengo el agrado de hacer llegar a usted valores solicitados.

Sin otro particular, quedamos a vuestra disposición y atentos a responder cualquier inquietud o duda respecto a lo planteado.

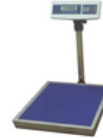
Afectuosamente,

Fonos: Móvil: 98-2397236

Santiago / Chile
www.pesasreparbal.cl



01. = PESA PEDESTAL LINEA EXCELL



Balanza electrónica con batería incorporada recargable,
 Plataforma de acero inoxidable. Medidas 60 x 45 cm.
 Indicador de peso Digital, Carcasa plástica resistente. (ABS)
 Función de peso directo, Conteo, porcentaje
 Visor Cristal Líquido LCD
 Funciona conectada a red eléctrica (220 volt Adaptador) y batería
 Interna recargable (6V, 4Ah) 4 teclas de membrana de funciones,
 Navegación, Unit. Precisión OIML.
 MEDIDAS PLATAFORMA 60 x 45 CM.
 Capacidad de peso 100 - 150 Kg.
 Precisión de peso cada 10 gr.

VALOR NETO \$ 145.000

CONDICIONES GENERALES

Valores	: Valores NO incluyen IVA
Plazo de Entrega	: 24 horas contra orden compra
Forma de Pago	: valor contado contra entrega ó depósito
Facturación	: electrónica inmediata
Despacho	: gratis en bodega cliente- santiago.
Regiones	: por pagar en destino a cargo cliente
Garantía	: 6 meses -solo defecto fabricación
Certificado	: se emite con cada producto
Documentar a	: Reparbal Ltda. RUT 76383130 -2

Santiago / Chile
www.pesasreparbal.cl

Chipeadora

Oferta!



KÖSNER

CHIPEADORA MADERA KÖSNER KSN-15-120 MOTOR 15 HP

Precio Normal: \$1.277.489
 Precio Oferta: \$1.213.615 Neto

Disponible para reserva

1

Añadir al carrito


Categorías: [<<Chipeadora Madera](#), [Chipeadoras](#)

Cargador frontal

Al no poseer Rut de empresa la cotización, se debió realizar vía telefónica con la empresa

FULLEN
FULLEN INTERNATIONAL
LIUGONG
AOLITE


[Nuestra empresa](#) - [Marcas representadas](#) - [Productos](#) - [Repuestos y Post Venta](#) - [Contacto](#)



CARGADOR COMPACTO AOLITE ZL-922

Cargador Frontal Compacto, robusto y de fácil mantenimiento, ideal para construcción, agrícola y forestal.

[Cargador Frontal AOLITE ZL-922](#) - [Especificaciones](#) - [Descargar de PDF](#) - [Contactar con Distribuidor](#)




Nuevo segmento en Cargador frontal compacto

Cargador Frontal Compacto, robusto, a un precio sumamente conveniente. Equipos motores 50HP (ZL-922) y 115HP (ZL-926). Transmisión Power Shift con convertidor. Freno a Disco. Baterías libre de mantenimiento. Comando joystick. Con lanzacaña vía hidráulica frontal.

Tanto el ZL922 como el ZL926 cuentan con gran cantidad de equipamiento de confort como: asiento amortiguado, cabina cerrada con batería USB/SD, ventilador, calefacción, apoyo vasos, etc.

Modelo	Marca, Modelo y tipo de Motor	Potencia del Motor	Peso Operativo	Capacidad del cucharón
ZL-922	Wielang/Huadong Mod. 274100K1	44kw (59HP)	3720kg	0.5m ³


GALERIA DE FOTOS ZL-922



Selladora de sacos

Fwd: Sercom Chile Ltda: cotización, Sercom Chile Ltda. Rut: 78.059.260 - 5

Recibidos x

 **Manuel Macaya Flores**

para mí ▾

----- Mensaje reenviado -----

De: Sercom Chile Ltda. <sercomchile@sercomchile.cl>

Fecha: 23 de junio de 2017, 16:10

Asunto: RE: Sercom Chile Ltda: cotización, Sercom Chile Ltda. Rut: 78.059.260 - 5

Para: Manuel Macaya <m.macayaf@gmail.com>

Manuel buenas tardes.

ESV-400 SELLA HASTA 40 CM.

Valor \$ 220.000.- + iva.

ESV-600 SELLA HASTA 60 CM.

Valor \$ 245.000.- + iva.

De nuestra fabricación, con dos años de garantía.

Entrega Inmediata.

Atte., Alberto Ilabaca Molina

22 554 1689 22 555 7608

Sercom Chile Ltda.

-----Mensaje original-----

De: sercomchile@pyme20.pymedns.net [mailto:sercomchile@pyme20.pymedns.net] En nombre de Sercom

Enviado el: viernes, 23 de junio de 2017 13:26

Para: sercomchile@sercomchile.cl

Asunto: Sercom Chile Ltda: cotización

Esto es una petición de correo vía <http://www.sercomchile.cl/> de:Manuel Macaya <m.macayaf@gmail.com>Estimados, estoy muy interesado y me gustaría saber el precio de la máquina selladora modelo ESV.
saludos y gracias!

Sacos

FABRIGAC
FÁBRICA DE SACOS S.A.
R.U.T:96.539.450-8
 GIRO: FABRICACIÓN DE SACOS Y SUS DERIVADOS.
 DIRECCIÓN: PUERTA DE VERA 1033, SANTIAGO
 FONOS: (2) 26831511 26834057 26836793 26837451

Cuenta Corriente Banco BCI N° 12 35 40 23
E-mail: contacto@fabrisac.cl

Tipo Documento : -----COTIZACIÓN-----
N° : 20478
Fecha : 11-07-2017
O.C. :
Contacto : MACARENA PONCE / / 961 771 107
Fecha Despacho : 17-07-2017
Condición Venta : Contado (Transferencia)

Datos del Cliente

Razón Social : MACARENA PONCE SOLIS
Rut : 17560919-9
Giro :
Dirección :
Comuna : Rancagua
Ciudad : Cachapoal

Detalle

Código	Cantidad	Descripción	Valor unit.
054090000	15.000,00	UN Saco Blanco 54x90cm Zigzag	125,00

Total

Neto : 1.875.000
19 % IVA : 356.250
Total : 2.231.250

Aspersores

Aspersor Impacto VYR 150 Giro Regulable

Aspersor VYR150 Giro Regulable



Precio De Venta \$ 105.990
 Precio De Venta Sin Impuestos \$ 89.067
 Cantidad De Impuestos \$ 16.923

1 + -

Añadir al carro

Haga una pregunta sobre este producto

VYR

Tolva de descarga

Puesto que la tolva de descarga debe ser construida a medida, es que se tomó como valor de referencia una tolva con una capacidad máxima de 8 toneladas, ya que la de este proyecto podría alcanzar las 6 toneladas.



Acoplado Tolva Semillera 8/9 Toneladas
Acoplados Rubiolo
Ref: TO1004

Descripción

Ideal para todo tipo de semillas. Buena caída. Aro giratorio 770 mm elásticos de suspensión de 10 hojas. Un solo pulmón. Llantas simples rodadas 900 x 20. Arco rebatible para lona. Salida con bandeja regulable en altura con cricket a resorte. Lanza móvil con enganche ojal para perno. Escalera de acceso. Paragolpe trasero. Pintado con esmalte sintético con base de antióxido (color a elección).

Ver productos a la venta (1)

ARS 115.026 / Unidad

Precio sin IVA

Yo quiero vender este producto

Precios históricos

Jul 2017	ARS 115.026
Jun 2017	ARS 102.806
May 2017	ARS 101.300
Apr 2017	ARS 96.873,14
Mar 2017	ARS 97.336,00
Feb 2017	ARS 97.336,00
Ene 2017	ARS 97.336,00

(*) Los precios relacionados a productos de cultivos serán

Programador de riego 12 estaciones

Programador riego Profesional 12 estaciones exterior Orbit

SKU: 85589-8 [f](#) [t](#) [p](#)



! Precio corresponde a tienda: **Sodimac Homecenter Cerrillos.**
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

\$ 118.690 C/U

Acumulas: 791 CMR Puntos

Cantidad

+
-

Agregar al carro

[Agregar a mi lista](#)
 Activar compra en 1 click

Calcula el valor de tu cuota CMR

Costo Total Crédito: \$118.690

CAE: 0.00%

N° de cuotas		Valor cuotas
1	±	\$ 118.690

MÉTODOS DE ENVÍO Y RETIRO

Despacho a domicilio [Ver opciones](#)

Retiro en tienda [Ver opciones](#)

Estructura con galpón



COTIZACIÓN E-570.

Sr.: Macarena Ponce.
 Instalación:
 Presente
 Fono Fax: (961771107)

Villa Alemana, 25 Julio de 2017.

Email: maca.alejandraps@gmail.com

De nuestra consideración tenemos el agrado de cotizar a UD. (s) la fabricación y montaje de galpón de estructura metálica de 191 y 141 mts de largo por 41 y 26 mts de ancho respectivamente, con las siguientes características.

ITEM I.

Galpón.

- 1.- Altura de hombro 4.00 mts.
 Altura de cumbrera 8.10 mts.
 Distancia entre pilares 6.00 mts, últimos pilares a 5.00 mts.
 Área 10.431 mts².
- 2.-Galpón constituido por 102 pilares fabricados perfil U 200/50/5.0mm, perfil interior, perfil U 200/50/5.0mm, perfil exterior, 51 cerchas fabricadas, perfil U 200/50/5.0mm, perfil exterior, perfil U 200/50/3.0mm, perfil interior, pilares y cerchas, tejido interior reticulado, Angulo 50/50/5.0mm, **(MATERIALES UTILIZADOS DE PRIMERA CALIDAD DE ACERO A42-27ES, SOLDADURA SEGÚN NCH 203 OF.68 SOLDADURA 7018.**
- 3.- perfiles CA 125/50/15/2.0mm. Para recibir cubierta de zinc cn4.
- 4.- Tensores aéreos y laterales, Fe liso 16mm, Vigas entre pilares (logarinas), según ingeniería.
- 5.- Cubierta, planchas policarbonato cn4, 0.35mm, caballetes 0.40mm, sujeción de auto perforantes.
- 6.-Fundaciones de hormigón armado H-20, 90%, Diez pernos de anclaje de 1 pulgada, fundación, según ingeniería, Para terreno de mediana a buena calidad. (Fundación sujeta, según ingeniería, es decir según calidad de suelo)
- 7.-Antióxido de terminación, previa limpieza de los materiales.
- 8.-Estructura apernada, costaneras soldadas.
- 9.-Plano de fabricación y memoria de cálculo de la estructura.

VALOR TOTAL \$ 490.640.00 + IVA.

Estructura sin galpón



COTIZACIÓN E-571.

Sr.: Macarena Ponce.

Villa Alemana, 25 Julio de 2017.

Instalación:

Presente

Fono Fax: (961771107)

Email: maca.alejandraps@gmail.com

De nuestra consideración tenemos el agrado de cotizar a UD. (\$) la fundación de hormigón de un área de 10.100 mts² y la construcción 2 bodegas, una de 100 mts² y otra de 510 mts² de superficie.

ITEM I.

Bodegas

1.- Altura de hombro 2.00 mts.

Altura de cumbrera 4.00mts.

Área 610 mts².

2.-Bodega1 construida con estructura **tabique metal con placas de yeso cartón 15mm.**

Bodega2 construida en base a estructura **hormigón armado H-20,90%, espesor 30 cm.**

6.-Fundaciones de **hormigón armado H-20, 90%**, fundación, según ingeniería, Para terreno de mediana a buena calidad. (Fundación sujeta, según ingeniería, es decir según calidad de suelo)

7.-Antióxido de terminación, previa limpieza de los materiales.

8.-Estructura apernada, costaneras soldadas.

9.-Plano de fabricación y memoria de cálculo de la estructura.

VALOR TOTAL \$ 250.800.00 + IVA.

Anexo 14

Extracto DIA

1 ANTECEDENTES GENERALES

De acuerdo con lo solicitado, tenemos el agrado de cotizar la Declaración de Impacto Ambiental para el "Avícola González y Hermanos Limitada", ubicado en calle Balmaceda N° 223, en la comuna de Llay-Llay.

Según los antecedentes aportados por el cliente, este proyecto está destinado a la producción y comercialización de huevos contando con las siguientes características:

- 70.000 gallinas ponedoras en planta;
- Generación de 8 toneladas diarias de guano con permiso para disposición en el sitio;
- Autorizaciones de funcionamiento vigentes;
- Problemas con vecinos por presencia de moscas;
- Necesidad de contar con un sitio de disposición final de guano;
- Fiscalizaciones constantes por parte de SEREMI de Salud (cada 15 días).

Para elaborar el documento ambiental y obtener la RCA del proyecto, es necesario desarrollar un proyecto de secado de guano (galpón) y Declaración de Impacto Ambiental (DIA), además de los estudios de base del área de influencia del proyecto, según los alcances metodológicos que se detallan a continuación.

2 OBJETIVOS Y ACLANCES DEL TRABAJO PROPUESTO

El objetivo general del trabajo propuesto consiste en la elaboración y aprobación de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto avícola, que cubra no solamente las actividades y la capacidad producción, sino también eventuales ampliaciones futuras.

Los objetivos y alcances específicos incluyen los siguientes:

- Definición del proyecto de galpón de secado a nivel de ingeniería básica;
- Desarrollar los estudios de línea de base del área de influencia, en términos de suelos, aguas, ruido y olores principalmente;
- Elaborar una descripción de proyecto a desarrollar en etapas, incluyendo no solamente las instalaciones actuales del plantel avícola, sino también el nuevo galpón de secado de guano y eventuales ampliaciones futuras;

Dentro del estudio se considera una etapa previa de levantamiento de información de la situación actual y la proyección y diseño de un sector de secado del guano de gallina generado en la Avícola.

En forma preliminar se estima que el secado de guano requiere tamaño de galpón de 500 m²; con piso de hormigón y cierre perimetral parcial (se sugiere ventilación natural). La definición del proyecto de galpón a nivel de ingeniería básica será suficiente para la tramitación de la DIA, e incluso para su construcción; pero solo en caso de optar por una construcción provisoria de madera o de un galpón prefabricado. La construcción de una obra definitiva (de madera laminada, por ejemplo) requiere permiso de obra municipal, no contemplado en la presente oferta.

Dado los costos involucrados de construcción, cálculo estructural y eventuales permisos de construcción se sugiere analizar diferentes alternativas:

El Consultor confirmará o descartará la necesidad de contar con permiso de construcción DOM, cotizará y evaluará diferentes alternativas de construcción, para contar con los antecedentes suficientes para la toma de decisión de parte del cliente.

Una vez definida la mejor alternativa de construcción se procederá a la elaboración de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de la planta completa de **Avícola González y Hermanos Limitada** para ser sometida a evaluación de impacto ambiental ante el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental de la región de Valparaíso y así obtener la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable.

3 ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Los alcances del proyecto contemplan el desarrollo de las siguientes actividades:

- Reunión con los autores del proyecto;
- Recopilación de antecedentes;
- Análisis del marco legal vigente;
- Visita a terreno y levantamiento del uso de suelo actual;
- Reconocimiento del Medio Físico, Biótico y Antrópico;
- Evaluación de Alternativas;
- Memoria de Cálculo;
- Dimensionamiento y diseño del Galpón de Secado de guano;
- Cubicaciones y Especificaciones Técnicas;
- Estudio acústico;
- Elaboración de la DIA;
- Tramitación ante el Servicio de Evaluación Ambiental de la Región de Valparaíso;
- Obtención de la RCA.

IASA se hace responsable de la edición de los informes que el SEA Regional solicita, además se le hará entrega al cliente lo siguiente:

- 1 Documento Original;
- 1 CD;
- 1 juego de Planos;
- Copia de Carta de Ingreso al SEA;
- Copia de la Confirmación de ingreso al Portal del SEA.

4 PRESUPUESTO

4 PRESUPUESTO

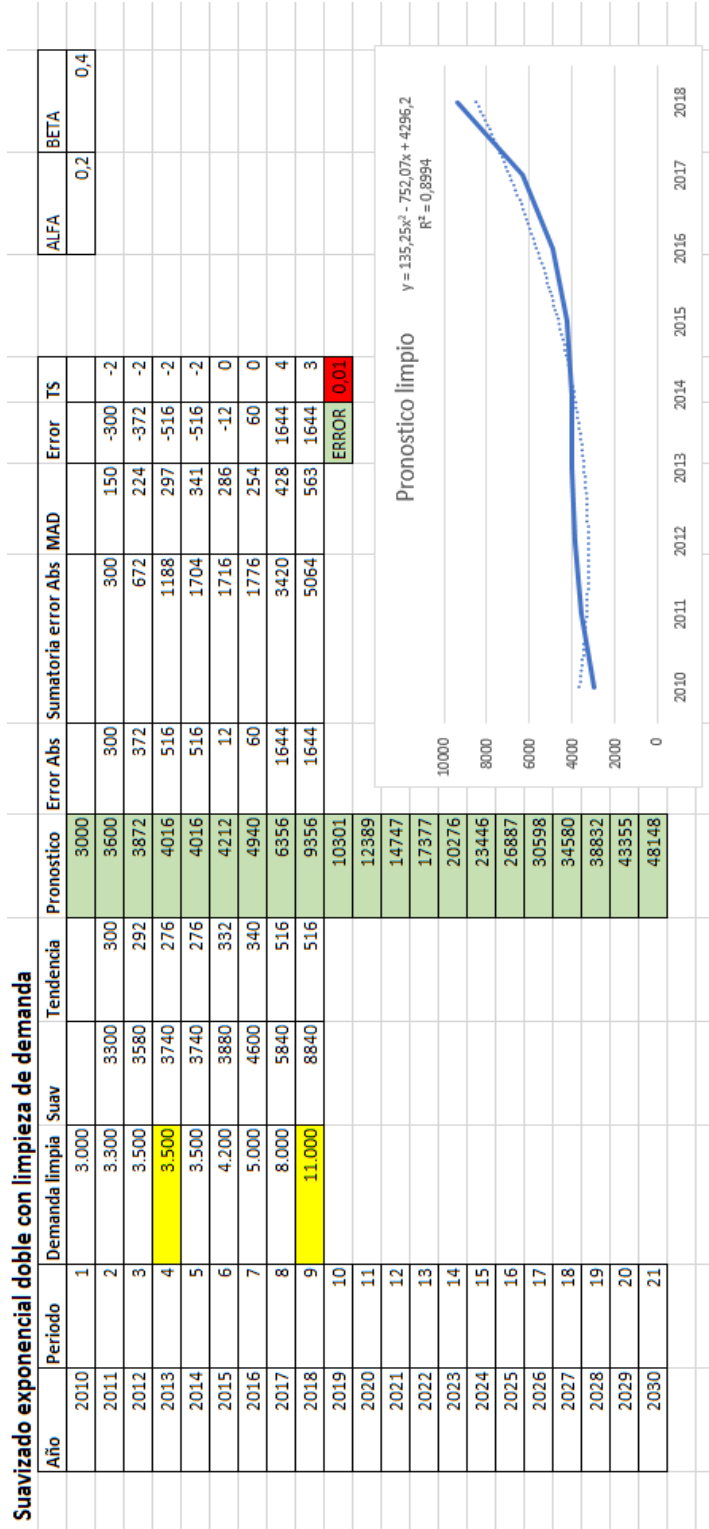
ITEM	UF
Honorarios profesionales	437
Gastos Generales de edición, movilización e imprevistos	52,1
GRAN TOTAL	489,1

Dentro del presupuesto está considerado el estudio acústico.

De acuerdo a lo anterior, el presupuesto total considerado corresponde a **489,1 U.F'**. (cuatrocientos ochenta y nueve Unidades de Fomento) incluidos gastos e impuestos en base a los siguientes estados de pago:

ESTADOS DE PAGO		
EP N°1	Anticipo	20%
EP N°2	Ingreso de la DIA	50%
EP N°3	Obtención de la RCA	30%
TOTAL		100%

Anexo 16
Demanda



Anexo 17

Reinversión

Reinversión considerando inflación		Cantidad	Valor adquisici	Inversión	Vida útil	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Equipo	1	\$ 291.550	\$ 291.550	15							\$ 329.862					
Selladora de sacos	1	\$ 291.550	\$ 291.550	15									\$ 346.561			
Selladora de sacos	1	\$ 145.000	\$ 145.000	9							\$ 164.054					
Pesa	1	\$ 145.000	\$ 145.000	9									\$ 172.359			
Pesa	1	\$ 145.000	\$ 145.000	9												
Sistema de riego	1	\$ 891.930	\$ 891.930	6								\$ 1.034.365				
Clupeadora	1	\$ 1.520.212	\$ 1.520.212	15								\$ 1.762.980				
Cargador Frontal	1	\$ 52.000.000	\$ 52.000.000	8								\$ 60.304.058				
Cargador Frontal	1	\$ 52.000.000	\$ 52.000.000	8										\$ 63.356.951		
Tolva descarga	1	\$ 3.640.000	\$ 3.640.000	20								\$ 4.221.284				
Tolva descarga	1	\$ 3.640.000	\$ 3.640.000	20												
				Total							\$ 493.916	\$ 67.322.687	\$ 518.921	\$ 67.791.937		

Nuevas contrataciones

Nueva contrataciones		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Personal	Cantidad	Sueldo mensual	Meses de trabajo/año	Sueldo anual								
Jefe de la Pl	\$ -	\$ 1.000.000	\$ 12	\$ -								
Conductores	\$ 1	\$ 500.000	\$ 12	\$ 6.000.000				\$ 6.788.449				
Conductores	\$ 1	\$ 500.000	\$ 12	\$ 6.000.000						\$ 7.132.115		
Operadores	\$ 1	\$ 300.000	\$ 12	\$ 3.600.000			\$ 3.973.726					
Operadores	\$ 1	\$ 300.000	\$ 12	\$ 3.600.000					\$ 4.174.896			
Operadores	\$ 2	\$ 300.000	\$ 6	\$ 3.600.000			\$ 3.973.726					
Operadores	\$ 2	\$ 300.000	\$ 6	\$ 3.600.000					\$ 4.174.896			
					TOTAL		\$ 7.947.453	\$ 6.788.449	\$ 8.349.793	\$ 7.132.115		

