

Informe Final

“Valorización de la brea (*Tessaria absinthioides*) proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales”

Código BIP 30486479-FIC Atacama 2016

Proyecto Financiado con Recursos del Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional FIC-R 2016 del Gobierno Regional de Atacama

Entidad Ejecutora : Unidad de Desarrollo Tecnológico, Universidad de Concepción
Director de Proyecto : Carla Pérez Quilodrán
Período de ejecución : Octubre de 2017 a Mayo de 2019

30-julio-2019

Resumen Ejecutivo

El proyecto “Valorización de la brea (*Tessaria absinthioides*) proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales” Código BIP 30486479 FIC Atacama 2016, ejecutado por la Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción con fondos del Gobierno Regional de Atacama, surgió a partir de los lineamientos de la Estrategia Regional de Desarrollo 2007-2017 en cuanto a diversificar y dar mayor dinamismo a la economía regional a través de la generación de oportunidades de negocios para pequeñas y medianas empresas y en consecuencia aumentar la demanda por mano de obra calificada. En este contexto, se identificó la oportunidad de utilizar un recurso altamente disponible en la región como lo es la maleza brea y entregarle un valor agregado mediante la elaboración de (2) productos comerciales: i) Fitosanitario a partir de extractos de brea y ii) Pellets de biomasa de Brea como retenedores de agua en suelos. De esta manera se espera atraer inversión a la región para el establecimiento de nuevas fuentes de trabajo y que, además, los productos obtenidos puedan dar solución a los principales problemas que afectan el sector agrícola de la región como lo son la escasez hídrica, calidad de los suelos, presencia de plagas y el desempleo. El proyecto contempló la realización de las siguientes actividades: Obtención y preparación de materia prima, Evaluación de las tecnologías a nivel laboratorio y piloto, Estudios de mercado de los productos obtenidos y Evaluación técnico-económica para la implementación de los procesos productivos.

Con respecto a la primera actividad técnica de “*Obtención y Preparación de Materia Prima*”, se recolectó brea en cantidad suficiente para realizar los diferentes ensayos desde 5 puntos de la región: 1) Huasco Bajo, 2) Canto del agua, 3) Las Tablas, 4) Totoral y 5) Copiapó. Se procedió a procesarlas y analizarlas, determinando que se debe utilizar brea en estado verde y que las etapas de trituración y secado son primordiales para lograr las propiedades físicas de tamaño de partícula (bajo 1 cm) y humedad (cercano al 15%) óptimas para los procesos de extracción y pelletización respectivos, para lo cual se requiere contar con equipos capaces de triturar y moler las plantas de brea en forma íntegra y completa, además de implementar canchas de secado al ambiente o secadores semi-industriales para reducir la humedad inicial de la planta que es de aproximadamente 64%.

En relación a las actividades de “*Evaluación de tecnologías a nivel laboratorio y piloto*”, en primer lugar sobre la producción de fitosanitario, se determinó que la extracción con solventes polares como el metanol y el agua obtiene mayores rendimientos y que la composición de los extractos corresponden mayoritariamente a ácidos fenólicos. Los resultados de los ensayos de aplicación en laboratorio mostraron un efecto acaricida y fungicida para los extractos acuosos en concentraciones de 12,2% y 750 ppm respectivamente, por lo que es posible y ventajoso utilizar esta alternativa natural de bajo costo sin impacto al medio ambiente para el control de plagas de ácaros y hongos que afectan los cultivos, principalmente durante la época de cosecha, debido a su baja residualidad. Para evaluar su efecto bajo condiciones reales, se analizó la metodología para establecer un experimento de campo, pero por el plazo de evaluación requerido para realizar este tipo de ensayos, no fue posible efectuarlo durante la ejecución del proyecto. En segundo lugar, con respecto a la elaboración del pellet de brea, se determinó una humedad recomendada del 20,2% de la materia prima para la elaboración óptima de pellets. Los resultados de aplicación en laboratorio, piloto y en terreno (ejecutado en la zona de Alto del Carmen en cultivo de Quinoa) mostraron que la incorporación de pellet al suelo en dosis entre 1 y 4 ton/há permite aumentar en un 20% la disponibilidad de agua y entre un 15 y 30% el rendimiento de los cultivos en comparación con el suelo solo, además de aportar nutrientes de importancia para el crecimiento vegetal y ayudar a la germinación de semillas, por lo cual puede establecer como un fertilizante orgánico que mejora las propiedades y productividad del suelo y que es de fácil incorporación en las actividades típicas de preparación de suelo debido a su formato.

En cuanto a la actividad “*Estudios de mercado*” se determinó que el mercado de los fitosanitarios naturales mantendrá un crecimiento sostenido durante los próximos años, por lo que la venta de este tipo de productos en la Región de Atacama resulta atractivo considerando el gran potencial silvoagropecuario, concluyendo que existe un nicho de mercado regional disponible para ello. De forma similar, el mercado de los fertilizantes orgánicos (pellet de materia orgánica), en particular de origen vegetal presentan un alza sostenida en su demanda en los últimos 5 años, teniendo una buena perspectiva a futuro por lo que también se determinó que existe un potencial nicho en la Región de Atacama para la inserción del pellet de brea en el mercado actual de fertilizantes.

Por otra parte, con respecto a la actividad “*Evaluación técnico-económica*”, se evaluaron una planta de extracción sólido líquido para la elaboración del producto fitosanitario y una planta de pelletizado de brea desde el punto de vista de inversionista nuevo. Los resultados obtenidos determinaron que en ambos casos el negocio es atractivo y rentable dado que permite recuperar la inversión inicial realizada en períodos cortos de tiempo (de 3 a 5 años).

Adicionalmente, se realizaron actividades de difusión del proyecto, entre ellas, Seminario de Inicio, Publicación y Notas de prensa, para dar a conocer los objetivos, actividades e impactos planteados y desarrollados durante la ejecución del proyecto.

A modo de resumen, se concluye que fue posible cumplir en un 100% los objetivos del estudio en los plazos acordados, sólo quedando pendiente a la fecha de este informe la realización del Seminario de cierre y la versión final del Informe. Se logró respaldar la factibilidad de implementar negocios productivos basados en la utilización de la maleza brea proveniente de la región de Atacama para la elaboración de un fertilizante orgánico y un fitosanitario natural, cuya implementación acarreará beneficios económicos, ambientales y sociales a la región de Atacama.

Índice

1. Introducción	6
2. Objetivos	8
3. Actividades	9
3.1. <i>Actividades Objetivo Específico 1</i>	<i>10</i>
3.1.1. <i>Obtención de materia prima.....</i>	<i>10</i>
3.2. <i>Actividades Objetivo Específico 2</i>	<i>12</i>
3.2.1. <i>Tecnología Fitosanitario a partir de extractos de brea</i>	<i>12</i>
3.2.2. <i>Tecnología Pellets de brea como retenedor de humedad en suelo</i>	<i>15</i>
3.3. <i>Actividades Objetivo Específico 3</i>	<i>17</i>
3.3.1. <i>Tecnología Fitosanitario a partir de extractos de brea</i>	<i>17</i>
3.3.2. <i>Tecnología Pellets de brea como retenedor de humedad en suelos</i>	<i>17</i>
3.4. <i>Actividades Objetivo Específico 4</i>	<i>19</i>
3.4.1. <i>Estudios de mercado</i>	<i>19</i>
3.5. <i>Actividades Objetivo Específico 5</i>	<i>19</i>
3.5.1. <i>Evaluaciones Técnico-Económicas</i>	<i>19</i>
3.6. <i>Actividades Difusión</i>	<i>19</i>
4. Resultados	20
4.1. <i>Resultados Objetivos Específico 1</i>	<i>20</i>
4.1.1. <i>Cosecha de materia prima.....</i>	<i>20</i>
4.1.2. <i>Preparación de materia prima.....</i>	<i>21</i>
4.1.3. <i>Caracterización físico-química de la brea</i>	<i>22</i>
4.2. <i>Resultados Objetivos Específico 2.....</i>	<i>22</i>
4.2.1. <i>Tecnología Fitosanitario a partir de extractos de brea</i>	<i>22</i>
4.2.2. <i>Tecnología pellets de brea como retenedor de humedad en suelos.....</i>	<i>29</i>
4.3. <i>Resultados Objetivos Específico 3.....</i>	<i>31</i>
4.3.1. <i>Tecnología Fitosanitario a partir de extractos de brea</i>	<i>31</i>
4.3.2. <i>Tecnología Pellets de brea como retenedor de humedad en suelos</i>	<i>32</i>
4.4. <i>Resultados Objetivos Específico 4.....</i>	<i>34</i>
4.4.1. <i>Estudio de mercado Fitosanitario a partir de extractos de brea</i>	<i>34</i>
4.4.2. <i>Estudio de mercado Pellets de brea como retenedor de humedad en suelo</i>	<i>35</i>
4.5. <i>Resultados Objetivos Específico 5.....</i>	<i>36</i>
4.5.1. <i>Evaluación Técnico-Económica Fitosanitario a partir de extractos de brea</i>	<i>36</i>
4.5.2. <i>Evaluación Técnico-Económica Pellets de brea como retenedor de humedad en suelo.....</i>	<i>36</i>
4.6. <i>Resultados Difusión.....</i>	<i>37</i>
4.6.1. <i>Seminario de Inicio</i>	<i>37</i>
4.6.2. <i>Publicación.....</i>	<i>38</i>
4.6.3. <i>Seminario de cierre</i>	<i>39</i>
4.6.4. <i>Notas de prensa.....</i>	<i>39</i>

4.6.5.	Salida a Terreno	40
5.	Impactos esperados	41
5.1.	Innovación desarrollada	41
5.2.	Problemas que resuelve y beneficios potenciales	41
5.3.	Impactos técnicos-económicos	41
5.4.	Potencial Mercado Comercial	42
5.5.	Mecanismos de implementación	42
5.6.	Antecedentes sobre posibles nuevos negocios	43
6.	Estado de cumplimiento	44
7.	Comentarios y conclusiones	45
8.	Anexos.....	46

1. Introducción

Dentro de los lineamientos de la Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama para el período 2007-2017 el Gobierno Regional de Atacama incluyó la Promoción de la economía regional, con metas referidas a generar nuevas oportunidades de negocios y a desarrollar y fortalecer la pequeña y mediana empresa y nuevos emprendedores, y el Uso eficiente y sustentable del recurso hídrico mediante el desarrollo de acciones que mejoren del uso y aprovechamiento de este recurso.

Durante la última década, el aumento en la tasa de desempleo en la región, alcanzando un 6,7% en el trimestre octubre-diciembre 2017¹, es una de las problemáticas más relevantes de la zona, siendo primordial el impulso para desarrollar nuevas fuentes laborales en la zona en el mediano plazo que permitan aumentar la demanda por mano de obra calificada.

Por otra parte, el gran potencial agropecuario, donde destacan las plantaciones de uva y olivos, se ha visto afectado por la constante disminución de la superficie frutícola desde el año 2010 a la fecha llegando a las 650 hectáreas menos. Esto se explica por diversas causas: la escasez hídrica que ha afectado a la zona norte del país en los últimos años; la calidad de los suelos de la zona con alto grado de salinización y baja cantidad de materia orgánica, la presencia de plagas que son manejadas con agroquímicos que tienen efectos negativos en la salud humano y el medioambiente, y la proliferación de malezas las cuales afectan directamente los cultivos.

Dentro de este último punto, destaca la Brea (*Tessaria absinthioides*), planta endémica de nuestro país que actualmente es una invasora de los cultivos de olivos en la región de Atacama. Dado que la maleza compite con los cultivos por nutrientes, luz y agua, sus efectos van desde afectar negativamente la calidad y rendimientos de los cultivos hasta la pérdida completa de siembras agrícolas. Para enfrentar esta problemática, actualmente se utilizan herbicidas, con los efectos adversos al medioambiente respectivos; se realiza la poda de ella, lo que genera grandes cantidades de biomasa como desecho sin ningún tipo de uso adicional, pero por aspectos económicos generalmente no se realiza ningún tipo de manejo por lo que la Brea se encuentra altamente disponible en extensas áreas de la región.

A partir de estos antecedentes, surge la oportunidad de utilizar como materia prima la maleza Brea proveniente de la zona para obtener nuevos productos comerciales que signifiquen atraer inversión a la región y el establecimiento de nuevas fuentes de trabajo y que, adicionalmente, puedan tener potenciales beneficios de uso en sectores productivos relevantes de Atacama para solucionar las dificultades y problemáticas explicadas anteriormente.

En este contexto, la Brea presenta potencial valor como materia prima para ser desarrollada por medio de diferentes tecnologías. Una de ellas es como fitosanitario de origen natural. Se ha explorado el potencial insecticida, herbicida y fungicida de los extractos acuosos y orgánicos de la brea, los cuales son ricos en compuestos fenólicos y terpenos, obtenidos a partir de plantas que han sido recolectadas y reproducidas en laboratorio^{2,3}. Este tipo de productos ha generado un gran interés en el último tiempo dada la demanda creciente por alimentos a nivel mundial y a la exigencia de los consumidores por productos de óptima calidad obtenidos mediante procesos productivos ecológicamente aceptables y amigables. En este sentido, la agricultura orgánica busca eliminar el uso de productos de origen químico sintético con efectos dañinos, estimulando la aplicación de plaguicidas con sustancias activas naturales para el control de plagas, por ejemplo, extractos naturales de plantas y/o aceites vegetales⁴.

¹ Anuario estadístico 2017, Región de Atacama. Dirección regional de estadísticas de Atacama

² Sesquiterpenes and flavonoids from *Tessaria* species. Guerreiro E., Pestchanker M.J., Del Vito L. y Giordano O.S. *Phytochemistry*, 29 (3): 877-879, 1990.

³ Effects of some sesquiterpenes on the stored-product insect *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). García M., Sosa O., Donadel J., Giordano O. y Tonn C. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 62 (3-4): 17-26, 2003.

⁴ Normas técnicas de la ley 20.089 que creó el sistema nacional de certificación de productos orgánicos agrícolas. Servicio Agrícola y Ganadero. Tercera Edición: Enero de 2010.

Por otro lado, existen tecnologías, que, si bien no han sido desarrolladas en Brea, su aplicación es transversal para diversas fuentes de biomasa, por ejemplo, la pelletización^{5,6}. Esta es una alternativa de bajo costo y relativamente fácil de implementar y ejecutar que permitiría compactar la biomasa seca y triturada, para su posterior uso, por ejemplo, adicionando pellets de brea al suelo y evaluando el potencial de retención hídrico de ellos y la posterior entrega controlada de agua. Lo anterior representa una herramienta que permitiría no solo gestionar de mejor manera el recurso hídrico en el sector agrícola de la región de Atacama, sino también mejorar la estructura y constitución de los suelos y con ello aumentar la disponibilidad de materia orgánica y de nutrientes mejorando la productividad agrícola de la zona.

En base a lo planteado anteriormente, surgió el proyecto “Valorización de la brea (*Tessaria absinthioides*) proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales” Código BIP 30486479 del concurso FIC Atacama 2016 el cual tiene por finalidad estudiar 2 tecnologías de valorización de la Brea como materia prima para la obtención de nuevos productos: i) Producción de fitosanitario a partir de extractos de brea y ii) Elaboración de pellets para uso como retenedor de humedad en suelos.

Se espera que los resultados del presente proyecto permitan validar la fabricación y uso de productos que solucionen los principales problemas que afectan el sector agrícola, logrando en el mediano plazo mejorar la disponibilidad de suelos para cultivos de la región al favorecer la extracción de maleza Brea, aumentar la concentración de materia orgánica en los suelos y con ello la disponibilidad de recurso hídrico para cultivos, disminuir los costos en el uso de fitosanitarios y aumentar la actividad económica con el establecimiento de nuevos procesos productivos, los cuales requerirán mano de obra calificada para todas sus etapas de operación (extracción, procesamiento, comercialización, etc.). Además, se pretende que el presente proyecto represente una primera etapa de recopilación de antecedentes base tanto experimentales como de mercado que permitan la formulación de una iniciativa de continuación de proyecto que optimice técnica y económicamente las variables de los procesos productivos y proponga modelos de negocios mediante la incorporación de empresas asociadas de la región.

En este contexto, el presente informe final muestra los resultados globales obtenidos durante la ejecución total del proyecto, relacionados principalmente con los ensayos a escala laboratorio y piloto realizados para validar técnicamente las tecnologías estudiadas y también con las evaluaciones de mercado y técnico económicas como un primer paso para la validación comercial de los productos obtenidos.

⁵ Compost: Clasificación y requisitos Norma Chilena 2880 Of. 2004. Instituto Nacional de Normalización (INN), Chile.

⁶ Madera Nativa como Fuente de Energía. Szarka N. y Llanos C. Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT). Revista Celulosa y Papel. 2009.

2. Objetivos

El objetivo general del proyecto es desarrollar tecnologías que permitan entregarle un valor agregado a la maleza Brea (*Tessaria absinthioides*) localizada en la región de Atacama a través de su uso como materia prima en la elaboración de productos comerciales que tengan potenciales beneficios en sectores productivos relevantes de la zona.

Para lograr lo anterior se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Obtener materia prima Brea desde la región de Atacama para su utilización en tecnologías de Fitosanitario a partir de extractos de brea y Pellet de brea como retenedor de humedad en suelos.
2. Evaluar las tecnologías de valorización de Brea mediante la realización de ensayos a nivel de laboratorio.
3. Realizar pruebas a nivel piloto para validar el desempeño de los prototipos desarrollados bajo condiciones ambientales controladas que simulen las de la región de Atacama.
4. Elaborar un estudio de mercado para los productos obtenidos en cada una de las tecnologías desarrolladas con el fin de conocer los potenciales escenarios de comercialización.
5. Evaluar la factibilidad técnica-económica de las tecnologías a desarrollar para establecer las alternativas más atractivas y viables para futura implementación.

3. Actividades

Los resultados mostrados en este informe corresponden a las actividades llevadas a cabo entre los meses de octubre del 2017 y mayo del 2019 durante los 20 meses que el proyecto tuvo como período de ejecución según la siguiente Carta Gantt actualizada.

Tabla 1. Carta Gantt actualizada del proyecto

Actividades	Meses																			
	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Sep-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19
1. Reunión de inicio																				
2. Seminario de Inicio																				
3. Obtención de materia prima																				
3.1 Cosecha de materia prima																				
3.2 Preparación de la materia prima																				
4. Evaluación tecnologías nivel laboratorio																				
4.1 Elaboración de productos																				
4.2 Caracterización de productos obtenidos																				
4.3 Ensayos de aplicación de productos a escala de laboratorio																				
5. Informe de Avance																				
6. Publicación																				
7. Pruebas a nivel piloto																				
7.1 Elaboración de productos para ensayos piloto																				
7.2 Ensayos a nivel piloto																				
7.3 Ensayos en terreno																				
8. Estudio de mercado																				
8.1 Estudio de mercado																				
9. Evaluación Técnico-Económica																				
9.1 Evaluación Técnico-Económica																				
10. Seminario de cierre de proyecto																				
11. Informe Final																				

3.1. Actividades Objetivo Específico 1

3.1.1. Obtención de materia prima

Como actividad transversal para el desarrollo de las 2 tecnologías de valorización a evaluar, se realizó la obtención de materia prima (plantas de brea) desde distintas zonas de los valles de Huasco y Copiapó, y su posterior acondicionamiento para ser usadas tanto en la elaboración de los extractos de brea como de los pellets de brea. En este contexto, fueron realizadas 3 actividades específicas:

a) Cosecha de materia prima

Se cosecharon plantas de brea desde 5 zonas de la región de Atacama cuyas ubicaciones se señalan en la Figura 1: Copiapó (1), Totoral (2), Canto del Agua (3), Huasco Bajo (4) y Las Tablas (5). En cada una de las zonas, además, se tomaron muestras de plantas en dos estados vegetativos: seco, que corresponde a un estado de madurez mayor (más viejas o maduras), y verde o nueva referido a plantas más jóvenes. Las muestras fueron secadas en terreno por un período de 3 semanas antes de su envío a la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) en Coronel.



Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo en la Región de Atacama

b) Preparación de materia prima

Para las pruebas de extracción a nivel de laboratorio, en el caso de las muestras en estado verde se trabajó por separado con las hojas y el tallo mientras que con las muestras en estado seco se utilizó la planta completa como una manera de evaluar posibles diferencias en la composición de los extractos obtenidos. Los pasos seguidos para el acondicionamiento de las muestras fueron los siguientes:

- Se separaron manualmente los componentes de las 5 muestras en estado verde, por una parte las hojas y por otra el tallo. En el caso de las 5 muestras en estado seco no se realizó dicha clasificación y se utilizaron en forma completa (denominándola como tallo).

- Se trituraron cada una de las muestras, clasificadas por localidad, estado y componente, en un molino de corte con matriz de 2 mm.
- Se secaron las muestras de brea a una temperatura de 40°C hasta una humedad de trabajo de entre 7 y 8% y luego se reprocesaron en un molino de laboratorio, separando la fracción con granulometría entre 0,15 y 0,30 mm la cual fue utilizada para el proceso de extracción.

Para las pruebas de extracción a mayor volumen (nivel semi-piloto) y pruebas de pelletización, se trabajó con la muestra de Huasco Bajo en estado verde obtenida en segundo muestreo debido a los mejores resultados en cuanto a rendimiento, obtenidos previamente en la extracción a escala laboratorio. Las acciones realizadas fueron las siguientes:

- Se cortaron las plantas de brea en porciones pequeñas (no más de 30 cm de longitud).
- Se secó la muestra en secador de bandejas por 2 días a una temperatura entre 40 y 50°C hasta una humedad de 15% aproximadamente (humedad de trabajo recomendada por proveedor de la pelletizadora).
- Se molió la muestra utilizando un molino de corte con una matriz mixta de 1 cm y 0,5 cm.



Figura 2. Preparación de materia prima para proceso de pelletización y extracción piloto

c) Caracterización físico-química de Brea

Se realizó una caracterización físicoquímica de la muestra de Huasco Bajo verde. Se determinó el contenido de cenizas, los componentes estructurales, carbohidratos y lignina soluble e insoluble. Además, se analizó la concentración de elementos mayoritarios (Na, K, Ca, Mg, Al y P), elementos minoritarios (Cr, Cu, Zn, Pb, As, Mo, V, Mn, Ni, Cd, Co, Sb, Hg), análisis elemental (C, H, N y S) y medición de pH, parámetros interesantes en términos de aplicación al suelo.

3.2. Actividades Objetivo Específico 2

En este caso, se realizaron 3 actividades en forma paralela para cada una de las tecnologías evaluadas con el fin de determinar su factibilidad técnica, las cuales se detallan a continuación:

3.2.1. Tecnología Fitosanitario a partir de extractos de brea

a) Elaboración de productos

Se realizaron extracciones del material vegetal a escala de laboratorio con el fin de conocer los rendimientos y la naturaleza de los extractos obtenidos. Cada una de las muestras de brea acondicionadas (clasificadas por localidad, estado y componente) fue sometida a procesos de extracción sucesivos utilizando un sistema Soxhlet. La metodología utilizada fue la siguiente:

- Se utilizaron 5 gramos de muestra con una humedad de 7-8% y las extracciones se realizaron usando 3 tipos de solventes de polaridad creciente: hexano, acetato de etilo y metanol.
- Se introdujeron las muestras en un cartucho de celulosa y se dejaron a reflujo a temperatura ambiente por un tiempo de 3 horas para hexano, 2 horas para acetato de etilo y 4 horas para metanol, tiempos en los cuales se aseguró el agotamiento de la muestra.
- Al finalizar cada una de las extracciones, la muestra de brea fue filtrada y secada a 40°C con el objeto de eliminar restos de solvente y así ser utilizada posteriormente en la siguiente extracción.
- Las soluciones de extractos obtenidas fueron tratadas en rotavapor para recuperar el solvente mientras que el sólido extraído resultante en cada caso fue liofilizado y pesado para determinar el rendimiento de la extracción.
- Los extractos obtenidos fueron envasados en frasco de vidrio y refrigerado para su posterior caracterización analítica de metabolitos por técnica de HPLC-MS-MS.



Figura 3. Sistema de extracción Soxhlet a nivel laboratorio y extractos obtenidos

Luego se realizó una extracción a nivel semi-piloto en un reactor de 7 litros utilizando agua y etanol, solventes que tienen polaridades similares al metanol pero son más sencillos de utilizar y manipular, con el objetivo de elaborar una cantidad suficiente de extractos para las pruebas biológicas y evaluar posibles condiciones para escalamiento industrial.

El procedimiento realizado se detalla a continuación:

- Se utilizaron 300 gramos de muestra de brea verde desde Huasco Bajo (sin separación de componentes, secada y molida) con una humedad del 17% para cada una de las extracciones.

- Las extracciones se realizaron a una temperatura de 90°C por un lapso de tiempo de (1) hora contabilizados desde que el reactor alcanzó la temperatura objetivo.
- Las soluciones de extractos obtenidas fueron filtradas para separar el extracto de la muestra de brea extraída.
- La solución de extracto acuoso fue centrifugada y liofilizada mientras que la del extracto etanólico fue rotoevaporada para eliminar restos de solvente y luego liofilizada para así obtener los extractos respectivos secos y en formato sólido.



Figura 4. Proceso de extracción a nivel semi-piloto

b) Caracterización de productos obtenidos

Se caracterizaron los extractos obtenidos tanto a escala laboratorio como semi-piloto para determinar los principales metabolitos secundarios presentes en ellos que tienen relación con eventuales efectos fitosanitarios. Las técnicas utilizadas fueron GC/MSMS (cromatografía gaseosa) para los extractos obtenidos con hexano y LC/ESI-MSMS (cromatografía líquida) para los extractos obtenidos con acetato de etilo, metanol, agua y etanol.

c) Ensayos de aplicación a escala de laboratorio

Se realizaron bioensayos para evaluar diferentes concentraciones de los extractos acuoso y etanólico obtenidos en la extracción semi-piloto para el control de *Sitophilus zeamais*, *Myzus persicae* y *Tetranychus urticae*, que son modelos biológicos típicos con distintos mecanismos alimentarios, los cuales fueron realizados en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción. La primera actividad correspondió a la cría de las colonias de insectos que fueron posteriormente utilizados en los bioensayos.

En el caso de *Sitophilus zeamais* (Gorgojo del maíz), se realizaron bioensayos del tipo contacto en tubos de ensayos con distintas concentraciones de extractos (0,25 a 1% v/v) donde se introdujeron insectos adultos y se evaluó la mortalidad a las 24, 48 y 72 horas. También se ejecutaron bioensayos para determinar la toxicidad por efecto fumigante de los extractos donde se aplicó a un papel filtro 6 concentraciones distintas y se puso en contacto con maíz infestado con insectos adultos, manteniéndolos a 30°C y 60% de humedad y evaluando la mortalidad luego de 5 días.



Figura 5. Bioensayos *Sitophilus zeamais*

Por otra parte, para las colonias de *Myzus persicae* (pulgón verde duraznero) y *Tetranychus urticae* (araña bímaculada) se realizaron aspersiones de 1 ml de distintas concentraciones de extractos (hasta 4,0% v/v) sobre adultos ubicados sobre discos de hojas de frejol en placas Petri y se evaluó la mortalidad a las 24, 48 y 72 horas.

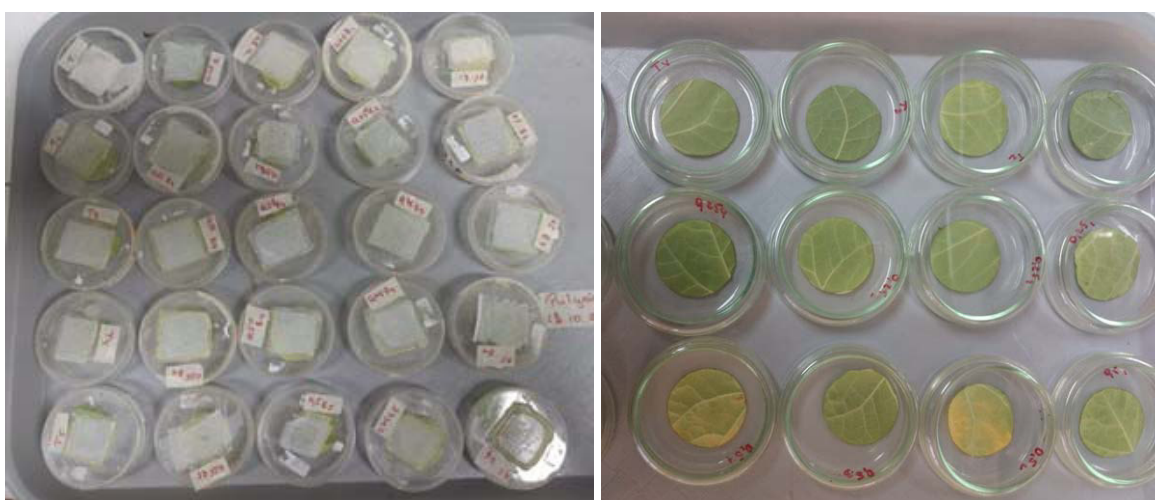


Figura 6. Bioensayos *Myzus persicae* y *Tetranychus urticae*

Adicionalmente, se realizaron pruebas para evaluar el efecto fungicida de los extractos acuosos y etanólico sobre cepas de hongos fitopatógenos típicas de importancia económica que afectan a los cultivos vegetales, como la *Alternaria solani*, *Helmintosporium spp* y *Cylindrocladium spp* que producen manchas en hojas y tallos, y la *Botrytis cinérea*, que ataca mayormente a cultivos de vid y produce daño a nivel celular de la planta. Para ello, se aplicaron 3 concentraciones de extracto (500, 750 y 1000 ppm) en medio de cultivo en placas Petri donde se colocaron discos de 5 mm de diámetro de las cepas en el centro y se incubaron a 25°C hasta que el tratamiento control (con agua estéril) alcanzara su máximo desarrollo. El crecimiento del micelio radial (mm) se midió diariamente utilizando un calibrador a vernier manual. El porcentaje de inhibición del crecimiento micelial se evaluó en relación con el crecimiento micelial del control.

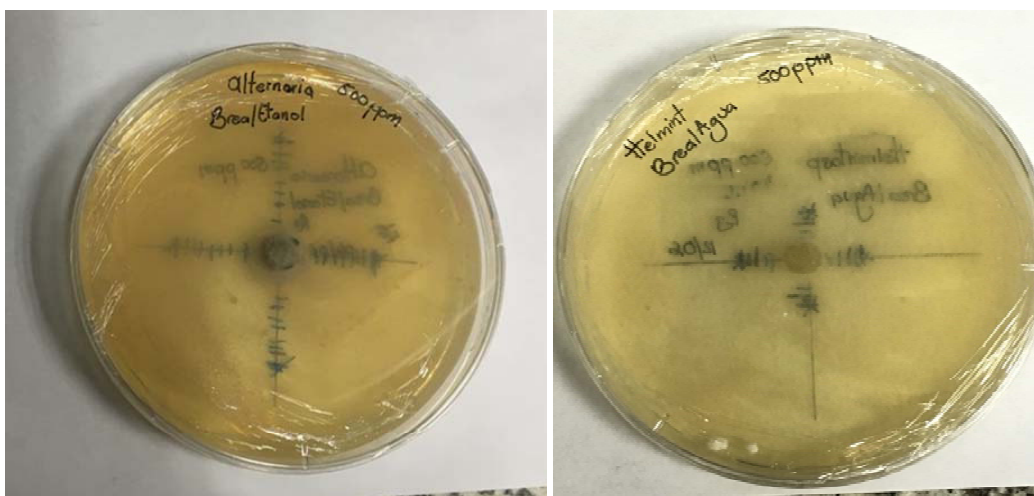


Figura 7. Ensayos de actividad fungicida en 2 tipos de cepas de hongos

3.2.2. Tecnología Pellets de brea como retenedor de humedad en suelo

a) Elaboración de productos

Se elaboraron pellets de brea con la muestra en estado verde obtenida desde Huasco Bajo. La técnica de pelletización permite densificar la cantidad de materia orgánica (biomasa) que se aplique en los suelos, teniendo las siguientes ventajas: i) facilidad del manejo del pellet en comparación con el uso de biomasa triturada, ii) disminución del volumen a utilizar, iii) mayor homogeneidad del producto y iv) mayor eficiencia en la retención y posterior entrega controlada de agua a los suelos.

La muestra fue sometida a diversas pruebas de elaboración del pellet, utilizando para ello una pelletizadora de biomasa adquirida en el contexto del presente proyecto con la finalidad de evaluar variables como la humedad de materia prima y características físicas del pellet obtenido.

En cada una de estas pruebas se efectuó el siguiente procedimiento:

- Se midió la humedad de la muestra de brea verde al momento de comenzar con el proceso de pelletización.
- Se alimentó manualmente la totalidad de muestra a la tolva de alimentación del equipo, resguardando de no acumular material en la zona baja de la tolva donde se encuentra el rodillo de compactación para evitar un posible taponamiento de la matriz.
- Se analizó visualmente los pellets obtenidos para evaluar su calidad, observando aspectos como compactación, homogeneidad de tamaño y dureza aplicando una pequeña presión con los dedos.
- Entre cada una de las pruebas realizadas, los pellets fueron nuevamente triturados y en el caso de ser necesario, se agregó una cantidad de agua determinada a la muestra de brea para aumentar su humedad inicial.



Figura 8. Pruebas de pelletizado de muestra de brea verde Huasco Bajo

b) Caracterización de productos obtenidos

Se realizó un análisis fisicoquímico a la muestra de pellet de brea con el objetivo de conocer la concentración de micro y macronutrientes presentes que permiten evaluar su factibilidad y efectos al ser incorporados en el suelo. Los parámetros cuantificados fueron Nitrógeno, Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio, Sodio, Zinc, Hierro, Cobre, Manganeseo, Azufre y Boro según las metodologías de análisis descritas en “Método de análisis para los suelos de Chile” elaborado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA, 2006) que fue el encargado de realizar estas actividades.

c) Ensayos de aplicación a escala de laboratorio

Se realizaron ensayos de retención de humedad a mezclas de suelo con distintas dosis de pellet de brea para evaluar su capacidad de almacenar agua (suelo solo, pellet solo, dosis desde 1 ton/há a 40 ton/há). Se utilizó el método de placa de presión a partir del cual se determinaron los valores de capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente y agua disponible en suelo (o porcentaje de humedad base suelo seco, %hbss).

Además, se realizaron pruebas de mineralización y disponibilidad de nutrientes mediante incubación de suelo con distintas dosis de pellet de brea, con el objetivo de verificar el potencial de liberación y disponibilidad de elementos y/o compuestos químicos conocidos en agronomía como nutrientes, los cuales son esenciales para el buen desarrollo de especies vegetales. Se incubaron muestras de suelos con dosis de pellets de 2, 4 y 8 ton/ha por 60 días y se realizaron análisis de pH, materia orgánica, Fósforo, Calcio, Magnesio, Sodio y Azufre cada 15 días.

Por último, se realizaron ensayos de toxicidad aguda en semillas de rábano con aplicaciones de diferentes dosis de pellets de brea al suelo salino donde se evaluó la longitud radicular (desarrollo temprano de la semilla) y el índice de germinación con el fin de establecer posibles efectos tóxicos de la aplicación de los pellets de brea en el desarrollo vegetal.



Figura 9. Ensayos de retención de humedad, mineralización y toxicidad del pellet de brea

3.3. Actividades Objetivo Específico 3

Para el cumplimiento de este objetivo, se ejecutaron ensayos a nivel piloto y en terreno de aplicación de dosis de pellet de brea en suelo proveniente de Atacama para validar el desempeño bajo condiciones ambientales reales. En el caso de la tecnología de Fitosanitario natural se evaluó la factibilidad de realizar pruebas experimentales en terreno.

3.3.1. Tecnología Fitosanitario a partir de extractos de brea

A partir de los resultados obtenidos sobre la acción insecticida y, particularmente, sobre el efecto fungicida de los extractos de brea, se analizó y determinó la mejor manera de implementar futuros ensayos pilotos del producto fitosanitario en cultivos típicos de la región, por ejemplo, cultivos de frutillas, arándanos y vides, y los parámetros a considerar para la evaluación del efecto del producto bajo condiciones ambientales reales.

3.3.2. Tecnología Pellets de brea como retenedor de humedad en suelos

a) Ensayos a nivel piloto

Se realizó un experimento en condiciones controladas (macetas e invernadero) donde se utilizaron macetas con un kilogramo de suelo (salino-sódico) de la zona de Huasco en las cuales se sembró ballica (*Lolium perenne*) con distintas dosis de pellets de brea (1 ton/há hasta 4 ton/há) en conjunto con fertilización inorgánica. Se realizaron cortes de biomasa foliar cada 20 días los cuales fueron analizadas para determinar los rendimientos vegetales obtenidos en cada tratamiento y la cantidad de micro y macronutrientes absorbidos por la planta (N, P, K, Ca, Mg, Na, S, Cu, Fe, Mn, Zn, B).



Figura 10. Ensayos de aplicación de pellet de brea en macetas con ballica

b) Ensayos en terreno

Se realizó un experimento en el sector La Junta de la comuna de Alto del Carmen (suelo árido) para evaluar la respuesta del pellet de brea como enmienda orgánica en un cultivo de quínoa, ejecutado durante los meses de noviembre del 2018 y marzo del 2019. Se implementaron parcelas de 2 m x 1,5 m con aplicación de distintas dosis de pellet de brea y fertilización inorgánica (N, P, K). La siembra de Quínoa (variedad Regalona) se realizó en surcos de un centímetro de profundidad. El diseño final consistió en 6 tratamientos realizados por triplicado (18 parcelas). Se realizaron 4 procesos de riego en la presiembra, post siembra, floración y llenado de grano. Luego de la cosecha, se midió el rendimiento de quínoa en cada uno de los casos.



Figura 11. Ensayos de aplicación de pellet de brea en cultivos de quínoa

3.4. Actividades Objetivo Específico 4

Este objetivo estuvo enfocado en conocer el potencial real de comercialización de los 2 productos obtenidos para lo cual se planteó realizar un Estudio de Mercado para cada caso.

3.4.1. Estudios de mercado

Se analizaron, de manera general, el mercado internacional y nacional de los fertilizantes y el de los fitosanitarios naturales, además de evaluar la potencial demanda y oferta de los productos de manera de identificar a los actores involucrados y así entregar la información necesaria para la inserción de ellos en el mercado nacional. La información detallada de la metodología utilizada y actividades realizadas se encuentran en los Anexos 8.1 y 8.2.

3.5. Actividades Objetivo Específico 5

La finalidad de esta actividad fue evaluar la factibilidad técnico-económica de las 2 tecnologías desarrolladas.

3.5.1. Evaluaciones Técnico-Económicas

Se determinaron y evaluaron parámetros económicos como inversión, ingresos y costos fijos. Se elaboraron flujos de cajas con diversos indicadores de rentabilidad identificando la tasa de descuento, horizontes de evaluación entre otros. Por último, se realizó un análisis de sensibilidad para el flujo de caja considerando como variable crítica el precio de venta de los productos. La información detallada de la metodología utilizada y actividades realizadas se encuentran en los Anexos 8.3 y 8.4.

3.6. Actividades Difusión

Con el fin de dar a conocer los objetivos, impactos y resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto, se definió realizar a lo menos 3 actividades de difusión correspondientes a Seminario de Inicio, Seminario de Cierre y Publicación en medio regional. Adicionalmente, se realizaron reuniones con entidades relacionadas al proyecto y beneficiarios y se elaboraron notas de prensa para su publicación en medios de comunicación.

4. Resultados

4.1. Resultados Objetivos Específico 1

Los resultados que dan respuesta al Objetivo Específico 1 son presentados a continuación:

4.1.1. Cosecha de materia prima

Se cosecharon un total de 10 muestras de brea en el mes de julio del 2017 para las actividades de extracción a escala de laboratorio. Posteriormente, en el mes de marzo del 2018 se cosecharon 15 kg de brea en estado verde desde Huasco Bajo para las pruebas de extracción semi-piloto y pelletización.



Figura 12. Muestras de brea seca y verde de distintas localidades-Julio 2017



Figura 13: Brea verde cosechada en Huasco Bajo- Marzo 2018

4.1.2. Preparación de materia prima

Con respecto a la elaboración de extractos a nivel de laboratorio, el proceso de acondicionamiento (secado, trituración y tamizado) de las muestras de brea no presentó dificultades en ninguno de los 2 estados en los que se encontraban. En las siguientes imágenes es posible observar que las muestras presentan una alta homogeneidad de forma y tamaño lo que facilitó su extracción dado que existe un mayor tiempo de contacto entre las partículas de brea y los flujos de solventes utilizados.



Figura 14: Muestras de Brea en estado seco molidas para proceso de extracción

Por otra parte, las plantas de brea verde cosechadas en Huasco Bajo debieron ser sometidas a una disminución de tamaño previo a las etapas de secado y molienda dado que fueron cosechadas en el período en que se encontraban en su mayor etapa de crecimiento. En este sentido, en el caso de utilizar plantas de brea de gran tamaño en procesos de pelletizado o de obtención de extractos que pudiesen implementarse a mayor escala es aconsejable contar con un equipo especializado para esta primera etapa de preparación.



Figura 15. Muestra de brea verde antes y después de disminución de tamaño

Sobre la etapa de secado, la muestra de brea verde presentó una humedad inicial del 64% la cual disminuyó a un 17%. En este sentido, es importante señalar que sin importar el estado en que se encuentra la planta (verde o seco) ésta debe ser secada luego de su cosecha dado que su uso en las 2 tecnologías evaluadas requiere contenidos de humedad bajo el 20%. En este sentido, la ventaja que presenta la implementación de estas tecnologías en la región de Atacama es que el proceso de secado puede realizarse al ambiente propiciado por las altas temperaturas y baja humedad ambiental en la zona durante gran parte del año.

4.1.3. Caracterización físico-química de la brea

Los análisis de caracterización fisicoquímica de la muestra de Huasco Bajo verde fueron ejecutados por el Laboratorio de Servicios Analíticos de la Unidad de Desarrollo Tecnológico. A continuación se presenta un resumen a continuación:

- Caracterización química general: La muestra de brea presentó un contenido mayoritario de Carbohidratos (38,8%), seguido de Lignina soluble (23,3%) y Compuestos extraíbles (22,6%). Estos últimos podrían ser obtenidos con distintos tipos de solventes específicos a la naturaleza del compuesto.
- Elementos minerales mayoritarios y minoritarios: La muestra de brea presentó bajas concentraciones de metales pesados por lo que su incorporación al suelo no afectaría la calidad del mismo o el crecimiento y desarrollo de cultivos por efectos de toxicidad de ellos. Por otra parte, se detectó la presencia de micro y macronutrientes como potasio, calcio y magnesio los que podrían favorecer el crecimiento vegetal y las condiciones del suelo.

Tabla 2. Concentración elementos minoritarios muestra Huasco Bajo verde

Parámetro	Unidad (b.m.s)	Valor	Parámetro	Unidad (b.m.s)	Valor
Arsénico	mg/kg	< 2,0	Zinc	mg/kg ± RSD	21,2 ± 3,1
Cadmio	mg/kg	< 2,0	Antimonio	mg/kg	< 2,0
Cobre	mg/kg ± RSD	21,1 ± 13	Cobalto	mg/kg	< 2,0
Cromo	mg/kg ± RSD	5,77 ± 6,9	Manganeso	mg/kg ± RSD	18,3 ± 6,2
Níquel	mg/kg ± RSD	17,6 ± 7,8	Mercurio	mg/kg	< 2,0
Plomo	mg/kg	< 2,0	Vanadio	mg/kg ± RSD	3,35 ± 8,6
Molibdeno	mg/kg ± RSD	9,64 ± 7,7			

Tabla 3. Concentración elementos mayoritarios muestra Huasco Bajo verde

Parámetro	Unidad (b.m.s)	Valor
Sodio	mg/kg ± RSD	20804 ± 2,8
Potasio	mg/kg ± RSD	4741 ± 1,6
Calcio	mg/kg ± RSD	4515 ± 1,9
Magnesio	mg/kg ± RSD	2183 ± 1,5
Aluminio	mg/kg ± RSD	87,3 ± 1,6
Fósforo	mg/kg ± RSD	722 ± 2,3

4.2. Resultados Objetivos Específico 2

Los resultados que dan respuesta al Objetivo Específico 2 son presentados a continuación:

4.2.1. Tecnología Fitosanitario a partir de extractos de brea

a) Elaboración de productos

En forma general, los resultados obtenidos en esta etapa de extracción a nivel de laboratorio muestran que el solvente que logra un mayor rendimiento de extractos es el metanol observándose los mejores resultados en las muestras cosechadas en estado verde, particularmente Huasco Bajo

y Canto del Agua. Esto puede deberse a las condiciones climáticas y de crecimiento a la que estuvieron expuestas las plantas dado que este sector presenta suelos con alto grado de salinidad y una mayor disponibilidad de agua lo que favorece que las plantas alcancen un mayor desarrollo y frondosidad lo que podría traducirse en un mayor nivel de producción de metabolitos secundarios que son los compuestos que se extraen en estos procesos.

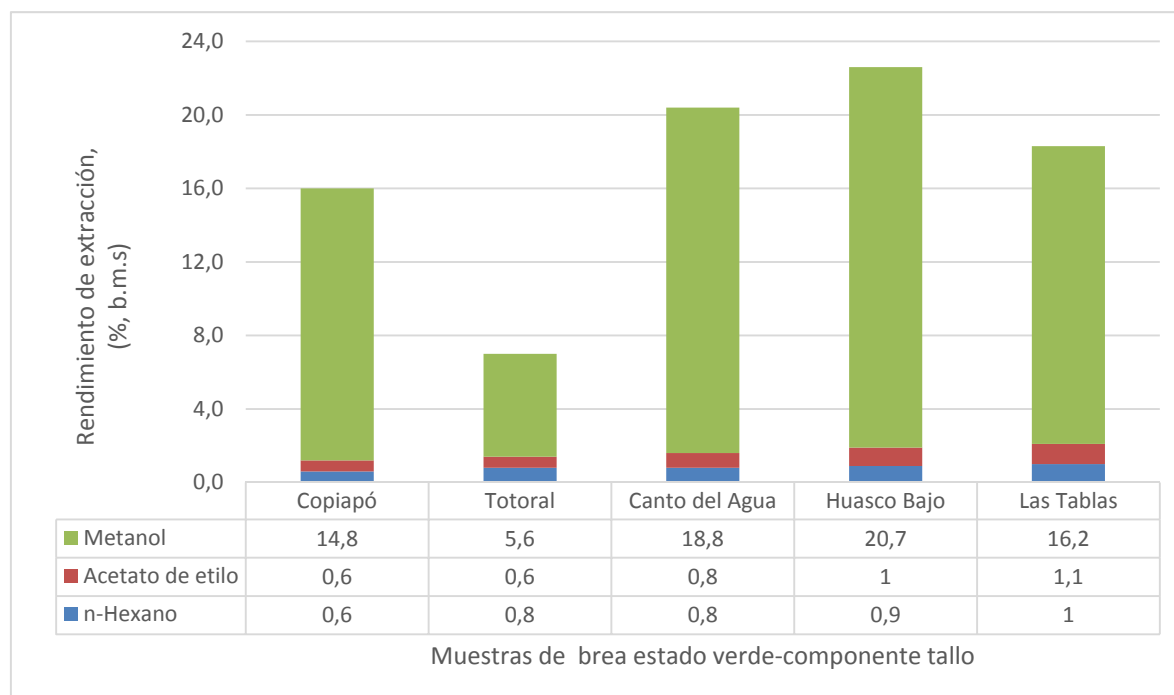


Figura 16. Rendimientos de extracción muestras en estado verde-tallo

Otro punto importante, es que si bien las extracciones a las hojas de las muestras en estado verde alcanzaron los mayores rendimientos en todas las localidades (sobre el 20%), se debe considerar para un futuro escalamiento del proceso de extracción que las hojas representan un contenido de biomasa susceptible a extracción bastante menor que los tallos de las muestras de brea.

La elaboración de extractos a mayor volumen (escala semi-piloto) se realizó con el objetivo de obtener una cantidad suficiente para los ensayos de aplicación a escala de laboratorio. Se utilizó la muestra de Huasco Bajo verde completa por tener un mayor rendimiento, se usó agua y etanol como solventes ya que tienen polaridades similares al metanol pero son más económicos y menos peligrosos de usar a nivel industrial, y se utilizó un reactor batch de 7 litros

Los resultados de rendimiento obtenidos en este proceso se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Rendimientos de extracción a escala semi-piloto muestra Huasco Bajo verde

Solvente utilizado	Condiciones de operación	Rendimiento (%p/p sólidos)	Extracto obtenido (g)
Etanol	T= 90°C por 1 hora	2,8	8,3
Agua	T= 90°C por 1 hora	8,1	25,2

El rendimiento de la extracción acuosa fue casi 3 veces mayor que el rendimiento de la extracción etanólica, no obstante ambas son menores a lo obtenido a escala laboratorio lo cual puede explicarse por la diferencia en la aplicación de temperatura, un leve cambio en la polaridad de los solventes (y por lo tanto diferencias de las cantidades y tipos de metabolitos extraídos) y la granulometría utilizada, puesto que a mayor tamaño de partículas el contacto con el solvente es menor. Sin embargo, estos resultados son auspiciosos como un primer acercamiento dado que existen muchas

variables de procesos que podrían optimizarse en estudios posteriores, por ejemplo, el tiempo de extracción, tipo de reactor, etc.

Como se observa en la siguiente figura, el extracto acuoso obtenido fue fácilmente liofilizado logrando un formato de polvo, mientras que el extracto etanólico, dado la naturaleza del solvente, no logró alcanzar este formato, presentando grumos que pueden conllevar dificultades para su dilución y aplicación como fitosanitario.



Figura 17. Extractos acuoso y etanólico liofilizados para uso en pruebas fitosanitarias

b) Caracterización de productos obtenidos

Los extractos obtenidos utilizando hexano como solvente (apolares) presentaron un mayor contenido de ácidos grasos saturados e insaturados, presentando mínimas diferencias entre las localidades evaluadas. Los principales compuestos correspondieron a Ácido Palmítico, Ácido Oleico y Ácido Linoleico, sin embargo, es importante recordar que los porcentajes de rendimientos obtenidos en las extracciones con hexano fueron menores al 5%, incluso en algunos casos bajo el 1%, por lo tanto, la concentración de ácidos grasos es significativamente menor a otros compuestos extraíbles de la planta brea.

Tabla 5. Perfil de ácidos grasos presentes en extractos apolares (concentración en %)

Ácido Graso	Copiapó		Total		Canto del Agua		Huasco Bajo		Las Tablas	
	Seco	Verde ⁽¹⁾	Seco	Verde ⁽¹⁾	Seco	Verde ⁽¹⁾	Seco	Verde ⁽¹⁾	Seco	Verde ⁽¹⁾
Ácido Palmítico	20,9	26,7	28,9	22,4	-	26,7	33,2	24,4	23,8	27,2
Ácido Oleico	40,3	6,3	12,0	6,9	-	6,33	17,8	10,2	17,6	9,7
Ácido Linoleico	24,1	41,7	22,7	29,5	28,2	41,74	31,3	12,6	33,2	31,9

⁽¹⁾Corresponde al componente tallo de las muestras en estado verde

En el caso de extractos obtenidos con acetato de etilo y metanol (polares), se identificó que los compuestos mayoritarios encontrados en todas las localidades correspondieron a ácidos fenólicos, destacando la presencia de ácidos clorogénicos en mayor cantidad al utilizar metanol, en particular, el ácido cafeoilglucárico y el ácido cafeoilquínico, los cuales destacan por su capacidad antioxidante y como agentes alelopáticos. Los resultados de concentración de estos ácidos se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 6. Concentración de ácidos fenólicos mayoritarios en extractos polares (componente tallo)

Localidad	Estado	Solvente	Total ácidos fenólicos (mg/100 g de extracto seco)
Copiapó	Seca	Metanol	223,4
	Verde	Metanol	4,7
Totoral	Seca	Metanol	177,9
	Verde	Metanol	118,6
Canto del agua	Seca	Metanol	132,5
	Verde	Metanol	263,7
Huasco Bajo	Seca	Metanol	151,4
	Verde	Metanol	393,6
Las Tablas	Seca	Metanol	222,1
	Verde	Metanol	274,6

Como se observa en la tabla anterior, en forma general, las muestras colectadas en estado verde contienen ácidos fenólicos en mayores concentraciones que las muestras secas. En particular, el extracto metanólico obtenido de Huasco Bajo verde presentó el mayor contenidos de ácidos fenólicos totales con 393 mg/100 g de extracto seco.

Con respecto a los extractos acuoso y etanólico obtenidos a escala semi-piloto, se determinó la presencia de ácidos fenólicos, al igual que en la escala de laboratorio, sin embargo, se identificó una mayor cantidad de componentes y diferentes a los identificados en etapa anterior, principalmente debido a diferencias en la temperatura de operación, tiempo de extracción y solvente utilizado.

En la siguiente tabla se detalla los resultados de concentración de los ácidos fenólicos cuantificados en los extractos a escala semi-piloto

Tabla 7. Concentración de ácidos fenólicos en extractos escala semi-piloto

Localidad	Estado	Solvente	Total ácidos fenólicos (mg/100 g de extracto seco)
Huasco Bajo	Verde	Etanol	19,1
		Agua	178,0

En este caso, la concentración total de ácidos fenólicos en agua fue menor a la obtenida en escala de laboratorio con metanol debido a que, por temas de implementación de metodología de análisis y compra de patrones, no fueron cuantificados todos los compuestos identificados de este tipo, quedando fuera, por ejemplo, el ácido tesárico que se mostró como uno de los componentes mayoritarios.

c) Ensayos de aplicación a escala de laboratorio

Los extractos acuoso y etanólico no presentaron actividad insecticida de contacto ni fumigante contra *Sitophilus zeamais* (Gorgojo del maíz) en las concentraciones evaluadas (hasta 1,0 %). En el caso de insecticida de contacto, esto se explicaría porque esta concentración no alcanza a ser letal para el insecto, sin embargo, el utilizar valores mayores a las estudiadas podría provocar efectos adversos en las semillas donde se aloja y desarrolla el insecto. En el caso del efecto fumigante, es probable que los potenciales compuestos con actividad insecticida presentes en los extractos no serían del tipo volátil.

Tabla 8. Toxicidad de extractos de breva sobre *Sitophilus zeamais*

Tratamiento	Concentración	Mortalidad (%) 24 horas	Mortalidad (%) 48 horas	Mortalidad (%) 72 horas
Extracto agua	0,25	0,0	0,0	0,0
	0,5	0,0	0,0	0,0
	0,75	0,0	0,0	0,0
	1,0	0,0	0,0	2,0
Extracto etanol	0,25	0,0	0,0	0,0
	0,5	0,0	0,0	0,0
	0,75	0,0	0,0	0,0
	1,0	4,0	4,0	4,0

Con respecto a las pruebas con el modelo biológico *Myzus persicae* la máxima mortalidad se obtuvo con la mayor concentración evaluada (1,0%) con un 6%, por lo que se puede inferir que los extractos tampoco presentan un efecto insecticida sistémico, es decir, que tenga efecto sobre la savia de la planta que es utilizada como alimento por el insecto.

Tabla 9. Toxicidad de extractos de breva sobre *Myzus persicae*

Tratamiento	Concentración	Mortalidad (%) 24 horas	Mortalidad (%) 48 horas	Mortalidad (%) 72 horas
Extracto agua	0,25	0,0	0,0	0,0
	0,5	0,0	0,0	0,0
	0,75	0,0	2,0	6,0
	1,0	4,0	6,0	6,0
Extracto etanol	0,25	0,0	0,0	0,0
	0,5	0,0	2,0	2,0
	0,75	4,0	6,0	6,0
	1,0	0,0	2,0	6,0

Finalmente, en el caso del ácaro fitófago *Tetranychus urticae* las pruebas con extracto acuoso se realizaron hasta una concentración de 4,0% bajo la cual presentó una mortalidad máxima de 62%, mientras que el extracto etanólico no superó el 20% con la máxima concentración evaluada (1,0%). En este caso, fue posible determinar las concentraciones letales 50% y 90% para el extracto de agua alcanzando valores de 1,9% y 12,2% respectivamente a las 72 horas de aplicación, que constituyen concentraciones de extracto viables de utilizar tanto por la cantidad de materia prima disponible como por la factibilidad de su dilución en el solvente agua para su aplicación. Este mayor efecto tóxico de los extractos sobre esta especie puede explicarse por el menor tamaño del ácaro frente a los otros insectos estudiados lo cual haría que se requiera de una menor dosis para su control.

Tabla 10. Toxicidad de extractos de breva sobre *Tetranychus urticae*

Tratamiento	Concentración	Mortalidad (%) 24 horas	Mortalidad (%) 48 horas	Mortalidad (%) 72 horas
Extracto agua	0,25	6,0	6,0	6,0
	0,5	6,0	12	12
	0,75	20,0	32	32
	1,0	30,0	36,0	36,0
	2,0	30,0	42,0	58,0
	4,0	30,0	42,0	62,0
Extracto etanol	0,25	0,0	0,0	0,0
	0,5	0,0	0,0	0,0
	0,75	0,0	0,0	0,0
	1,0	0,0	14,0	20,0

A partir de la ejecución de estos ensayos fue posible concluir que el extracto acuoso es mucho más fácil de manipular y diluir para efectos de aplicación fitosanitaria, pudiendo utilizarse concentraciones mayores al extracto etanólico.

En relación a los resultados obtenidos, fue posible comprobar el efecto acaricida del extracto acuoso de brea. Si bien la concentración efectiva para eliminar al 90% de los ácaros es mayor a las utilizadas con los compuestos químicos (0,8%), y por tanto podría significar un precio menos competitivo en el mercado, el uso de fitosanitarios naturales presenta ventajas significativas, por ejemplo, no tienen residualidad, es decir, pueden aplicarse en períodos de cosecha lo que no puede hacerse con los agroquímicos. Esta característica es fundamental en algunos casos, donde por efectos del cambio climático, las cosechas se han adelantado y pueden coincidir con los ciclos biológicos de los ácaros, impidiendo el uso de productos químicos debido a su alta residualidad. Por lo tanto, la aplicación del fitosanitario de brea sería competitivo para ser utilizado en plena cosecha y como una acción preventiva al ataque de ácaros en la última etapa de los cultivos. Por otra parte, actualmente el control de ácaros como la arañita bimaclada, la cual ataca seriamente a cultivos de diferentes frutales como cítricos y vid, no es óptimo puesto que presentan una gran resistencia ante acaricidas comunes, e incluso con algunos productos la población puede llegar a aumentar, por lo que se sugiere alternar los principios activos utilizados en cada aplicación, por lo que la alternativa de fitosanitario natural presentaría una gran ventaja.

Con respecto a las pruebas para evaluar el efecto fungicida de los extractos, los resultados señalaron que los productos más activos, es decir, que mostraron un mejor control de los hongos evaluados (menor crecimiento micelar del hongo) fueron: i) Extracto etanólico en concentración de 1000 ppm para la *Alternaria solani*, ii) Extracto acuoso en concentraciones de 500 y 750 ppm contra *Helminthosporium*, iii) Extracto acuoso en concentración 500 contra *Botrytis cinerea* y iv) Extracto etanólico en concentración 750 y 1000 ppm contra *Cylindrocladium spp.* Estos resultados sugieren que existe una relación entre la composición del extracto y su efecto sobre la especie de hongo que controla, es decir, que son distintos metabolitos los responsables del efecto fungicida del extracto dependiendo de la polaridad del solvente utilizado para la extracción.

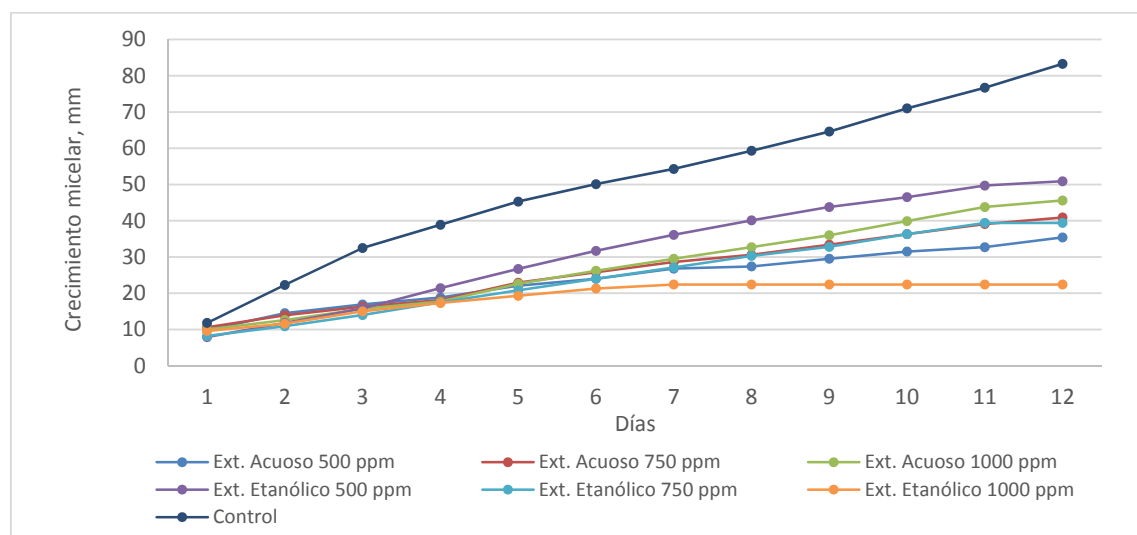


Figura 17. Evaluación actividad fungicida sobre *Alternaria solani*

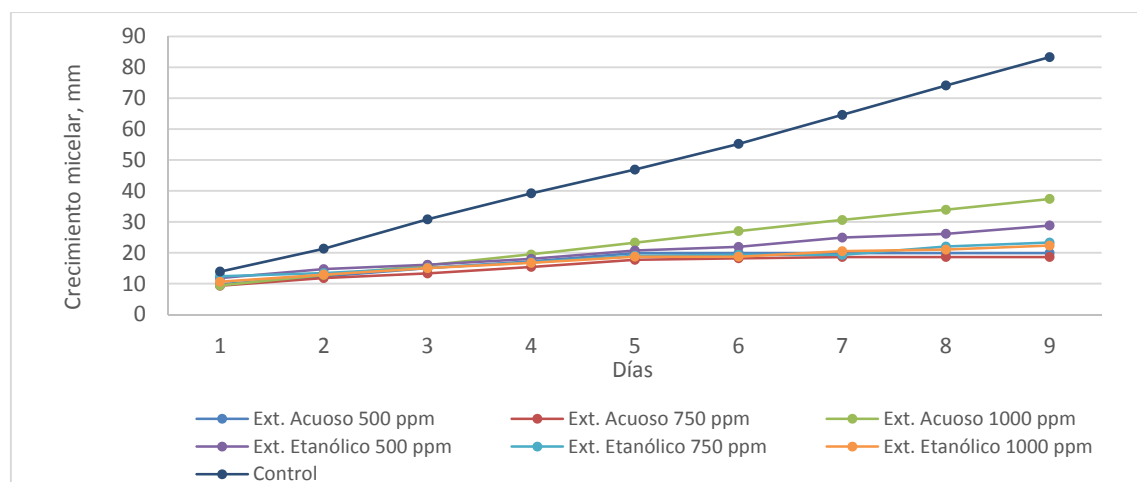


Figura 18. Evaluación actividad fungicida sobre *Helmintosporium spp*

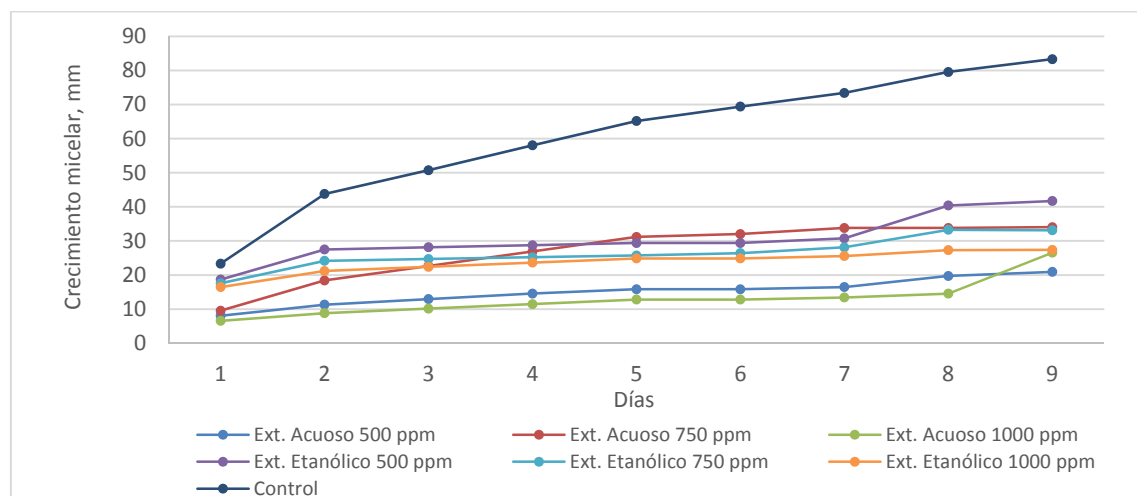


Figura 19. Evaluación actividad fungicida sobre *Botrytis cinerea*

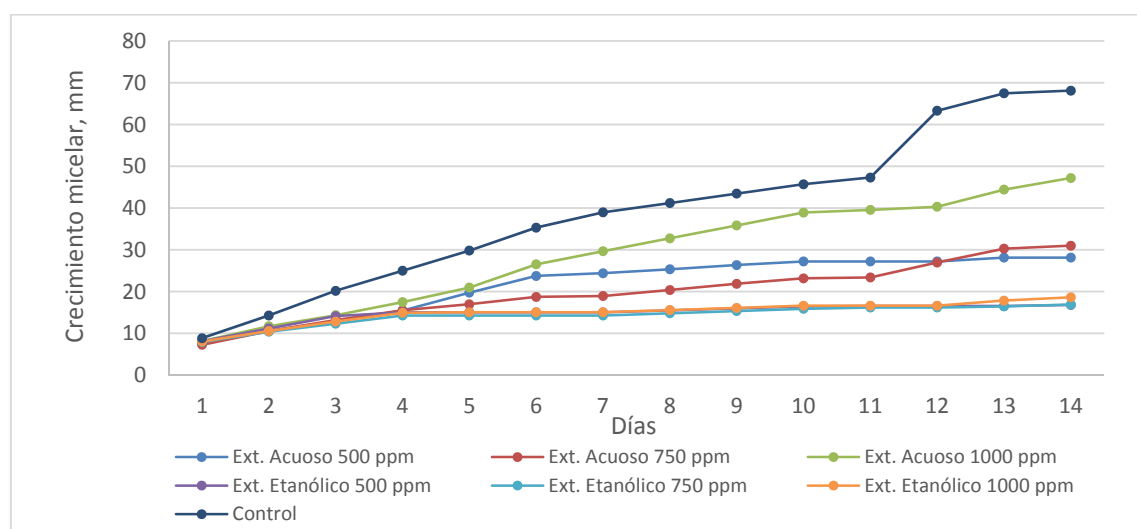


Figura 20. Evaluación actividad fungicida sobre *Cylindrocladium spp*

4.2.2. Tecnología pellets de brea como retenedor de humedad en suelos

a) Elaboración de productos

Para la elaboración de los pellets se utilizaron 3,4 kg de materia prima correspondiente a muestra de brea de Huasco Bajo verde. Con esta cantidad se produjo el volumen de producto requerido para los ensayos de aplicación tanto a escala de laboratorio como a nivel piloto y en terreno.

La muestra presentó una humedad inicial de 16,8% obtenida al finalizar la etapa previa de secado. Este valor fue cercano al 15% recomendada como humedad de trabajo por el fabricante para el correcto funcionamiento del equipo. No obstante lo anterior, en un primer intento el proceso de pelletizado no fue logrado por lo que se aumentó la humedad de la muestra hasta que se logró obtener pellets de una calidad aceptable en relación a su forma, homogeneidad de tamaño, apariencia, durabilidad y compactación. En este caso, es posible afirmar que con una humedad inicial cercana al 20% el proceso de pelletizado es factible para la obtención de pellets con características satisfactorias para una posterior aplicación en suelos.



Figura 21. Pellets obtenidos con humedad inicial de materia prima de 20,2%

En la siguiente tabla se resumen las variables de cada una de estas pruebas y los resultados obtenidos.

Tabla 11. Resultados pruebas de pelletización

N° prueba	Humedad inicial (%)	Comentarios del proceso de pelletización	Características pellet obtenido
1	16,8	Taponamiento de matriz	No se pudo elaborar pellets
2	18,5	Material fino no procesado a la salida de equipo	Heterogéneos en tamaño, baja dureza y compactibilidad.
3	20,2	Producción continua de pellets sin problemas operacionales relevantes	Homogéneos, con superficie lisa. Mayor dureza y más compactos

Como resultado general, por lo tanto, se puede señalar que el proceso de pelletización de brea requiere un manejo adecuado de las condiciones operativas como el porcentaje de humedad inicial y el régimen de alimentación, por nombrar algunas, y que éstas dependerán tanto de la homogeneidad de la materia prima utilizada como de las características propias de los equipos utilizados, por ejemplo, medidas de la matriz, potencia y capacidad productiva. Por lo tanto, para el caso de escalamiento e implementación de este proceso para producciones mayores de pellets se debe tener en consideración que equipos de mayor capacidad de trabajo podrían presentar ciertas diferencias operacionales con las evaluadas a esta escala, no obstante lo anterior se utilizarán estos antecedentes técnicos como base para las futuras evaluaciones técnica y económica del proyecto.

b) Caracterización de productos obtenidos

Estos análisis fueron realizados por Laboratorio del INIA Quilamapu con el objetivo de determinar las características iniciales del producto que sería utilizado en los ensayos de aplicación de productos a escala laboratorio, escala piloto y ensayos en terreno, en relación a la concentración de macro y micronutrientes. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 12. Caracterización química Pellet de brea

Parámetro	Valor	Unidad	Parámetro	Valor	Unidad
Nitrógeno	1,16	%	Azufre	1,16	%
Fósforo	0,15	%	Cobre	9,97	ppm
Potasio	1,15	%	Hierro	957	ppm
Calcio	1,04	%	Manganeso	32,4	ppm
Magnesio	0,24	%	Zinc	118	ppm
Sodio	18913	ppm	Boro	49,3	ppm

Entre los parámetros evaluados destaca el contenido de Sodio debido a la salinidad de los suelos de la zona de Huasco Bajo y cuyo aporte debe ser evaluado durante la aplicación de los pellets mediante pruebas de mineralización las cuales permiten verificar el potencial de liberación y disponibilidad de distintos elementos y/o compuestos químicos.

Si bien el objetivo de la aplicación de pellets de brea a suelos de la región de Atacama es mejorar la capacidad de retención de agua en ellos a través de la adición de materia orgánica, el contenido de macro y micronutrientes en el pellet como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, esenciales para el crecimiento de plantas, pueden tener un efecto beneficioso adicional sobre los cultivos que se desarrollen en los suelos donde se aplique el pellet.

c) Ensayos de aplicación a escala de laboratorio

Los resultados de las pruebas de retención mostraron que el pellet de brea solo presentó una alta capacidad de almacenar agua en comparación con el suelo solo lo cual se manifestó en que la aplicación de las distintas dosis de pellets a muestras de suelo, particularmente la dosis hasta 4 ton/ha, mejoró significativamente la disponibilidad de agua con relación al suelo sin aplicación de pellet, con cerca de un 20% más de agua disponible.

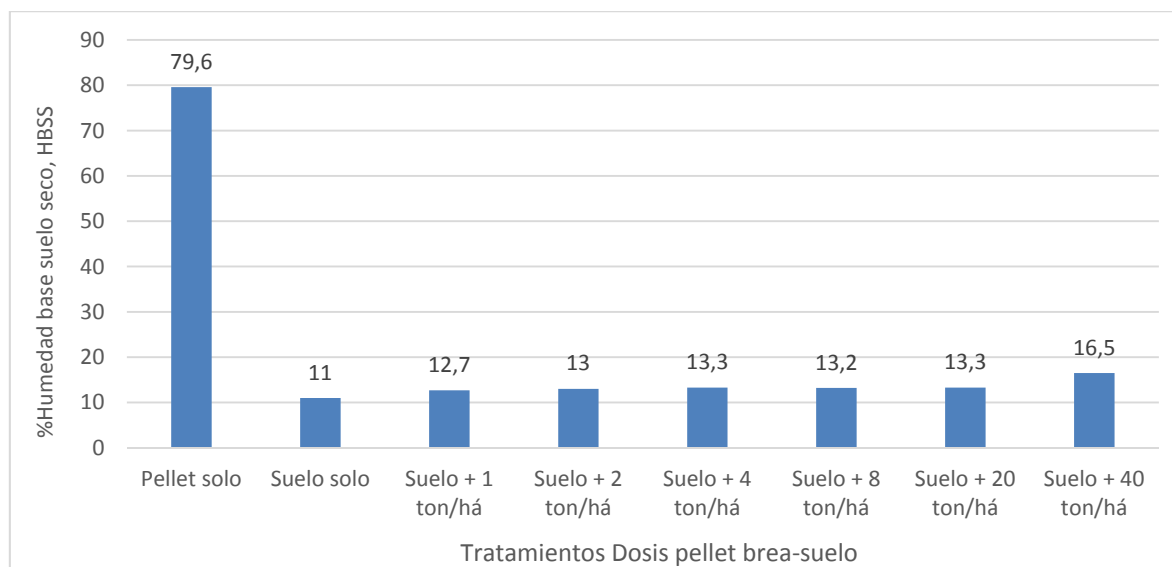


Figura 22. Efecto de aplicación de pellets de brea en contenido de agua en suelo

Por otra parte, los resultados de los ensayos de mineralización y disponibilidad de nutrientes mostraron que la concentración de Nitrógeno no se ve mayormente incrementada con dosis menores a 8 ton/ha mientras que la concentración de Fósforo se incrementa levemente con las dosis de 4 y 8 ton/ha entre los 15 y 45 días de incubación. Por otra parte, se observó que la acidez del suelo y la materia orgánica no se ven afectadas significativamente por las distintas dosis aplicadas, en este último caso, debido a que se requieren prácticas de aplicación constantes en el tiempo para lograr un cambio significativo. Por otra parte, las bases (Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio) experimentaron un descenso en su disponibilidad con respecto al control (suelo solo) a los 45 días de incubación, sólo superándolo luego de los 60 días, a excepción del Calcio cuya concentración disminuyó después de los 45 días. Adicionalmente, la concentración de Azufre se incrementó con el aumento de las dosis de pellet alcanzando su mayor valor a los 30 días de incubación.

Los resultados obtenidos en los ensayos de toxicidad en semilla de rabanito con aplicación de diferentes dosis de pellet de brea fueron los siguientes:

Tabla 13. Resultados Longitud Radicular, Germinación e Índice de Germinación

Nombre	Tratamiento	Longitud radicular (cm)	Germinación (%)	Índice Germinación (%)
T0	Solo agua	3,2	90	100
T1	Suelo solo	2,2	83,3	64,0
T2	Suelo + 1 ton/há	3,1	93,3	99,6
T3	Suelo + 2 ton/há	3,0	83,3	88,4
T4	Suelo + 4 ton/há	3,1	90,0	96,3
T5	Suelo + 8 ton/há	3,1	90,0	98,3
T6	Suelo + 20 ton/há	3,7	90,0	114,8
T7	Suelo + 40 ton/há	3,1	90,0	97,1

Se observó que el tratamiento que consideró solo el suelo (sin aplicaciones de pellet) resultó con los menores valores en longitud radicular, germinación e índice de germinación, este último al límite de considerar que existe un grado de toxicidad importante (IG=64%), este resultado se debería a los contenidos de sales que presenta este suelo y que perjudica la germinación y el desarrollo normal de la radícula, sin embargo, resulta interesante observar que todos los tratamientos con aplicaciones de pellet de brea al suelo mejoraron la germinación y la longitud radicular, de la misma manera el índice de germinación, resultado valores semejantes al control negativo que considera solo agua.

En conclusión, este producto sería una importante enmienda que mejoraría la capacidad de suelos salinos de almacenar agua disponible para las plantas, además de aportar nutrientes luego de un período de aplicación de 60 días, sin afectar la salinidad del suelo (no hubo cambios significativos en la concentración de sodio) ni generando riesgo de toxicidad para los cultivos vegetales, incluso favoreciendo la germinación de las plantas.

4.3. Resultados Objetivos Específico 3

4.3.1. Tecnología Fitosanitario a partir de extractos de brea

De los ensayos fitosanitarios se pudo concluir que los extractos acuoso y etanólico de brea presentaron actividad fungicida contra diferentes fitopatógenos. Se plantea que para una futura prueba de aplicación en campo se seleccione el patógeno más agresivo (*Botrytis cinérea*) ya que tuvo un buen control en los ensayos in vitro.

En primer lugar se realizarían evaluaciones de campo en cultivos de frutilla, arándano y/o vides, dentro de predios con antecedentes de ambas enfermedades. Los ensayos tendrán un arreglo

factorial, evaluándose las concentraciones seleccionadas in vitro 2 y 3 veces, en un diseño estadístico de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental sería una parcela de 4 x 5 m, para el caso de la vid y de 0,7 x 5 m para arándano. Las observaciones consistirían en síntomas e incidencia de la enfermedad, rendimiento y calidad de la fruta. Se realizarían aplicaciones de campo de acuerdo a las dosis calculadas en la etapa de laboratorio, y multiplicadas por las eficiencias de las aplicaciones foliares. Los tratamientos consistirán en pulverizaciones en las etapas de floración, cuaja y madurez de la fruta, y serán evaluados en la cantidad de flores atizonadas por *Botrytis cinerea*, incidencia de pudriciones en la fruta de pre y poscosecha y el desarrollo de *Botrytis cinerea* endógena. Esta última, mediante la incubación y observación de los lóculos, placenta y semillas del fruto. Los resultados serán evaluados como porcentaje de órganos afectados.

Para la determinación de calidad de la fruta luego de los tratamientos sería necesario analizar la pérdida de peso durante los tratamientos, la actividad respiratoria del fruto (intercambio gaseoso), color superficial, antocianinas (en el caso de berries), firmeza del fruto, acidez, pH, azúcares totales, entre otros.

4.3.2. Tecnología Pellets de brea como retenedor de humedad en suelos

a) Ensayos a nivel piloto

Los resultados de la aplicación de dosis de pellets de brea en macetas con ballica mostraron que hubo un aumento significativo en la producción de biomasa desde la dosis de 1 ton/há en comparación con el tratamiento de suelo solo (15% mayor) y suelo más fertilización inorgánica (8% mayor), utilizada habitualmente para los requerimientos nutricionales de este cultivo. Esto es bastante prometedor en el sentido que con dosis bajas de brea se logra un efecto productivo positivo lo cual se fundamenta en la mayor disponibilidad de agua que produce la incorporación de materia orgánica al suelo y en su posible efecto de contrarrestar la salinidad de suelo típico de la región de Atacama.

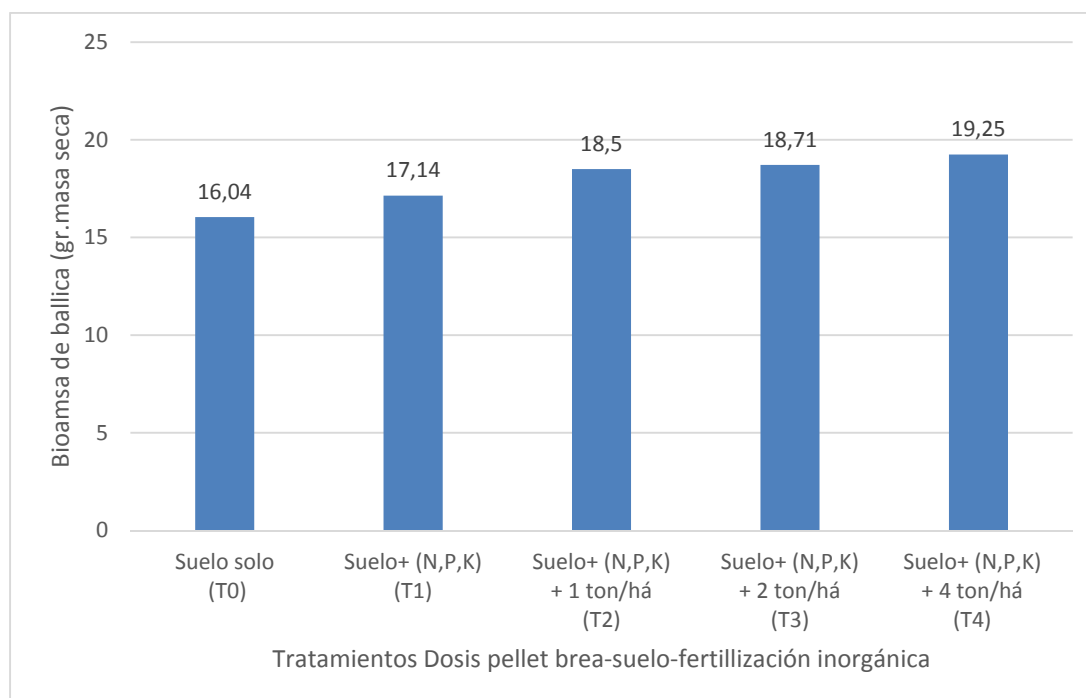


Figura 23. Rendimiento promedio de biomasa foliar con aplicación de pellets de brea en suelo salino

Por otra parte, los análisis foliares realizados a las muestras de biomasa recolectada mostraron que la aplicación del pellet de brea ocasionó una mejora en las concentraciones de nutrientes como Nitrógeno, Potasio, Calcio, Magnesio, Cobre, Fierro, Zinc y Boro en comparación con el suelo solo sin ningún tipo de enmienda (T0). Con respecto a la fertilización inorgánica (T1), la aplicación de los pellets produjo un leve aumento en el Magnesio, Azufre Cobre y Zinc presente en las plantas

En el caso del Sodio, asociado a la salinidad del suelo, se registró un aumento esperable en su concentración al aplicar las dosis de pellet de brea pero en función de los resultados obtenidos, es posible afirmar que este aumento no tuvo efectos negativos en los cultivos evaluados.

Tabla 14. Análisis foliar de biomasa de Ballica

Trat.	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	Na (ppm)	S%	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
T0	3,87	0,25	4,27	0,64	0,31	16524	0,3	21,8	181	68,5	43,4	114
T1	4,13	0,25	4,82	0,72	0,27	18980	0,28	23,5	220	70,6	42,8	128,3
T2	4,07	0,25	4,39	0,72	0,36	19025	0,29	23,1	199	67,4	45,3	116,6
T3	4,03	0,25	4,78	0,67	0,34	18540	0,31	24,9	209	69,6	46,1	119,4
T4	4,09	0,25	4,61	0,67	0,33	18003	0,31	24,5	204	73,4	45,9	127,1

b) Ensayos en terreno

Los resultados de rendimiento del cultivo de Quínoa mostraron que en los tratamientos donde se utilizó inicialmente fertilizante inorgánico (N, P, K), la aplicación de dosis de pellet de brea no produjo un aumento significativo en la producción del cultivo, alcanzando sólo un 8% más cuando se utilizaron 2 ton/há y menos de un 1% con la dosis mayor de 4 ton/há. Diferente fue la situación en los tratamientos que no incluyeron la fertilización inorgánica al momento de la siembra, donde los rendimientos fueron significativamente mayores, en particular con la dosis de 2 ton/ha donde se alcanzó un 35% más lo cual indicaría que existe un aporte nutricional del pellet de brea al suelo y a los cultivos.

Por otra parte, el efecto negativo de la aplicación de dosis sobre las 4 ton/há podría estar asociada a una inmovilización de nitrógeno por parte de la materia orgánica del pellet, por lo que este nutriente no estaría disponible para la planta afectando su rendimiento. A partir de este resultado, se recomienda evaluar dosis menores de aplicación, por ejemplo, 0,5 ton/há o 1 ton/há y realizar ajustes de los aportes nutricionales de la fertilización inorgánica en rango de dosis de 25%, 50% y 75% a los usados en el presente trabajo.

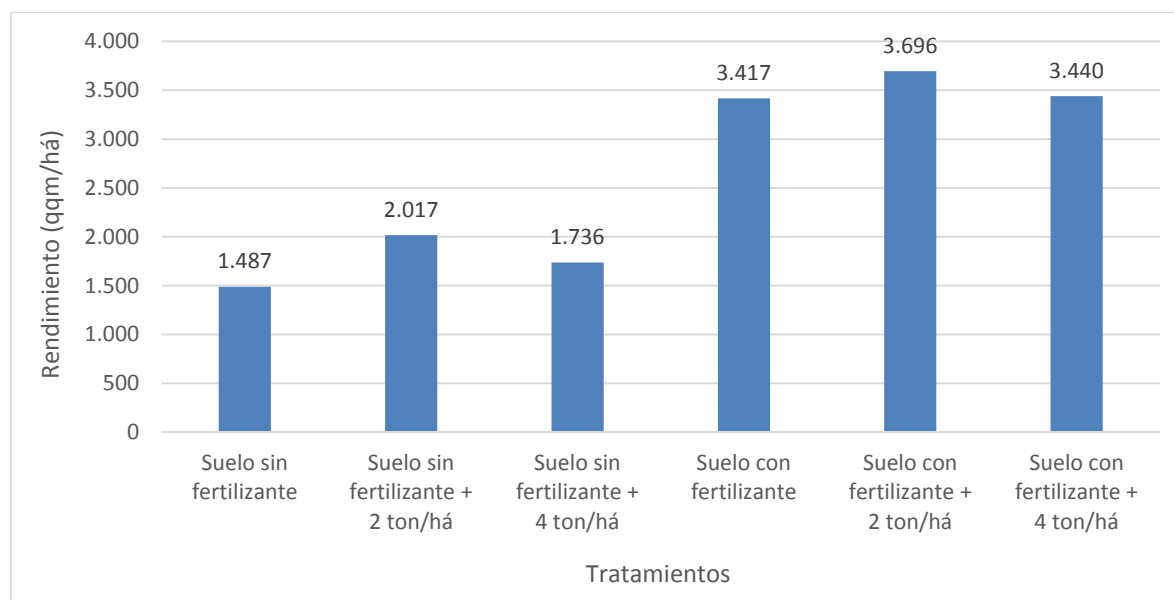


Figura 24. Rendimiento cultivo de Quínoa con aplicación de dosis de pellets de brea

4.4. Resultados Objetivos Específico 4

Los resultados que dan respuesta al Objetivo Específico 4 son presentados a continuación:

4.4.1. Estudio de mercado Fitosanitario a partir de extractos de brea

Como primer punto, el estudio determinó que el mercado internacional de los biopesticidas crece a tasas mayores que los pesticidas químicos, esto apoyado por el incremento de la demanda global, la creciente adopción de prácticas de agricultura orgánica y los cambios en la legislación internacional.

Los principales mercados para biopesticidas corresponden a Estados Unidos con US\$ 748 millones, Europa US\$ 416 millones, Asia-Pacífico US\$ 281 millones y Latinoamérica US\$ 125 millones. Estos países comenzaron con un enfoque amigable hacia la agricultura en los años 90, aplicando nuevas tecnologías y leyes que regulan y potencian este tipo de manejo agrícola.

En Chile, el mercado total para cada tipo de bioinsumos es imposible de calcular o medir, debido a que no existe un registro por parte del Servicio Nacional de Aduanas específico para este tipo de productos, ya que estos están incluidos en la glosa de abonos y productos químicos, por lo cual, es imposible cuantificar este mercado, solo se puede realizar una aproximación mediante estimaciones y extrapolaciones. Por lo cual, según datos del SNA y ODEPA, se estimó que el mercado nacional alcanzó a cerca 12 millones de dólares el año 2014. Por otra parte, el crecimiento de las importaciones de bioinsumos en Chile fue de cerca del 20% en los últimos 5 años, con una tasa anual cercana al 3%.

Como oferta nacional, existen cerca de 70 empresas que comercializan bioinsumos con un total de 389 productos, donde 210 son importados mayoritariamente desde España y Estados Unidos. El mercado nacional está conformado por dos tipos de empresas, los spinoff y/o emprendimientos y las multinacionales, dentro de las que destacan en el primer caso Bio Insumos Nativa con el 50% del mercado nacional y en el segundo caso empresas como Bayer o CropScience. En cuanto a la demanda nacional por productos orgánicos, se ha observado un aumento en la superficie nacional agrícola certificada como orgánica alcanzando cerca de 132.000 hectáreas en el año 2016, lo cual sumado a un mayor nivel de exportaciones e importaciones, es un claro indicador del enorme

potencial para el crecimiento de este tipo de productos y de los bioinsumos necesarios para su producción lo que se ha reflejado en el aumento de su venta en los últimos años.

En este contexto, y apoyado en el aumento de la producción orgánica nacional, se deduce que el mercado de este tipo de productos mantendrá el crecimiento sostenido reflejado desde el año 2000. En forma específica, el mercado regional de Atacama, avalado en su alto potencial silvoagropecuario donde la exportación de frutas frescas como aceitunas y uva de mesa representan el mayor porcentaje de su PIB silvoagropecuario, resulta atractivo para la venta de insumos agrícolas para este tipo de productos, ya que permitirá evitar pérdidas económicas relevantes por plagas o pestes, mediante la utilización de fitosanitarios naturales, y ayudando a mantener el medio ambiente.

El informe detalle de este Estudio de Mercado es presentado en el Anexo 8.1.

4.4.2. Estudio de mercado Pellets de brea como retenedor de humedad en suelo

Se consideró al pellet de brea como un producto fertilizante en cuanto a que ayudaría a mejorar el crecimiento de cultivos.

Los fertilizantes son fundamentales para la producción de alimentos, se estima que anualmente los agricultores aplican en sus tierras más de 200,5 millones de toneladas de fertilizantes, siendo el trigo el cultivo que posee una mayor demanda, seguido por las frutas y hortalizas, y el maíz. Los principales países que consumen estos productos son China (28%), India (14%) y E.E.U.U (13%).

En el contexto nacional cerca del 85% de los fertilizantes comercializados son importados desde Estados Unidos y China (1,1 millones de toneladas al año) y sólo un 15% es producido en el país. Dentro de las principales empresas importadoras están Agrogestión Vitra Ltda, Anagra S.A y CNA Chile Spa con casi el 60% de participación en el mercado quienes venden a distribuidores o directamente al cliente final. Los principales productos importados corresponden a abonos minerales o químicos nitrogenados mientras que la partida con menor volumen corresponde a abonos de origen animal o vegetal, no obstante éste último ha presentado un aumento sostenido en el volumen importado en los últimos 5 años a diferencia de los primeros. Dentro de las empresas productoras en el mercado nacional destacan Soquimich S.A, Sociedad Chilena del Litio Ltda, ACF Minera S.A, Quiborax y Casayach Nitratos S.A con la producción de abonos minerales o químicos potásicos, por ejemplo, Carbonato de litio, Cloruro de potasio, Nitrato de sodio y potasio, entre otros.

En cuanto a la demanda, Chile posee una superficie plantada superior a 297.000 hectáreas la cual año a año va aumentando. En este contexto, entre los años 2011 y 2015, se consumieron 579 kilogramos de fertilizantes por hectárea de tierra cultivable en Chile, siendo las regiones de Araucanía, Biobío y Los Lagos las que presentaron una mayor demanda. Los abonos minerales o químicos nitrogenados son la partida con mayor volumen de importación en el país, sin embargo han experimentado un descenso en los últimos años, mientras que los abonos de origen animal o vegetal que tienen un menor volumen de importación son los que presentan una mejor perspectiva a futuro puesto que han presentado un alza sostenible en su demanda en los últimos 5 años.

Considerando los datos obtenidos, se concluye que existe un nicho disponible para la inserción de un retenedor de humedad como una enmienda de las características de suelos en el mercado actual de fertilizantes.

El informe detalle de este Estudio de Mercado es presentado en el Anexo 8.2.

4.5. Resultados Objetivos Específico 5

Los resultados que dan respuesta al Objetivo Específico 5 son presentados a continuación:

4.5.1. Evaluación Técnico-Económica Fitosanitario a partir de extractos de brea

En este estudio se evaluó el desarrollo de una planta de extracción sólido-líquido para la extracción de compuestos desde las plantas de brea para la producción de un producto fitosanitario a una concentración de un 12% del extracto en agua para un inversionista que comience el negocio desde cero el cual no posee maquinaria ni infraestructura, considerando el diseño básico de la planta, factores de producción, personal administrativo y operacional entre otros, evaluando el negocio productivo a un plazo de 10 años con diferentes precios de venta del producto a desarrollar.

Como resultado de este análisis se determinó un monto de inversión inicial cercano a los \$41 millones, que incluye molino de cuchillas, segadora, planta de extracción y equipos de control, entre otros, para una planta con producción anual de 860 kg de extracto acuoso utilizando cerca de 28 toneladas de plantas brea al año las cuales deben pasar por un proceso de secado y molienda antes de la extracción.

Además, a partir de los costos fijos, costos variables, capital humano e ingresos proyectados se construyeron los flujos de caja para VAN=0 con lo que se determinó que el precio mínimo de venta del producto fitosanitario sería de \$12.010 por litro de solución, valor en que el negocio comienza a ser rentable. De acuerdo al análisis de sensibilidad del precio de venta, con márgenes del 40% sobre el precio mínimo el negocio comienza a obtener ganancias significativas por sobre los \$100 millones recuperando la inversión inicial en 3 años, lo que se traduce en un negocio más atractivo y con períodos cortos de recuperación de la inversión inicial.

El Informe detalle de esta Evaluación Técnico-Económica es presentado en el Anexo 8.3.

4.5.2. Evaluación Técnico-Económica Pellets de brea como retenedor de humedad en suelo

Se evaluó el desarrollo de una planta de pelletizado de Brea con una capacidad de 2,5 ton/h para la producción de un retenedor de humedad en suelos para un inversionista que comience el negocio desde cero el cual no posee maquinaria ni infraestructura, considerando el diseño básico de la planta, factores de producción, personal administrativo y operacional entre otros, evaluando el negocio productivo a un plazo de 10 años con diferentes precios de venta del producto a desarrollar.

Como resultado de este análisis se determinó un monto de inversión inicial cercano a los \$66 millones, cuyo principal componente en términos corresponde a la pelletizadora para la capacidad requerida, sumada a molino de cuchillas, segadora, empaquetador y equipos de control, entre otros. La capacidad de producción se determinó a partir de la dosis por hectárea típica para enmiendas para abarcar un 25% de la superficie de cultivos objetivos (mayormente frutales) de la región de Atacama.

A partir de los costos fijos, costos variables, capital humano e ingresos proyectados se construyeron los flujos de caja para VAN=0 con lo que se determinó que el precio mínimo de venta del producto fitosanitario sería de \$31.658 por tonelada, valor en que el negocio comienza a ser rentable. Si se considera una dosis de aplicación de 2 ton/há el precio por dosis sería de \$63.316. De acuerdo al análisis de sensibilidad del precio de venta, con márgenes del 20% sobre el precio mínimo el negocio resulta atractivo, recuperando la inversión inicial en 3 años, mientras que con un 10% se obtienen bajos ingresos aunque el precio de venta sería más acorde al de mercado dado que este tipo de “enmiendas” de suelo poseen precios menores a los fertilizantes.

El Informe detalle de esta Evaluación Técnico-Económica es presentado en el Anexo 8.4.

4.6. Resultados Difusión

Según lo establecido en la Carta Gantt inicial del proyecto, se ejecutaron las siguientes actividades de difusión:

4.6.1. Seminario de Inicio

La actividad fue realizada el día miércoles 13 de diciembre del 2017 en el Centro Tecnológico Ambiental en la ciudad de Vallenar. Al Seminario asistieron 23 personas, destacando la presencia de agricultores, dirigentes de organizaciones agrícolas, autoridades regionales, representantes de servicios gubernamentales, estudiantes y empresas privadas. A cada asistente se le entregó carpeta, lápiz y programa del seminario junto a bolsa ecológica con logo alusivo al proyecto. En el Anexo 8.5 se adjunta la lista de asistencia al evento. La Lista de Asistencia se adjunta en el Anexo 8.5.

Se realizaron exposiciones a cargo de la Directora del proyecto e Ingeniero de proyecto donde se presentó la visión de la Universidad de Concepción sobre el desarrollo sustentable y su experiencia en la temática de valorización de residuos de manera de dar a conocer el trabajo, interés y trayectoria de la entidad ejecutora en proyectos con alto impacto ambiental y social, además de explicar claramente los objetivos e impactos que tendrá en proyecto propiamente tal en la región.

Dentro de las apreciaciones recopiladas por el público asistente se destaca el gran interés mostrado por los resultados que pueda tener este proyecto, recalcando que la maleza brea y su control es un problema que afecta constantemente a los agricultores de olivos y otras especies. Los beneficiarios manifestaron que existe una actitud positiva y abierta frente al trabajo que ha estado realizando la Universidad de Concepción en la zona. Por otra parte, representantes del Consejo Regional de Atacama manifestaron su interés por seguir apoyando este tipo de iniciativas dado que generan un impacto directo en sectores productivos relevantes de la región, en específico, la agricultura y que toman en consideración las principales problemáticas y estrategias regionales de acción para hacer frente a ellas, lo que genera una concordancia en las líneas de trabajo desarrolladas en la región.



Figura 25. Exposiciones en Seminario de Inicio

4.6.2. Publicación

Esta actividad consideró la redacción de un Publireportaje el cual fue publicado en El Diario de Atacama el día 30 de abril del 2019. En ella se detallan los objetivos del proyecto, los alcances e impactos y resultados preliminares obtenidos a esa fecha.

EL DIARIO DE ATACAMA | Martes 30 de abril de 2019 | 13

PUBLIREPORTAJE

Brea en Atacama: de maleza a producto con valor agregado

La Brea es una planta considerada una maleza, que afecta los cultivos agrícolas en la Región de Atacama, pero un proyecto de investigación de la Universidad de Concepción, permitirá darle valor a través del desarrollo de dos productos comerciales que mejorarán las producciones agrícolas y el suelo en la zona.

La región de Atacama cuenta con un gran potencial silvopascuero el cual se extiende principalmente en los valles de Copiapó y Huasco. Sin embargo, en los últimos años, la superficie agrícola se ha visto disminuida en cerca de un 15%, afectando principalmente los cultivos de uva de mesa con 910 hectáreas menos y de olivos con 397 hectáreas menos en el periodo 2015-2018. Este fenómeno ha sido consecuencia de factores como la escasez hídrica histórica de la región, el exceso de sales que presentan sus suelos y la proliferación de malezas como la brea, las cuales provocan una reducción en la disponibilidad de suelos aptos para la agricultura además de disminuir la calidad y rendimiento de los cultivos por la falta de agua y nutrientes fundamentales para su desarrollo.

En este escenario regional, un grupo de investigadores de la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) y de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, detectaron oportunidades que pueden mejorar estos problemas, postularon la iniciativa y ahora están ejecutando el proyecto “Valorización de la Brea (*Tessaria absinthioides*) proveniente de la región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales” financiado por el Gobierno Regional de Atacama a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC).

Una de las investigadoras es Carla Pérez, jefa del Área de Asistencia Técnica de la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT), quien al respecto comentó que “el objetivo es desarrollar y evaluar técnica y económicamente dos tecnologías que permitan entregarle un valor agregado a la Brea: por una parte, la elaboración de Pellets de biomasa de brea que mejoren la capacidad de retención de humedad en los suelos y, por otra, la obtención de Extractos de brea para uso como protector fitosanitario”.

Los resultados obtenidos a escala de laboratorio han sido satisfactorios a la fecha. La aplicación del pellet de brea en suelo salino en dosis típicas de campo lograría aumentar en un 20% el agua disponible o aprovechable, incrementar la concentración de fósforo y azufre en el suelo mejorando la germinación y desarrollo de semillas, descartándose un posible efecto tóxico de su uso en suelos. Por su parte, el extracto acuoso de brea tendría un efecto acaricida sobre la araña bimaculada, especie que ataca cultivos de diferentes frutales, como cítricos y vid, el cual al ser aplicado en una concentración de 12% controlaría al 90% de la población. El proyecto ha considerado ensayos en laboratorio, aplicando los pellets de brea en cultivos de ballica en macetas, y en terreno, en una plantación de quinoa en el sector de Alto del Carmen. En cuanto al producto fitosanitario, se probaron varios métodos de extracción, siendo el que usó agua como solvente el que tuvo mejor rendimiento en escala piloto, también se observó que el extracto de brea contiene mayores concentraciones de ácidos fenólicos lo que le otorga características de repelente, inhibiendo la alimentación de insectos herbívoros.

El uso de productos elaborados a partir de una materia prima altamente disponible en la región de Atacama, como la maleza brea, favorece directamente al sector agrícola puesto que, por una parte, se podrá aprovechar de mejor forma el escaso recurso hídrico disponible y

realizar un mejor manejo de plagas lo que se traduce en un aumento en la producción agrícola y en los rendimientos de los cultivos y, en forma paralela, aumenta la disponibilidad de suelos cultivables al mejorar la calidad de suelos degradados y disminuir su contaminación a consecuencia del menor uso de agroquímicos.

Desde el punto de vista estratégico regional, la implementación de estos procesos productivos en la zona tendría impactos sociales, económicos y ambientales, ofreciendo nuevas alternativas de negocios para el desarrollo de pymes, atracción de nuevos inversionistas a la región y fomento del empleo en el sector agrícola; además de la valorización de un recurso natural que fomente la productividad en el sector agrícola de la región y mejore la disponibilidad del recurso hídrico.

¿Qué es la Brea?

La Brea, cuyo nombre científico es *Tessaria absinthioides*, es un arbusto presente en varias zonas de América del Sur, en Chile se encuentra desde las regiones de Arica y Parícuta hasta el Bío-Bío. Es considerada una maleza invasora de los cultivos agrícolas debido a su alto grado de propagación que afecta la calidad del suelo y el rendimiento de las plantaciones.

DESEARROLLO DEL PROYECTO Y ALGUNOS RESULTADOS

El proceso de elaboración de los productos incluyó etapas como la cosecha, secado y molienda de la materia prima (brea) y luego su pelletización, por un lado, o su extracción con agua por el otro. “Era importante evaluar procesos con tecnologías simples de implementar a escala real en la región, por ejemplo, la etapa de secado puede realizarse al ambiente considerando las condiciones climáticas de la zona, o utilizar insumos que sean de fácil manipulación y bajo costo”, señaló Pérez.

Con respecto a los productos, la profesional explica que “la aplicación de pellets de brea permite la incorporación de materia orgánica a los suelos mejorando la capacidad de infiltración de agua y entregando nutrientes esenciales para el desarrollo de cultivos”. Además, “el uso de un fitosanitario de origen orgánico, de menor costo que los productos químicos, disminuye la contaminación en suelos y plantas al ser más amigable con el medio ambiente facilitando así su aplicación”.

ALCANCES Y DESAFÍOS

El uso de productos elaborados a partir de una materia prima altamente disponible en la región de Atacama, como la maleza brea, favorece directamente al sector agrícola puesto que, por una parte, se podrá aprovechar de mejor forma el escaso recurso hídrico disponible y

Contactos:
Carla Pérez, jefa División Asistencia Técnica UDT, c.perez@udt.cl - Alejandra Pérez, Ingeniero División Asistencia Técnica UDT, a.perez@udt.cl

Figura 26. Publireportaje Diario de Atacama

4.6.3. Seminario de cierre

Esta actividad se realizó el día viernes 31 de mayo del 2019 en el Hotel Solaris de la ciudad de Vallenar. Se contó con la presencia de 18 personas, entre ellos, representantes del Consejo Regional de Atacama, Junta de Vecinos, Cámara de Comercio, Agricultores, Organismos Públicos, entre otros. Se hizo entrega de bolsa ecológica del proyecto con programa, carpeta, lápiz y una muestra de pellets de brea a cada uno de los asistentes. La Lista de Asistencia se adjunta en el Anexo 8.6.

En esta oportunidad, se realizaron exposiciones de cargo de la Directora del Proyecto, Ingeniero de Proyecto y Asesores de proyecto en las cuales se presentaron los principales resultados en los ensayos en laboratorio, piloto y terreno para cada una de las tecnologías evaluadas además de las evaluaciones técnico-económicas para la implementación de ellas en la región de Atacama. Por último, se discutieron las principales conclusiones y proyecciones del proyecto en la zona, recibiendo buenos comentarios sobre el trabajo realizado en la zona y la oportunidad de avanzar en el manejo sustentable y rentable de la maleza brea en los valles de la región.



Figura 27. Exposiciones en Seminario de Cierre

4.6.4. Notas de prensa

Se elaboraron notas de prensa para ser distribuidas en distintos medios de la región de Atacama:

- i. Radio Alternativa online de Atacama: “Brea en Atacama: De maleza a producto con valor agregado. Fecha 13 de octubre del 2018
<http://www.alternativafm.cl/2018/10/brea-en-atacama-de-maleza-producto-con.html>
- ii. Semanario 7 días Chañaral: El potencial de la brea en Atacama: la maleza con valor agregado” Fecha 03 de mayo del 2019
<http://www.semanario7dias.cl/index.php/2019/05/03/potencial-la-brea-atacama-la-maleza-valor-agregado/>
- iii. Radio Nostálgica: “El potencial de la brea en Atacama: la maleza con valor agregado”. Fecha 04 de mayo del 2019
<https://www.nostalgica.cl/el-potencial-de-la-brea-en-atacama-la-maleza-con-valor-agregado/>
- iv. Diario El Chañarillo “El potencial de la brea en Atacama: la maleza con valor agregado”. Fecha 06 de mayo del 2019
http://www.chanarcillo.cl/articulos_ver.php?id=134211

4.6.5. Salida a Terreno

Esta actividad se realizó el día jueves 04 de abril del 2019. El objetivo fue visitar los ensayos en terreno de la tecnología pellet de brea como retenedor de humedad que fueron realizados en la zona de Alto del Carmen.

En ella participaron Alfredo Joerges, Asesor en terreno del proyecto, Alejandra Pérez, Ingeniero de Proyecto y Hugo Rodríguez, Profesional del Departamento de Fomento Productivo del Gobierno Regional de Atacama. Se visitó a distintos agricultores, entre ellos, a la Sra. Aurora Moscoso en el sector La Puntilla quien facilitó parte de su terreno para la ejecución de las pruebas con cultivos de quínoa durante 5 meses. Durante la visita se pudieron compartir las apreciaciones de los beneficiarios sobre el trabajo realizado por la Universidad de Concepción, en particular, con el uso de la brea la cual se constató que crece por vastas áreas dedicadas a la agricultura y también en forma silvestre durante todo el trayecto recorrido. Además, fue posible levantar información sobre las principales preocupaciones de los agricultores y de las actividades que realizan para hacer frente a ellas.



Figura 28. Salida a Terreno sector Alto del Carmen

5. Impactos esperados

A continuación, se describirán los impactos derivados de los resultados del proyecto.

5.1. Innovación desarrollada

La innovación desarrollada en el proyecto consiste en 2 productos elaborados a partir de plantas de brea provenientes de la región de Atacama. El primero de ellos, un Fitosanitario con potencial acción acaricida y fungicida que podría ser utilizado en cultivos de vides y otros frutales, y el segundo, un Pellet de brea para ser aplicados en suelos salinos y mejorar la disponibilidad de agua en ellos.

Los principales beneficios de estos productos son:

- El pellet de brea es capaz de aumentar un 20% la disponibilidad de agua en los suelos al aplicar dosis desde 1 ton/há hasta 4 ton/há y aumentar entre 15-30% el rendimiento de los cultivos.
- Aporta micro y macronutrientes de gran importancia para el crecimiento vegetal luego de 60 días de aplicación.
- El fitosanitario natural a partir de extracto acuoso de brea es capaz de eliminar el 90% de ácaros utilizando una concentración del 12%. Además presenta efecto fungicida sobre patógenos que atacan comúnmente cultivos frutales.
- El fitosanitario natural presenta baja residualidad por lo que puede ser utilizado en épocas de cosecha, a diferencia de los agroquímicos, para evitar pérdidas de productividad.

5.2. Problemas que resuelve y beneficios potenciales

Los principales problemas que resuelven pueden enfocarse desde 3 miradas. La primera relacionada con la materia prima, en particular, el manejo de la maleza en zonas de cultivos de la región de Atacama, la cual actualmente se poda y se desecha como residuo o simplemente crece en vastas áreas reduciendo el potencial productivo del sector agrícola y que ahora podrá ser utilizada para la elaboración de productos, entregándole un valor agregado.

En segundo lugar, la escasez de agua disponible para los cultivos, donde la incorporación de materia orgánica al suelo a través de pellets de brea permite mejorar su calidad, tanto la capacidad de retención de humedad en ellos como la disponibilidad de nutrientes para su posterior uso por las plantas. Como beneficio adicional, permite aumentar el rendimiento de los cultivos, generando una mayor rentabilidad de ellos.

Por último, el control de plagas de ácaros y hongos, donde se podrá utilizar una alternativa natural de bajo costo sin impacto negativo al ambiente y factible de ser aplicada en épocas de cosecha cuando los agroquímicos no son opción, resguardando los cultivos de una posible pérdida productiva durante este crucial período.

5.3. Impactos técnicos-económicos

De acuerdo a los resultados obtenidos, es factible la elaboración de pellet de brea y fitosanitario a partir de extractos de brea.

Los impactos técnicos específicos de cada producto son los siguientes:

- El pellet de brea tiene características que mejoran la calidad de los suelos, como lo son su disponibilidad de agua y contenido de micro y macro nutrientes, recuperándolos para la siembra de cultivos.
- La aplicación de materia orgánica en formato pellet permite mejorar su manejabilidad, transporte e incorporación al suelo.

- El fitosanitario a partir de extractos permitirá el control natural de plagas que afecten a los cultivos ayudando a disminuir la contaminación en suelos y en productos por el uso de agroquímicos
- Como impacto global de ambos productos, el uso como materia prima de plantas de brea permitirá aumentar la disponibilidad de terrenos agrícolas y disminuir el efecto negativo de la maleza sobre los cultivos.

Los impactos económicos de cada producto son los siguientes:

- La utilización de la maleza brea como materia prima generaría nuevos negocios asociados a su poda y entrega para la elaboración de los productos.
- El desarrollo e implementación de las tecnologías requeriría de mano de obra capacitada para su operación lo cual generará una disminución de la cesantía en el sector agrícola.
- Por parte de los agricultores, disminuirán los costos asociados al uso de agroquímicos y aumentarán la rentabilidad de los cultivos al lograr un aumento del rendimiento de ellos.

5.4. Potencial Mercado Comercial

El sector agrícola de la Región de Atacama es el principal mercado comercial para la venta de los productos desarrollados, particularmente, los cultivos de frutales la vid de mesa, olivo, mandarina, limonero, naranjo, vid blancas y vid tintas con una superficie de 8.947,18 hectáreas plantadas. En el caso del producto fitosanitario, se espera abarcar el 100% de este mercado, equivalente a la producción de cerca de 900 kg de extractos al año mientras que para el pellet de brea, bajo el contexto de uso como fertilizante, el mercado correspondería al 25% de esta superficie lo que se traduce en una producción de 4.473,6 toneladas al año.

De acuerdo a estos datos del mercado regional, se concluye que existe un nicho disponible para la inserción de estos productos en los mercados actuales de fitosanitarios y fertilizantes.

5.5. Mecanismos de implementación

El producto pellet de brea se encuentra validado técnicamente mediante la realización de ensayos a escala de laboratorio, piloto y en terreno donde se evaluó el efecto sobre cultivos de distintos tipos. A partir de estas pruebas, se determinó que la aplicación de este producto es capaz de aumentar la disponibilidad de agua en un 20% y el rendimiento entre un 15 y 30% dependiendo de las variables de trabajo (riego, control de malezas, fertilización inorgánica, etc.). En cuanto a la tecnología de elaboración del producto, se lograron establecer condiciones de operación que permiten obtener un producto con características óptimas para su aplicación.

En relación al fitosanitario a partir de extractos de brea, este producto fue validado técnicamente a escala de laboratorio en su acción acaricida y fungicida. En este caso, es necesario realizar la validación a mayor escala, mediante el desarrollo de un cultivo piloto que permita evaluar el efecto de la aplicación del producto sobre la calidad de los frutos.

Dentro de los potenciales problemas o barreras que se pueden tener y en las que se debe trabajar para lograr una exitosa implementación se mencionan a continuación:

- Uso de maleza brea: El uso actual de esta maleza se restringe a la construcción y/u ornamentación de cierres perimetrales de casas, desconociéndose sus características en otros ámbitos. Cambiar este destino y establecer una cosecha sustentable y sostenida en el tiempo de manera de obtener materia prima en forma continua para la elaboración de productos deberá incluir procesos de instrucción de las empresas que se interesen en convertirse a proveedores.

- Introducción de los productos al mercado: Convencer al usuario final (agricultor) de probar el producto en sus terrenos e interesarse y valorar sus beneficios tanto técnicos como económicos y de esta forma mantener su aplicación en cultivos en el tiempo. Para esto, se debe realizar una concientización y difusión de resultados de manera de transmitir los beneficios a los agricultores.

Sobre los costos de implementación, se deberán establecer empresas proveedoras de materia prima que cosechen las plantas de brea, con costos asociados a maquinaria y personal, y empresas productoras que deberán invertir y poner en marcha el nuevo proceso productivo, lo que incluye costos iniciales bajos asociados a equipamiento, recursos humanos entre otros (según detalle de las Evaluaciones Económicas realizadas) lo que sumado a los precios de venta esperados permitirán recuperar la inversión en pocos años.

5.6. Antecedentes sobre posibles nuevos negocios

Dentro de los posibles negocios que estarán asociados a la implementación de las tecnologías evaluadas se encuentran:

- Empresas proveedoras de materias primas que estarán encargadas de la cosecha y recolección de las plantas de brea la cual será vendida a las empresas elaboradoras de los productos.
- Empresas elaboradoras cuyo rol es comprar la materia prima y fabricar el pellet de brea y/o fitosanitario a partir de extractos para lo cual deberán adquirir el know-how desarrollado en este proyecto, y que luego deberán ofrecer los productos al mercado ya sea directamente o a través de empresas especializadas en el rubro.
- Empresas Distribuidoras/Vendedoras que ya estén insertas en el mercado y que posean una logística desarrollada y una cartera de clientes estables y que puedan introducir los productos al mercado objetivo.

6. Estado de cumplimiento

El proyecto “Valorización de la brea (*Tessaria absinthioides*) proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales” comenzó su ejecución el 27 de septiembre del 2017 y tiene fecha de término el día 31 de mayo del 2019. En la tabla siguiente se muestra el estado de cumplimiento de cada uno de los objetivos y actividades planificadas a la fecha de este informe borrador final.

Tabla 15. Estado de cumplimiento de actividades planificadas

Actividades	Meses																				Cumplimiento
	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Sep-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	
1. Reunión de inicio																					100%
2. Seminario de Inicio																					100%
3. Obtención de materia prima																					100%
3.1 Cosecha de materia prima																					100%
3.2 Preparación de la materia prima																					100%
4. Evaluación tecnologías nivel laboratorio																					100%
4.1 Elaboración de productos																					100%
4.2 Caracterización de productos obtenidos																					100%
4.3 Ensayos de aplicación de productos a escala de laboratorio																					100%
5. Informe de Avance																					100%
6. Publicación																					100%
7. Pruebas a nivel piloto																					100%
7.1 Elaboración de productos para ensayos piloto																					100%
7.2 Ensayos a nivel piloto																					100%
8. Estudio de mercado																					100%
8.1 Estudio de mercado																					100%
9. Evaluación Técnico-Económica																					100%
9.1 Evaluación Técnico-Económica																					100%
10. Seminario de cierre de proyecto																					100%
11. Informe Final																					100%

7. Comentarios y conclusiones

A partir de los resultados globales obtenidos se determinó que la maleza brea proveniente de la Región de Atacama tiene características adecuadas y es posible su procesamiento para la obtención de 2 productos con aplicaciones factibles y ventajas competitivas en el sector agrícola de la zona.

En primer lugar, la elaboración de un pellet de brea, cuya aplicación en suelos de tipo sódico-salino mejoraría la disponibilidad de agua para los cultivos en casi un 20%, además de aportar en menor medida micro y macronutrientes. Con esto, se mejorarían las condiciones físico-químicas del suelo lo cual se traduce en una mejor germinación de las semillas y en un aumento en los rendimientos de cultivos en comparación con el suelo solo alcanzando valores un 35% mayores. En este sentido, este producto serviría como un fertilizante orgánico, apto para ser utilizados en cultivos de la Región de Atacama para mejorar la calidad y productividad de los suelos.

En segundo lugar, la elaboración de un fitosanitario a partir de los extractos de la brea, en particular, un extracto obtenido utilizando agua como solvente en concentraciones del 12%, con efecto acaricida que puede ser utilizado durante los períodos de cosecha dado que no tienen residualidad, a diferencia de los agroquímicos que no pueden ser utilizados en esta etapa en el caso que aparezca una plaga que amenace la producción. Adicionalmente, el extracto acuoso en concentraciones preliminares de 500 y 750 ppm, presentó actividad fungicida contra *Helminthosporium* y *Botrytis cinerea*, hongos que atacan primordialmente cultivos frutales como los desarrollados en la Región de Atacama. Así, el uso de este fitosanitario natural permitiría realizar un manejo orgánico de las plagas, disminuyendo el uso de pesticidas y el costo asociados a ellos, además de disminuir la contaminación en suelos por su acumulación.

Estos resultados se lograron respaldar a través de estudios de mercado y evaluaciones de factibilidad técnica económica para la implementación de negocios basados en la utilización de plantas de brea para la elaboración de ambos productos. En ambos casos, el negocio sería rentable con períodos cortos de recuperación de la inversión inicial de acuerdo a la demanda del mercado regional.

De implementarse los negocios productivos en la Región de Atacama, se obtendrán beneficios económicos, sociales y ambientales. Por ejemplo, el uso y aplicación de los productos aumentarán la productividad y rentabilidad de los cultivos agrícolas de una forma amigable con el medio ambiente, se establecerá un manejo eficiente de la maleza brea al establecerse como una materia prima con valor agregado, se crearán alternativas para el desarrollo de pymes para el establecimiento de todas la etapas de los procesos productivos aumentando con ello la necesidad por mano de obra en el sector.

8. Anexos

Anexo 8.1 Estudio de mercado Fitosanitario natural a partir de extractos de brea

ESTUDIO DE MERCADO

“Fitosanitario natural a partir de extractos de brea”

Proyecto FIC Atacama 2016 “Valorización de la Brea (*Tessaria absinthioides*) proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales” Código BIP 30486479-0

Solicitante: Alejandra Pérez Loyola
Empresa: Universidad de Concepción
Teléfono: 41-2661844
Fecha: 24-enero 2019

Contenido

1. Resumen Ejecutivo.....	3
2. Productos Agrícolas: Biopesticidas.....	4
2.1 Contexto Internacional.....	4
2.2 Contexto nacional.....	6
3. Agricultura Orgánica.....	12
3.1 Contexto Internacional.....	12
3.2 Contexto Nacional.....	14
3.2.1 Superficie de agricultura orgánica.....	14
3.2.2 Comercio de productos orgánicos.....	16
4. Mercado presente en la Región de Atacama.....	18
5. Conclusiones.....	19

Figuras

Figura 1: Crecimiento proyectado de la industria de biopesticidas al 2015.....	5
Figura 2. Bioinsumos comercializados en Chile (2015), según uso.....	7
Figura 3. Bioinsumos importados según nombre de entrada a Chile (n=131).	7
Figura 4. Bioinsumos según nombre de venta en Chile (n=131).	8
Figura 5. Los diez mercados de productos orgánicos más grandes del mundo (2015).	14
Figura 6. Superficie orgánica certificada por región.....	15

Tablas

Tabla 1. Principales actores en el mercado nacional de los bioinsumos.....	9
Tabla 2. Principales biopesticidas vendidos en Chile.....	11
Tabla 3. Superficie Orgánica Mundial por tipo de producción (2015).	12
Tabla 4. Superficie agrícola orgánica certificada a nivel mundial.....	13
Tabla 5. Crecimiento de la superficie orgánica por región.....	13
Tabla 6. Evolución de la superficie orgánica por rubro (hectáreas).....	15
Tabla 7. Comercio de productos orgánicos (exportaciones e importaciones).....	16
Tabla 8. Exportaciones de productos orgánicos frescos (2014-2016).....	17
Tabla 9. Principales rubros silvoagropecuarios exportados por región.....	19

1. Resumen Ejecutivo

El presente estudio tiene por objetivo identificar el mercado de los Biopesticidas, tanto a nivel nacional como internacional. Se ha visto que el mercado internacional de este tipo de productos crece a tasas mayores que los pesticidas químicos, utilizados en la agricultura tradicional, alcanzando un mercado mundial de US\$ 2.000 millones. Los argumentos que impulsan con fuerza las perspectivas de crecimiento del mercado de los biopesticidas hay que buscarlos en el incremento de la demanda global, la creciente adopción de prácticas de agricultura orgánica y los cambios en la legislación internacional. El crecimiento de la demanda de estos “Bioinsumos” está dado por la creación en la Unión Europea de una legislación que tiene por objetivo la disminución del uso de químicos en la agricultura, ya que estos, generan un problema ambiental.

En cuanto a la situación nacional de este mercado, el mercado de los biopesticidas, no existe un registro exacto de los montos y cantidades, ya que cuando estos productos ingresan al país, son registrados bajo nombres distintos a los que aparecen en sus fichas técnicas de venta en Chile, lo cual se debe a que actualmente no existe una norma que regule las importaciones de bioinsumos, y estos ingresan al país bajo nombres generales o dentro de los mismos grupos que entran los productos químicos, impidiendo que se conozca con exactitud su función, sus ingredientes u otros atributos. Así por ejemplo, un 75% de los Bioinsumos ingresados al país lo hace como fertilizantes o abono, por lo cual se hace imposible identificar el mercado nacional exacto de bioinsumos.

Es debido a este impedimento para medir de una manera real este mercado, que se estudió el mercado de la agricultura orgánica, debido a que es el mercado objetivo de los biopesticidas, ya que este tipo de agricultura se caracteriza por el uso de productos ecológicos y amigables con el medio ambiente, prohibiendo el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos.

Con datos del del Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica (FIBL) y de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM), la producción orgánica está presente en 179 países, con una superficie total que alcanza 90,6 millones de hectáreas, y presenta un constante crecimiento en los últimos 10 años, en donde, el mercado mundial de los alimentos orgánicos alcanzó los 81.600 millones de dólares en 2015 (aproximadamente 75 millones de euros), siendo Estados Unidos el mercado líder con 35.900 millones de euros.

En cuanto a la situación nacional, la superficie agrícola certificada como orgánica en Chile en el año 2016 alcanzó 131.973 hectáreas lo que representa un aumento de 30% en comparación con las 100.986 hectáreas informadas en el año 2015, en donde, los productos orgánicos exportados, en el año 2016 se enviaron a distintos países del mundo por un valor superior a USD 266 millones, lo que significa un aumento de 23% en comparación con los USD 217 millones del año 2015, mientras que se importaron productos por un valor de USD 15 millones, con un aumento de 37% en comparación con USD 11 millones en el año 2015.

Finalmente se estudió la situación del mercado agrícola presente en la región de Atacama, en donde, los productos más relevantes producidos en esta zona corresponde a la uva de mesa y las aceitunas, donde sus exportaciones para el año 2016 alcanzaron los US\$ 168.565 millones.

2. Productos Agrícolas: Biopesticidas

2.1 Contexto Internacional

Según la FAO la población mundial crecerá un 39% a lo largo de las próximas 2 décadas, hasta alcanzar los 9.100 millones en el año 2050. Para abastecer toda esta demanda será necesario incrementar la producción alimentaria mundial en un 60%. Esta realidad, en el corto y medio plazo, se dibuja en un contexto altamente influenciado por las consecuencias negativas del cambio climático y sus efectos sobre la agricultura en forma de escasez de agua o incremento de la temperatura, entre otros factores.

La agricultura afronta el doble reto de ser más productiva y, al mismo tiempo, reducir su impacto sobre el medio ambiente. En este contexto, el uso de biopesticidas para el control de plagas y enfermedades en los cultivos aparece como una alternativa todavía más necesaria frente a los pesticidas químicos convencionales por sus efectos nocivos en la naturaleza y la salud de las personas.

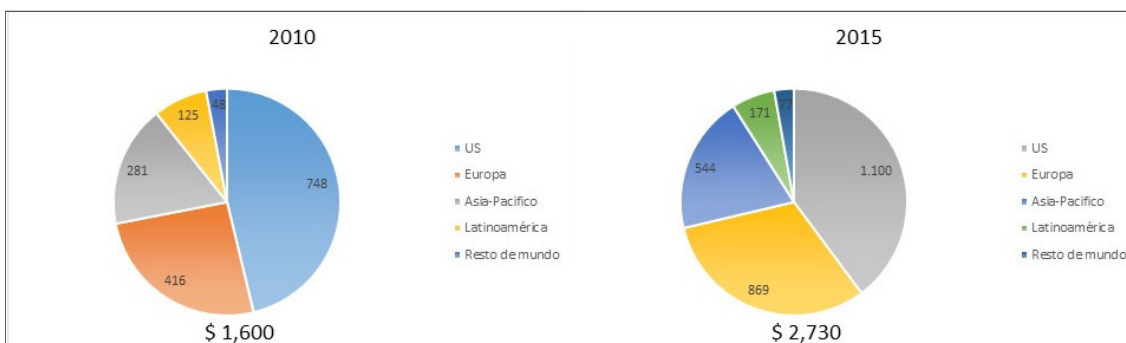
Los biopesticidas están desarrollados a partir de sustancias de origen botánico y microbiológico. Proporcionan protección natural para los cultivos en la lucha contra plagas y enfermedades, y permiten obtener alimentos sin residuos químicos. Además, los biopesticidas son respetuosos con la fauna auxiliar. El uso de los biopesticidas en agricultura está completamente alineado con las tendencias del mercado que potencian la alimentación saludable sin descuidar la conservación del medio ambiente.

Los insumos biológicos en general, y particularmente los biopesticidas, se han ganado un espacio cada vez más importante en la agricultura convencional debido a tres circunstancias fundamentales. En situaciones en que el manejo químico no muestra eficacia en el control de una enfermedad (como el caso del cancro bacterial en tomates), cuando se quiere evitar incrementar el número de residuos para cumplir con las cada vez mayores exigencias de mercado o cuando se busca evitar la resistencia a los químicos en poblaciones de patógenos o insectos plaga.

Además, la producción de bioproductos permite mercados adicionales a los agricultores y procesadores para generar nuevos ingresos con la venta de estos nuevos productos. De esta forma los agricultores pueden aumentar sus ingresos al valorizar sus “desechos”. Los bioproductos representan una oportunidad para diversificar y fortalecer el sector agrícola agregando valor a los residuos, aumentando los márgenes de ganancia, diversificando la producción, aumentando la competitividad y mejorando la sustentabilidad medioambiental.

Los biopesticidas están creciendo fuertemente. Mientras el mercado de los pesticidas tradicionales crece al 2% anual, los biopesticidas lo están haciendo a tasas cercanas al 10% anual. En el año 2000, el mercado global de pesticidas era de US\$ 24.600 millones y los biopesticidas representaban 900 millones. Hoy el mercado alcanza US\$ 30.000 millones y los biopesticidas ya suman US\$ 2.730 millones. Los principales mercados para biopesticidas son Estados Unidos (US\$ 748 millones), Europa (US\$ 416 millones), Asia-Pacífico (US\$ 281 millones) y Latinoamérica (US\$ 125 millones), como se aprecia en la Figura 1.

Figura 1: Crecimiento proyectado de la industria de biopesticidas al 2015.



Fuente: AgraQuest, Reporte Global de Biopesticidas, 2015.

Los argumentos que impulsan con fuerza las perspectivas de crecimiento del mercado de los biopesticidas hay que buscarlos en el incremento de la demanda global, la creciente adopción de prácticas de agricultura orgánica y los cambios en la legislación internacional. Asia – Pacífico aparece como la región con mayores posibilidades de crecimiento, no solo por sus cifras de población sino también a causa de la superficie para uso agrícola de que dispone.

El crecimiento en el uso de biopesticidas en la agricultura también está respaldado por el desarrollo tecnológico de la industria. A finales de los años 90 y comienzos del nuevo siglo XXI se registraron importantes avances en la investigación microbiológica y bioquímica, que más tarde han servido para marcar el camino de la industria. La apuesta en I+D+i ha permitido desarrollar nuevas soluciones con eficacias muy elevadas y mejorar las capacidades de aplicación, conservación y vida útil de los productos.

En cuanto a la legislación, la Unión Europea incorporó en 2009 una directiva para la eliminación gradual de una serie de pesticidas químicos utilizados en agricultura. Las políticas de referencia en esta materia corresponden a los gobiernos de Suecia, Dinamarca u Holanda, que poco tiempo después anunciaron medidas para reducir en un 50% el uso de pesticidas químicos en explotaciones agrícolas.

Francia es otro de los países con las políticas más activas en esta materia a lo largo de los últimos años. El principal exponente es el conocido como Plan Ecophyto, una iniciativa del Gobierno para reducir a la mitad el consumo de pesticidas en agricultura en el año 2025. Aprobado en 2007, Ecophyto fijó inicialmente el horizonte temporal de 2018 para conseguir los objetivos, aunque posteriormente esta fecha se extendió hasta 2025.

La legislación internacional está alineada con el uso de biopesticidas, aunque el registro de productos fitosanitarios continua siendo un camino lleno de obstáculos dentro de la industria de los biopesticidas, especialmente para aquellas empresas de pequeño y mediano tamaño que se embarquen en este proceso. El proceso de registro de los biopesticidas es el mismo al que se someten los fitosanitarios químicos convencionales. La inversión, en términos de tiempo y dinero, es elevadísima, lo que ralentiza la llegada de nuevas soluciones al mercado. Además, no existe una armonización de los requisitos a nivel internacional, por lo que los procesos son dispares en función del país en el que se pretende registrar.

2.2 Contexto nacional

En cuanto al mercado de bioinsumos en Chile, de las empresas que comercializan bioinsumos importados al país, no existe un registro exacto de los montos y cantidades, ya que cuando estos productos ingresan al país, son registrados bajo nombres distintos a los que aparecen en sus fichas técnicas de venta en Chile, lo cual se debe a que actualmente no existe una norma que regule las importaciones de bioinsumos, y estos ingresan al país bajo nombres generales o dentro de los mismos grupos que entran los productos químicos, impidiendo que se conozca con exactitud su función, sus ingredientes u otros atributos. Así por ejemplo, un 75% de los Bioinsumos ingresados al país lo hace como fertilizantes o abono, por lo cual se hace imposible identificar el mercado nacional exacto de bioinsumos que corresponden a Biofertilizantes, Bioestimulantes, Biocontroladores, Bioaceleradores, Biorremediadores y otros, por lo cual, puede existir diferencias entre distintas fuentes de información.

Un reciente estudio realizado por la Universidad Federico Santa María, en colaboración con la Red Chilena de Bioinsumos, ODEPA y empresas productoras y comercializadoras de bioinsumos, reveló que además de que Chile no cuenta con normativa en relación a la producción o calidad de bioinsumos de uso agrícola, existe muy poca información sistematizada, no se conoce el número preciso de empresas existentes o el número de productos comercializados, su nivel de ventas o quiénes son sus usuarios. Esto hace que, en el ámbito legal, los bioinsumos tengan tratamiento de productos de origen sintético, lo que aplica también para los bioinsumos importados, que ingresan al país bajo los mismos registros que los productos químicos y muchas veces sin una identificación correcta.

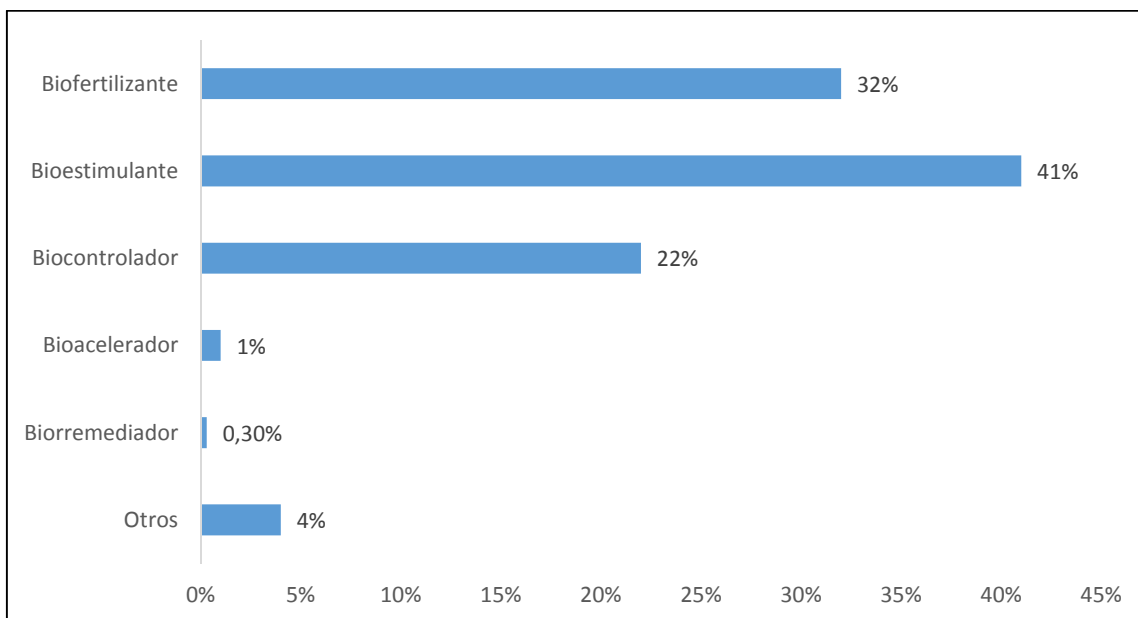
Este estudio se basó en el levantamiento de información, para reconocer los principales actores asociados con la producción, comercialización y uso de bioinsumos, permitiendo estimar el estado actual del mercado nacional, además de las fortalezas y debilidades de la industria, teniendo en cuenta los datos compartidos por las empresas que accedieron a participar en el estudio y que no corresponden al 100% de los productores o comercializadores en Chile. Los resultados indicaron que existe al menos 70 empresas que comercializan bioproductos en Chile, 23 (34%) son productoras, 35 (50%) importan y 12 (16%) realizan tanto la producción como la importación de un total de 389 productos, los que son clasificados según su objeto de uso en Biofertilizantes, bioestimulantes, Biocontroladores, Bioaceleradores, Biorremediadores, y otros. De estos 389 productos, 210 son importados desde diferentes países: España (29%), USA (20%), Colombia (14%), Italia (12%), México (8%), Nueva Zelanda (6%), y otros como Alemania, Dinamarca, India, China y Australia (9%); y sólo 131 de ellos aparecen en el registro aduanero con su nombre comercial¹². En la

Figura 2 se presentan los principales bioinsumos comercializados en Chile.

¹ <http://agtech.cl/socios/premium/>

² <http://www.redagricola.com/cl/bioproductos-chile-nuevo-e-interesante-mercado/>

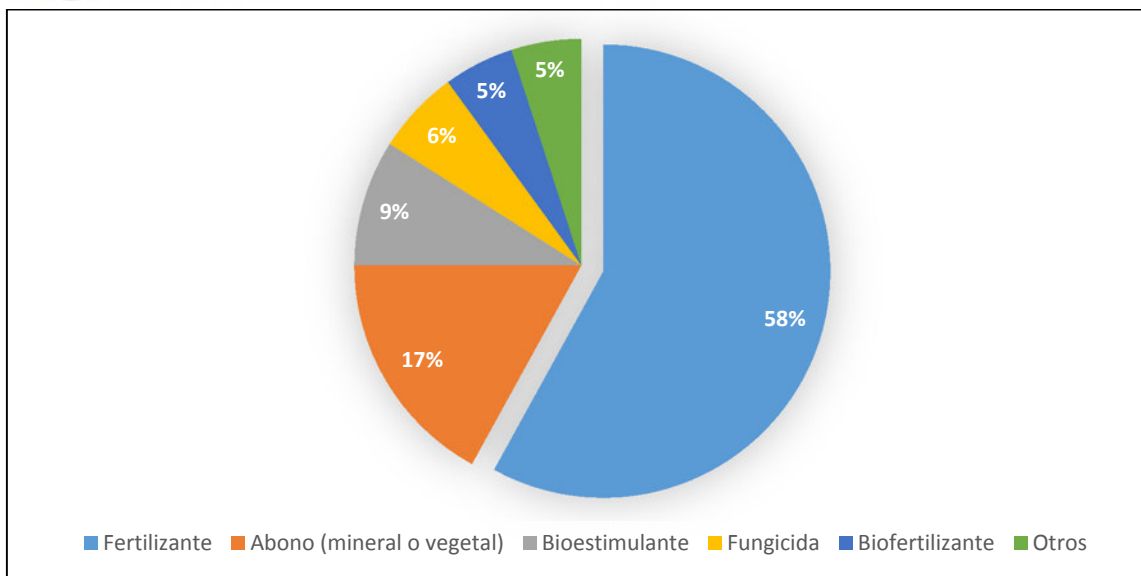
Figura 2. Bioinsumos comercializados en Chile (2015), según uso.



Fuente: Universidad Federico Santa María, ODEPA y Red Chilena de Bioinsumos.

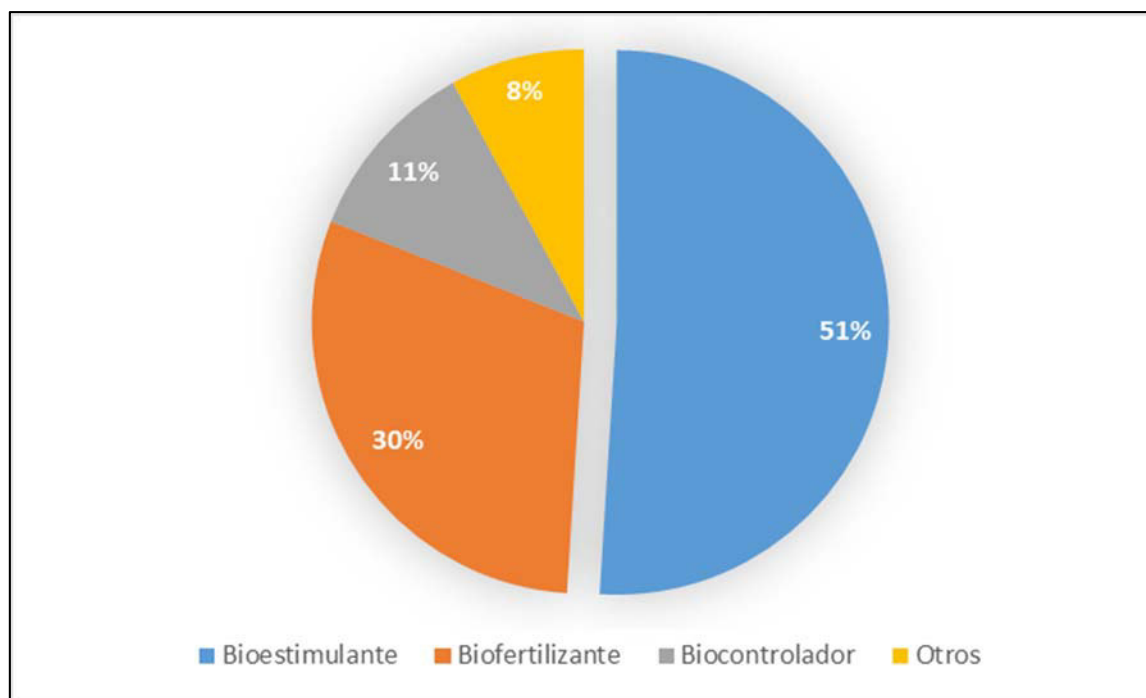
De las empresas productoras que respondieron la encuesta, un 46% de ellas declara exportar sus bioproductos a otros países, sin embargo estos países no son identificados. Cuando ingresan al país, estos productos son registrados bajo nombres distintos a los que aparecen en sus fichas técnicas de venta en Chile. En las Figuras 3 y 4 se presenta los principales bioinsumos vendidos en el país, según su nombre de entrada al país y su nombre de venta en el mercado chileno respectivamente

Figura 3. Bioinsumos importados según nombre de entrada a Chile (n=131).



Fuente: Servicio Nacional de Aduanas.

Figura 4. Bioinsumos según nombre de venta en Chile (n=131).



Fuente: Servicio Nacional de Aduanas.

En cuanto a los principales actores presentes en el mercado nacional se observó que existen dos tipos de empresas, empresas creadas por emprendedores nacionales, y multinacionales que han abierto nuevas líneas de negocios o han adquirido empresas dedicadas a los bioinsumos.

Las compañías multinacionales de agroquímicos se abrieron al sector de los productos biológicos e iniciaron una seguidilla de compras de empresas del sector a nivel internacional. En Chile, así como en otras partes del mundo, de pronto la industria del biocontrol se pobló de grandes actores. Pero este no ha sido el único gran cambio. El otro tiene que ver con la orientación de productos, los que si bien en un principio se enfocaban en solucionar problemas de residuos en la fruta, hoy se orientan a corregir enfermedades de la madera y del suelo.

El año 1998 quedó marcado como aquel en que se hicieron los primeros ensayos con insumos biológicos en Chile. Se realizaron en la Universidad de Talca y cuatro años más tarde nació Bio Insumos Nativa, “spinoff” pionero en el desarrollo de este tipo de productos en el país. Cuando la compañía daba sus primeros pasos en 2002 había muchas empresas pequeñas, pero hoy en poco más que una década, el negocio ha cambiado bastante. Hoy Bio Insumos Nativa tiene el 50% del mercado nacional de los bioinsumos, pero está inserta en un escenario diferente, donde han irrumpido empresas multinacionales como Bayer CropScience, BASAF, Syngenta o Arysta buscando ganar un espacio en un sector que cada temporada crece. En la Tabla 1 se identifica a los principales actores que comercializan bioinsumos en el país³.

Tabla 1. Principales actores en el mercado nacional de los bioinsumos.

Empresa	Descripción
	Bio Insumos Nativa SPA, es una empresa biotecnológica fundada en el año 2002 en Chile, dedicada al desarrollo, producción y comercialización de insumos agrícolas orgánicos, para lo cual realiza recolección de microorganismos nativos de Chile, los cuales estudia y desarrolla durante 3 años, para posteriormente introducir estos productos al mercado.
	Empresa creada en 2004 bajo el nombre de Agrotechnology, dedicada a la entrega de soluciones agrícolas competitivas y ambientalmente sustentables. Entrega productos y técnicas integradas de cultivo que garantizan el éxito de la producción y la inocuidad del producto final.
	Soluciones Agrícolas Integrales Ltda, empresa que proporciona servicios y productos de calidad. Ofreciendo una amplia gama de bioinsumos y asesorías técnicas a sus clientes, monitoreo y seguimiento post aplicación de sus productos con tecnologías innovadoras y amigables con el medio ambiente.
	Anasac es una empresa del rubro agropecuario presente hace más de 65 años en el mercado nacional, entregando una amplia y variada gama de soluciones. En una de sus áreas, Anasac comercializa Biopesticidas: productos aptos para la agricultura orgánica,

³ <http://www.redagricola.com/cl/hoy-mercado-chileno-los-biopesticidas-estan-disponibles-estan-probados-no-mas-caros/>

	contribuyendo al desarrollo de una agricultura sustentable.
	Biogram S.A. es una empresa orientada a la producción y comercialización de insumos biológicos y orgánicos para la agricultura. Actualmente maneja 30 productos en el mercado, y una amplia red de distribución. Cuenta con instalaciones que incluyen una planta industrial de formulaciones orgánicas, y diversos laboratorios especializados para la producción de insumos biológicos.
	CHEMIE S.A. fundada hace 26 años en el mercado, con la finalidad de proveer a la industria agrícola y veterinaria. A través de sus diferentes líneas ha desarrollado fungicidas, bioestimulantes, fertilizantes y enmiendas de suelo, enfocadas específicamente en la disminución de residuos químicos en la producción agrícola, especializándose en la producción orgánica.
 Bayer CropScience	Bayer es una empresa multinacional orientada hacia la innovación que cuenta con una vasta tradición en investigación y desarrollo en el sector agrícola. En una de sus áreas Bayer CropScience comercializa bioinsumos para la agricultura orgánica en el mercado nacional.

Fuente: Elaboración propia UDT con datos Agtech Chile.

Los principales actores han cambiado debido a que las compañías multinacionales han ido comprando empresas en diferentes países, con el objetivo de estar dentro de un negocio del que nunca antes habían participado. Así, esta tecnología ha pasado de ser “alternativa” a “principal”, y para las próximas temporadas se esperan incrementos a tasa del 23%, mientras que los agroquímicos solo crecen a tasa del 8% anual. Como se ha mencionado anteriormente los primeros visionarios chilenos fueron, los creadores de Bio Insumos Nativa. Hace poco más de 20 años, cuando todavía casi no se hablaba, al menos en el país, de producción orgánica, sustentabilidad, o cuando todavía se confiaba solo en los agroquímicos para salvarse de las plagas. Así fueron la punta de lanza de una industria que por estos días se transforma en una de las nuevas generadoras de productos de exportación con alto valor agregado. Una que por medio de biotecnologías específicas desarrolla bioestimulantes, bioestabilizantes, biofertilizantes, biocontroladores, bioinoculantes y otros productos, a partir de materiales biológicos tales como hongos, enzimas, bacterias o material vegetal. Todo, con el objetivo de contribuir en la recuperación y cuidado de los suelos agrícolas y en asegurar la sustentabilidad, productividad y mejora de los cultivos y plantaciones, de manera más sustentable. Actualmente, existen diferentes iniciativas en torno a la investigación, estudio y desarrollo de bioinsumos, incluso, se creó la Red Chilena de Bioinsumos, una entidad que desde el 2014 busca impulsar la actividad a nivel nacional, para establecer las bases de una futura propuesta de metodologías estandarizadas para el control de calidad en los productos biológicos utilizados en el ámbito silvoagropecuario, distinta a la aplicada en los productos químicos.

Entre las actividades que desarrollan en sus reuniones, destaca la implementación de un interlab, en el cual someten una muestra de suelo, bacterias u hongos a un protocolo medianamente estandarizado en diferentes laboratorios del país, para medir cuanto varía el resultado.

Existen otras iniciativas, como Agtech Chile, una plataforma que cuenta con el apoyo de Innova Corfo y que hasta principios de 2017 generó distintas instancias en las que sus socios podrán ser parte de distintos talleres teóricos y prácticos en los que pueden aprender sobre técnicas de formulación y producción, estándares de calidad o gestión de residuos, entre otros.

Hasta ahora, eso sí, cuánto representa este rubro para el país es poco claro. Aunque existe la percepción de que la industria nacional de los bioinsumos se ha expandido, al igual que la internacional, porque cada día se crean y crecen más empresas en el rubro, no existen cifras oficiales que lo avalen. Para el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) o para el Servicio Nacional de Aduanas, los bioproductos entran en la glosa de fertilizantes químicos, por lo que no existe separación ni registro que considere la importación total de bioinsumos, ni su exportación.

El mercado de los biopesticidas microbiológicos los lidera la empresa Bio Insumos Nativa, con más del 35% de participación, cuyas ventas crecieron en un 33% el año 2016. El mercado ha crecido a tasas por sobre el 16%, cada vez con más actores y de mayor relevancia, debido a que las grandes compañías ven en este mercado el futuro crecimiento de sus negocios, en donde, las tasas de crecimiento para los próximos 20 años son del orden promedio de 14% al año, frente al 5,5% anual de los pesticidas; esto ha llevado a importantes adquisiciones como AgraQuest, por Bayer CropScience, o Becker Underwood por BASAF, entre otras. Los principales productos presentes en el mercado nacional se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2. Principales biopesticidas vendidos en Chile.

Nombre	Descripción
BC 1000 CUP – S®	Fungicida – bactericida natural de amplio espectro de acción, que controla en forma eficiente la Pudrición ácida y botritis en vides. Contiene tres ingredientes activos en su formulación con diferente modo de acción que no presentan resistencia cruzada y se complementan y potencian. Producto natural en base a ácidos carboxílicos, polifenoles, bioflavonoides y fungicidas minerales
Trichonativa®	Biofungicida de formulación líquida, en base a cepas de Trichoderma aislados desde ambientes naturales y sin modificación genética, para control sobre hongos fitopatógenos de suelo y follaje como también los pertenecientes a los géneros Botrytis, Phytophthora, Cladosporium, Rhizoctonia, Sclerotinia, Alternaria, Fusarium y Venturia, entre otros.
Citrus Dust®	Fungicida preventivo con acción de contacto, recomendado para el control de botritis en vides, cuenta con certificación Ecocert (NOP, JAS) y está visado para su uso en agricultura orgánica nacional
Dazitol®	Formulado a partir de extractos de ají (Capsaicina) y aceites esenciales de mostaza (Alil Isocianato) actuando a través de dos mecanismos de acción, por contacto y a la vez mantiene una acción repelente en contra de insectos, nematodos y hongos.
Neem X®	Insecticida botánico de origen natural que se extrae de la semilla de árbol de NIM (Azadirachta indica), posee variadas formas de acción y amplio espectro de control (131 especies de insectos y ácaros de importancia económica) debido a la presencia de 23 compuestos naturales encontrados en la semilla del Nim, llamados “limonoides”
QL AGRI 35®	Extracto de Quillay 35% p/v, extracto compuesto por saponinas y otros sólidos tales como azúcares, sales y polifenoles, activador de los mecanismos de defensa de las plantas

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Agrícola Ganadero (SAG)

En general, las empresas del rubro trabajan a partir de especies nativas o endémicas para desarrollar productos que cumplan funciones similares a compuestos químicos, pero al provenir de especies de la naturaleza, no impactan en el medio ambiente, y además, a partir de ellos, se generan productos únicos en el mundo.

Así, Biogram desarrolló hace varios años un bioestimulante de aplicación foliar cuyo principal principio activo es un extracto de algas chilenas, que ya comercializan en el extranjero. Poseen una alianza con una empresa multinacional para su comercialización en Chile y también en el extranjero desde el año 2004, actualmente vende en forma local y en más de 15 países en el mundo, superando los 500 mil litros. Esta empresa que lleva operando 13 años en el país, ya ha multiplicado en más de 10 veces el volumen de ventas desde sus inicios, teniendo tasas de crecimiento anuales por sobre el 30% en los últimos años. Además, el año 2016 empezaron a exportar sus productos biológicos, registrándolos en Perú, Brasil y España.

En cuanto al mercado nacional de estos productos, basados en los datos del Servicio Nacional de Aduanas y ODEPA, se estimó el volumen de productos líquidos y sólidos importados para el periodo 2010-2014 y el valor en dólares de estas importaciones de cada año. El nivel de ventas de los productos importados el año 2014 se estimó bajo el supuesto de que, en promedio, las empresas importadoras tienen un 60% de margen bruto en la venta de sus productos. Se estimó que el mercado nacional alcanzó a cerca 12 millones de dólares el año 2014. Por otra parte, el crecimiento de las importaciones de bioinsumos en Chile fue de cerca del 20% en los últimos 5 años, con una tasa anual cercana al 3%.

Si bien se desconoce el mercado exacto de los bioinsumos en Chile, se puede dimensionar este mercado de manera indirecta, mediante la medición del mercado en donde se utilizan estos productos, el cual está dado, principalmente, por el mercado de los productos orgánicos o de manejo orgánico, ya que en este tipo de agricultura solo está permitido la utilización de compuestos amigables con el medio ambiente y se prohíbe la utilización de químicos a diferencia de la agricultura tradicional. Es por esto, que se hace necesario revisar los datos de este tipo de agricultura para generar una mejor idea de la penetración y nivel de ventas de estos bioinsumos tanto a nivel internacional como nacional.

3. Agricultura Orgánica.

3.1 Contexto Internacional

Según la última publicación “The World of Organic Agriculture 2017”, del Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica (FIBL) y de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM), publicada en febrero de 2017, con información actualizada al año 2015, la producción orgánica está presente en 179 países, con una superficie total que alcanza 90,6 millones de hectáreas (Tabla 3)

Tabla 3. Superficie Orgánica Mundial por tipo de producción (2015).

Región	Agrícola	Recolección Silvestre	Bosques	Acuicultura	Otras tierras no agrícolas	Praderas no agrícolas	Total
Oceanía	22.838.513	765					22.839.278
Norteamérica	2.973.886	54.551	208.729				3.237.166
Europa	12.716.969	17.658.757	19.533			8.112	30.403.371
África	1.683.482	11.905.017	38.448				3.237.166

Asia	3.965.289	5.522.891	123	27.489	1.507	9.517.298
Latinoamérica	6.744.722	4.221.072		3.791	10.321	10.979.906
Total	50.922.861	39.363.053	266.833	31.280	11.828	8.112 90.603.966

Fuente: Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica (FIBL). 2017.

De los 90,6 millones de hectáreas orgánicas certificadas, la mayor superficie corresponde a la dedicada a los cultivos agrícolas, con 50,9 millones de hectáreas, manejadas por unos 2,4 millones de agricultores. La siguen la superficie dedicada a la recolección silvestre, con 39,3 millones de hectáreas; la superficie de bosques orgánicos certificada, que alcanza 266.833 hectáreas. En algunas regiones del mundo existe también la acuicultura orgánica, la que se expresa en hectáreas, alcanzando 31.280 hectáreas en 2015.

En relación con los 50,9 millones de hectáreas dedicadas a los cultivos agrícolas, incluidas las praderas para alimentación animal, según la información por región del mundo, Oceanía se posiciona en primer lugar, con 22,8 millones de hectáreas certificadas, de las cuales un gran porcentaje corresponde a praderas orgánicas para la producción y alimentación animal. La sigue Europa, con 12,7 millones de hectáreas, y Latinoamérica, con 6,7 millones de hectáreas (Tabla 4)

Tabla 4. Superficie agrícola orgánica certificada a nivel mundial.

Región del Mundo	Superficie orgánica certificada (millones de hectáreas)	% del total de la superficie
Oceanía	22,8	45
Europa	12,7	25
Latinoamérica	6,7	13
Asia	4,0	8
Norteamérica	3,0	6
África	1,7	3
Total	50,9	100

Fuente: FIBL. 2017.

En cuanto a los países con mayor superficie orgánica, destaca en primer lugar Australia con 22,7 millones de hectáreas, seguido por Argentina con 3,1 millones y Estados Unidos y España con 2,0 millones de hectáreas cada uno.

Se estima que la superficie agrícola orgánica certificada a nivel mundial representa el 1,1% de la superficie total cultivada. Sin embargo, la información indica que en varios países la superficie orgánica certificada representa más del 10% de la superficie total cultivada, donde destaca el Principado de Liechtenstein en el centro de Europa, que ocupa el primer lugar con más del 30% de superficie agrícola bajo manejo orgánico.

De los 179 países con agricultura orgánica, en 11 de ellos más del 10% de su superficie total cultivada se encuentra certificada como orgánica; en 21 países la superficie orgánica certificada representa entre 5% y 10% de la superficie total; en 36 países esta superficie se encuentra entre 1% y 5% del total.

Es interesante conocer cómo ha sido el crecimiento de la superficie de producción orgánica en los últimos años. En la Tabla 5 se muestra el crecimiento por región del mundo entre los años 2014 y 2015, y la variación experimentada en el decenio 2005-2015.

Tabla 5. Crecimiento de la superficie orgánica por región.

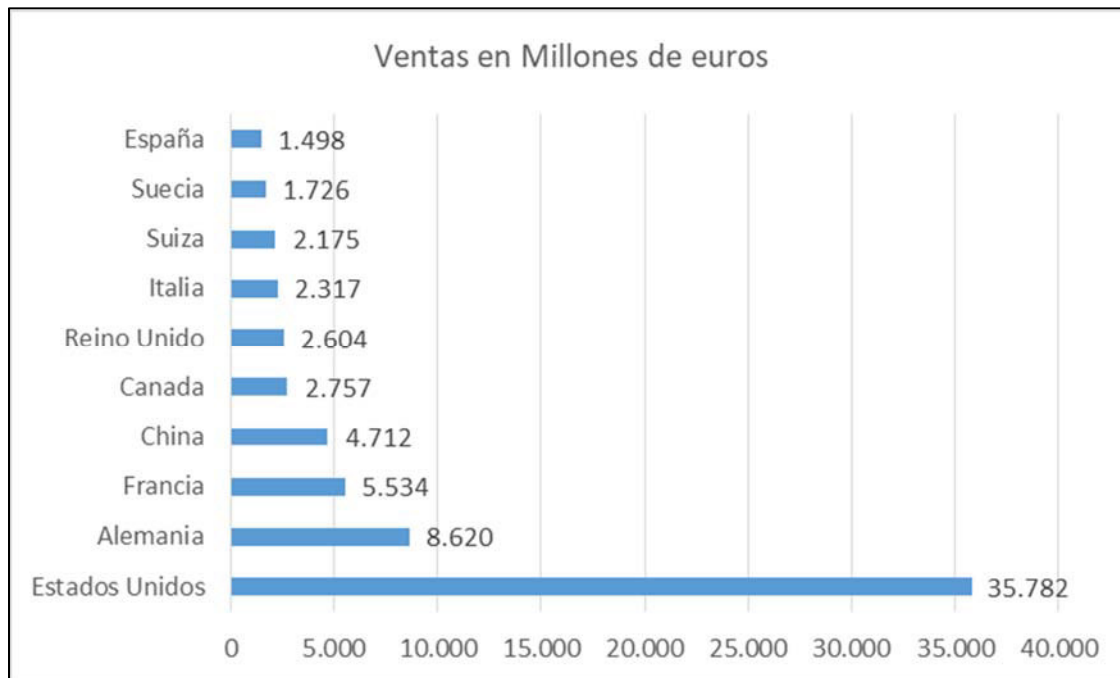
Región	Superficie orgánica 2014	Superficie orgánica 2015	Variación 2014-2015	Variación 2005-2015
Oceanía	18.532.416	22.838.513	4.306.098	10.406.693
Europa	11.757.176	12.716.969	959.793	5.403.552
Norteamérica	2.458.466	2.973.886	515.420	1.181.314
África	1.260.619	1.683.482	422.863	1.012.844
Asia	3.567.578	3.965.289	397.711	965.736
Latinoamérica	6.830.577	6.744.722	-85.855	1.795.194
Total	44.406.832	50.922.861	6.516.030	20.765.333

Fuente. Odepa 2018.

Se puede observar que la superficie orgánica creció en todas las regiones menos en Latinoamérica, esta última afectado por las Islas Malvinas que reportaron 264.000 hectáreas menos en 2015 (praderas). El crecimiento absoluto más importante tuvo lugar en Oceanía (23,2%). Es importante señalar que 98 países informaron de un aumento en su superficie y 32 una disminución.

En cuanto al mercado mundial de los alimentos orgánicos, la empresa de investigación de mercado Organic Monitor estima que el mercado global de alimentos orgánicos alcanzó los 81.600 millones de dólares en 2015 (aproximadamente 75 millones de euros). Estados Unidos es el mercado líder con 35.900 millones de euros, seguido por Alemania (8.600 millones de euros), Francia (5.500 millones de euros) y China (4.700 millones de euros). España se posiciona en el décimo lugar del ranking del mercado con 1.400 millones de euros. En la Figura 5 se detallan los principales mercados de productos orgánicos.

Figura 5. Los diez mercados de productos orgánicos más grandes del mundo (2015).



Fuente: Elaboración propia con datos FiBL.

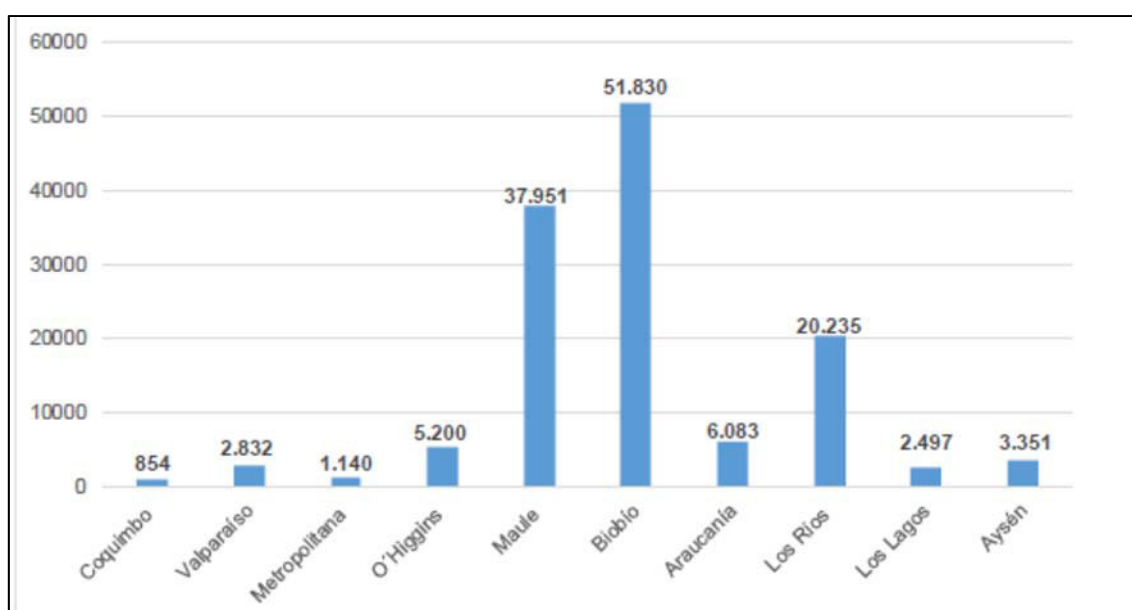
En el año 2015, la mayoría de estos mercados mostraron tasas de crecimiento de dos dígitos, en donde también se evidencio un aumento en el gasto per cápita alcanzando un promedio de 144 euros.

3.2 Contexto Nacional.

3.2.1 Superficie de agricultura orgánica

Según las últimas estadísticas proporcionadas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), levantadas a través del Sistema Informático de Registro Nacional de Certificación Orgánica, la superficie agrícola certificada como orgánica en Chile en el año 2016 alcanzó 131.973 hectáreas (Figura 6) lo que representa un aumento de 30% en comparación con las 100.986 hectáreas informadas en el año 2015.

Figura 6. Superficie orgánica certificada por región.



Fuente: Servicio Agrícola y Ganadero, 2017.

Las tres regiones con más superficie orgánica certificada son la Región del Biobío con 51.830 hectáreas (39%); la Región del Maule, con 37.951 hectáreas (29%) y la Región de los Ríos, con 20.235 hectáreas (15%).

En la Tabla 6 se presenta la superficie orgánica certificada para tres años consecutivos, por rubro productivo, y la variación porcentual para las últimas dos de ellos.

Tabla 6. Evolución de la superficie orgánica por rubro (hectáreas).

Rubro	2014	2015	2016	Var % 2016/2015
Recolección silvestre	61.751	81.054	116.136	43
Uva vinífera	3.571	3.735	3.063	-18
Frutales menores	2.384	3.600	2.478	-31

Frutales mayores (sin uva vinífera)	2.815	2.455	2.916	19
Praderas	2.548	2.698	1.621	-40
Hierbas medicinales y aromáticas	111	1.428	260	-82
Hortalizas	683	1.155	499	-57
Cereales	129	269	180	-33
Semillas y plantines	32	93	34	-63
Sin uso productivo	5.598	4.499	4.788	6
Total	79.622	100.986	131.974	31

Fuente. Elaborado por Odepa con datos SAG. 2017.

Se puede observar que el mayor crecimiento ocurrió en la superficie certificada con fines de recolección silvestre (43%), seguido por la superficie con cultivos mayores (19%). El resto de los rubros muestra una disminución variable en superficie. Se puede apreciar que, si el total de la superficie orgánica certificada en el país se descuenta la superficie para recolección silvestre, la superficie agrícola orgánica certificada es de 17.871 hectáreas en el año 2014, de 19.932 hectáreas en 2015 y de 15.838 hectáreas en el año 2016, es decir, la superficie disminuyó en 20,5% entre 2015 y 2016⁴.

En relación con los datos de superficie, es necesario señalar que, según el Servicio Agrícola y Ganadero, los datos entregados son una “foto” del momento en que se obtiene el reporte de operadores orgánicos y solo se consideran los operadores activos en ese momento, pudiendo ocurrir que haya operadores con certificados vencidos que no son considerados, pero sí lo son posteriormente cuando los renuevan, siendo un sistema muy dinámico con operadores ingresando y saliendo del sistema. Por lo anterior no es posible hablar de “estadísticas orgánicas”, sino de datos de un momento determinado, que pueden variar de año e incluso de mes a mes.

3.2.2 Comercio de productos orgánicos.

Chile es un exportador neto de productos orgánicos, aprovechando la demanda existente por este tipo de productos y las ventajas de contra estación que ofrece nuestro país. Sin embargo, también se importan productos orgánicos, por lo general no producidos en nuestro país, como, por ejemplo, café, té y azúcar orgánica entre otros.

Con relación a los productos orgánicos exportados, en el año 2016 se enviaron productos orgánicos a distintos países del mundo por un valor superior a USD 266 millones, lo que significa un aumento de 23% en comparación con los USD 217 millones del año 2015, mientras que se importaron productos por un valor de USD 15 millones, con un aumento de 37% en comparación con USD 11 millones en el año 2015 (Tabla 7).

Tabla 7. Comercio de productos orgánicos (exportaciones e importaciones)

Productos orgánicos	Volumen en miles de kilos/litros			Valores en miles de USD FOB		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Total exportaciones	62.948	65.652	69.570	202.486	217.064	266.304

⁴ Agricultura Orgánica: Agosto de 2017, Odepa.

Total importaciones	3.588	5.257	15.558	9.357	11.366	15.557
---------------------	-------	-------	--------	-------	--------	--------

Fuente: Servicio Nacional de Aduanas.

En cuanto a la exportación de productos orgánicos y con el fin de presentar la información de las exportaciones de productos orgánicos de una manera más clara, se han agrupado por tipo. En las tablas a continuación se entrega el detalle del volumen y valor de las exportaciones de productos orgánicos por grupo de productos.

En la Tabla 8 se entrega la información de las exportaciones de productos orgánicos frescos, que en valor, en el año 2016 superaron los USD 108 millones, lo que representa un 41% del total del valor exportado de productos orgánicos y un aumento de 41% en relación con el valor exportado en el año 2015. Los principales aumentos estuvieron dados por los arándanos y las manzanas orgánicas.

Tabla 8. Exportaciones de productos orgánicos frescos (2014-2016).

Productos orgánicos frescos	Volumen en miles de kilos			Valores en miles de USD		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Arándanos azules o blueberry	4.582	4.207	6.352	38.697	41.205	57.977
Manzanas variedad Royal Gala	10.218	6.329	7.273	18.783	9.646	14.681
Manzanas las demás variedades	6.784	6.930	6.816	12.257	9.577	13.194
Manzanas variedad Fuji	4.311	3.074	3.247	9.116	5.091	7.765
Manzana variedad Granny Smith	2.312	2.130	1.847	4.320	3.475	4.207
Arándanos rojos	15	59	696	127	396	3.613
Kiwis	4.056	4.100	3.088	6.943	5.024	3.553
Ajos			427			1.016
Paltas variedad Hass	259	116	156	455	174	550
Manzanas variedad Braeburn	266	304	183	564	471	420
Uva variedad Crimson Seedless	210	177	90	782	567	404
Ciruelas	26	139	154	64	258	299
Uva variedad Flame Seedless		0	116		1	276
Guindas (cerezas ácidas)	2	10	16	5	65	138
Cerezas dulces	29	16	13	180	94	67
Uva variedad Thompson Seedless	359	57	13	1.056	153	20
Cebollas			25			14
Los demás hongos y trufas		0,1			14	
Uva variedad Red Globe	85	19		122	25	
Uva las demás variedades	16			44		
Frambuesas	45			192		
Cranberries		4			29	

Mirtilos y demás del género Vaccinium	13	3		94	26	
Zarzaparrilla	1	3		8	22	
Total	33.589	27.678	30.512	93.810	76.610	108.193

Fuente. Servicio Nacional de Aduanas.

En cuanto a los productos orgánicos congelados, la exportación en valor, alcanzó los USD 90,7 millones para el año 2016, lo que significa un aumento del 30% respecto al año anterior, cuando se exportó un total de USD 69,6 millones. El principal aumento en valor estuvo dado por los arándanos y frambuesas orgánicos congelados. Además, en el año 2016, las exportaciones de los productos orgánicos secos alcanzaron en valor los USD 1,6 millones, mostrando un aumento del 17% respecto con el año 2015, manteniéndose el volumen de exportaciones. Las manzanas secas mostraron un aumento de 47% en volumen y de 55% en valor respecto al año 2015.

Las exportaciones de partes, semillas y cascarrillas de frutos orgánicos, así como hierbas medicinales, alcanzó un total, en valor de USD 2,5 millones en el año 2016, mostrando un aumento en valor de 14% respecto al año anterior, pero con un 56% de aumento en volumen. El principal producto exportado en el año 2016, en valor, fue la cascarrilla de rosa mosqueta, que muestra un incremento de 46% respecto al año 2015 pero aumentando su volumen en un 63%. En cuanto a los productos orgánicos procesados, excepto el vino, se exportó un total, en volumen de 9.276 toneladas en el año 2016, por un valor de USD 20,8 millones, siendo el único grupo de productos que muestra una baja en el volumen y valor de las exportaciones (27% y 16% respectivamente con comparación al año 2015). Finalmente, las exportaciones de vinos orgánicos para el año 2016 casi no sufrieron variaciones comparadas con las del año 2015, con un valor total exportado de USD 35,7 millones para el año 2016, aumentando en un 1,3% respecto al año 2015, logrado con un volumen 4% menor⁵.

Se estima que el 90% de la producción orgánica nacional se destina a la exportación, debido a que grandes empresas exportadoras se han sumado al detectar en este sistema de producción, un buen negocio, teniendo como principales países de destino EE.UU. (56,8%), Unión Europea (34,7%) y Japón (7,7%). En base a esto se estima que el mercado nacional de productos orgánicos es de aproximadamente US\$ 296 millones, con un crecimiento constante a lo largo de los años y un aumento en la mayoría de los productos vendidos, tanto para comercio exterior como para el comercio interno.

4. Mercado presente en la Región de Atacama.

La economía de la región de Atacama representa un 2,4% del PIB nacional para el año 2016, lo que equivale a \$3.489.328 millones de pesos. En cuanto al PIB silvoagropecuario de la región, este alcanza el valor de 65.790 millones y representa un 1,9% del PIB regional.

En la región de Atacama predomina la existencia de explotaciones con un tamaño inferior a 20 Ha, que concentran el 80,6% de las explotaciones, esto equivale únicamente al 0,18% del total de la superficie explotada. Caso contrario ocurre con explotaciones de más de 100 Ha, en donde el número de ellas representa el 12,1% del total de estas, pero inversamente explica el 99,59% de la superficie explotada. Por su parte, explotaciones que cuentan con 20 a 50 Ha representan el 5,3% del total de estas y el 0,12% de la superficie. Finalmente, las explotaciones con 50 a 100 Ha son las de menor

⁵ Producción hortofrutícola Orgánica, Capítulo 8, Comercialización de productos orgánicos

incidencia relativa en relación a los otros ya que explica el 2,0% del total de estas y el 0,11% de la superficie⁶.

La región de Atacama abarca el 0,4% de la superficie nacional dedicada al sector silvoagropecuario (19.734,7 Ha), correspondiendo sus usos principales a frutales, con un 67,4% de dicho total; plantas forrajeras, con 11,5% y hortalizas con 8,4%. Estos tres usos concentran el 87,4% de los suelos con dedicación agrícola de la región. Como se ha mencionado el sector de frutales es el que concentra una mayor superficie regional, en donde, las plantaciones de especies frutales más significativas son la uva de mesa (8.784,6 Ha) y el olivo (3.335,8 Ha). Las principales comunas donde se cultiva la uva de mesa corresponden a Tierra Amarilla, Copiapó y Alto del Carmen, mientras que los olivos se localizan especialmente en las comunas de Copiapó, Caldera, Huasco y Freirina.

Las exportaciones de los principales rubros silvoagropecuarios presenten en la región de Atacama alcanzo, para el año 2017 el valor de USD 168.656 (miles de dólares FOB)⁷, en donde el rubro de frutas frescas tiene una participación de 98,9% lo que corresponde a USD 162.729 (Miles de dólares FOB), siendo el rubro más importante de la región. Este rubro está conformado principalmente por uva de mesa y aceitunas⁸. En la Tabla 9 se presentan los principales productos exportados en la región de Atacama.

Tabla 9. Principales rubros silvoagropecuarios exportados por región.

Región	Rubros	2017 (Miles de dólares FOB)
Atacama	Fruta Fresca	162.729
	Frutas Procesadas	2.985
	Vinos y alcoholes	64
	Maderas en bruto	0
	Otros	2.879
	Total regional	168.656

Fuente: Odepa con información del Servicio Nacional de Aduanas.

Las exportaciones de Atacama alcanzaron los US\$ 168.565 millones, con una variación positiva de un 15% con respecto al año anterior, en donde destacan las exportaciones de uvas de mesas (US\$ 134.903 millones) y aceitunas (US\$ 1.1982 millones), siendo uno de los principales exportadores de estos productos, en donde el 90% de la aceituna exportada es producida en Copiapó⁹. La exportación de este tipo de producto genera negocios que poseen ganancias por sobre los 3 mil millones de pesos.

Según lo expuesto anteriormente, resulta un mercado atractivo para la venta de productos tipo biopesticidas, para evitar mermas en las exportaciones o en la venta para el mercado interno debido a la presencia de plagas o pestes, las cuales afectan el rendimiento de estos productos y disminuyen las ganancias de los agricultores afectados. Además este mercado se caracteriza por estar en un constante crecimiento, lo que atrae inversiones ya sea de empresas nacionales como multinacionales para toda la cadena productiva, perfilándose como un segmento de alta explotación y oportunidad de negocios.

5. Conclusiones

⁶ http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1475072147Atacamaseptiembre.pdf

⁷ http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1475072147Atacamaseptiembre.pdf, Página 10

⁸ Odepa, Fichas regionales, Atacama exportaciones.

⁹ <http://www.casub.cl/noticia/atacama-se-posiciona-como-la-principal-region-exportadora-de-aceituna-de-mesa>

- El mercado de los Biopesticidas presenta un gran crecimiento en los últimos años, con tasas superiores al 10% en los mercados internacionales, alcanzando los US\$ 2.730 millones en el año 2015 (datos posteriores a este año no fueron encontrados). Esto se debe principalmente a la adopción de prácticas amigables con el medio ambiente, desarrollo de nuevas tecnologías y una fuerte legislación por parte de la Unión Europea para la disminución de los productos químicos utilizados en la agricultura convencional.
- Los principales mercados para biopesticidas corresponden a Estados Unidos con US\$ 748 millones, Europa US\$ 416 millones, Asia-Pacífico US\$ 281 millones y Latinoamérica US\$ 125 millones. Países que comenzaron con un enfoque amigable hacia la agricultura en los años 90, aplicando nuevas tecnologías y leyes que regulan y potencian este tipo de manejo agrícola.
- En Chile, el mercado total para cada tipo de Bioinsumos es imposible de calcular o medir, debido a que no existe un registro por parte del Servicio Nacional de Aduanas específico para este tipo de productos, ya que estos están incluidos en la glosa de abonos y productos químicos, por lo cual, es imposible cuantificar este mercado, solo se puede realizar una aproximación mediante estimaciones y extrapolaciones. Por lo cual, según datos del SNA y ODEPA, se estimó que el mercado nacional alcanzó a cerca 12 millones de dólares el año 2014. Por otra parte, el crecimiento de las importaciones de bioinsumos en Chile fue de cerca del 20% en los últimos 5 años, con una tasa anual cercana al 3%.
- En Chile existen alrededor de 70 empresas que comercializan Bioproductos, 34% son productoras, 50% importan y 16% realizan tanto la producción como la importación de un total de 389 productos, los que son clasificados según su objeto de uso en Biofertilizantes, Bioestimulantes, Biocontroladores, Bioaceleradores, Biorremediadores, y otros. De estos 389 productos, 210 son importados desde diferentes países: España (29%), USA (20%), Colombia (14%), Italia (12%), México (8%), Nueva Zelanda (6%), y otros como Alemania, Dinamarca, India, China y Australia (9%); y sólo 131 de ellos aparecen en el registro aduanero con su nombre comercial.
- El mercado nacional está dado por dos tipos de empresas, spinoff y/o emprendimientos y multinacionales que han adquirido o desarrollado ramas dedicadas a productos ecológicos para la agricultura orgánica como lo son los bioinsumos. Dentro de estas empresas destaca Bio Insumos Nativa tiene el 50% del mercado nacional de los bioinsumos, empresas multinacionales como Bayer CropScience, BASAF, Syngenta o Arysta, las cuales aumentan la competitividad del mercado nacional, mediante sus diversos productos.
- Se observó que la Agricultura orgánica está presente en un gran número de países (179), con una superficie total de 90,6 millones de hectáreas certificadas para la agricultura orgánica, en donde, los países con mayor superficie orgánica, destaca en primer lugar Australia con 22,7 millones de hectáreas, seguido por Argentina con 3,1 millones y Estados Unidos y España con 2,0 millones de hectáreas cada uno. Esto demuestra que este tipo de manejo agrícola está creciendo y siendo una tendencia a nivel mundial, por lo cual, solo se puede esperar que siga aumentando en la próxima década.

- En cuanto al mercado de los productos provenientes de la agricultura orgánica, este alcanzó lo US\$ 81.600 millones para el año 2015, siendo EE.UU el principal mercado para este tipo de producto, en donde en ese año las tasas de crecimiento superaron el 10% y se evidenció un aumento del gasto per cápita, alcanzando un promedio de 144 euros, en los 10 mercados más grandes a nivel global.
- Para el caso de Chile, la superficie certificada como orgánica, para el año 2016, alcanzó las 131.973 hectáreas, esto es, 30% más a las hectáreas presentes en el año 2015, en donde las principales regiones con este tipo de manejo, corresponden a la región del Maule y el Biobío. Este aumento se condice con el aumento de la venta de productos ecológicos o bioinsumos, presentes en el mercado nacional.
- El mercado de los productos orgánicos en Chile, también presentó un aumento, las exportaciones alcanzaron los US\$ 266 millones para el año 2016, produciéndose un aumento del 23% en comparación con los observado para el año 2015, en donde, el mercado era de US\$ 217 millones, las importaciones también presentaron un aumento, este fue de un 37%, indicadores de que existe un enorme potencial para el crecimiento de este tipo de productos, y los insumos necesarios para la producción de estos.
- Se estimó que el 90% de la producción orgánica nacional se destina a la exportación (datos SNA), por lo cual, se deduce que el mercado nacional de este tipo de productos alcanzó los US\$ 296 millones para el año 2016, manteniendo un crecimiento sostenido desde el año 2000, siendo un mercado en constante crecimiento
- Finalmente, la región de Atacama presenta un PIB silvoagropecuario de 65.790 millones, en donde, las exportaciones alcanzaron un valor de US\$ 168.656 en miles de dólares FOB, del cual, las frutas frescas corresponden al 98,9% de este valor, conformado principalmente por uva de mesa y aceitunas, este mercado resulta atractivo para la venta de insumos agrícolas para este tipo de productos, ya que permitirá evitar pérdidas económicas relevantes por pestes o plagas, mediante la utilización de biopesticidas, y ayudando a mantener el medio ambiente.

Anexo 8.2 Estudio de mercado Pellets de brea como retenedor de humedad en suelos

ESTUDIO DE MERCADO

“Pellets de brea como retenedor de humedad en suelos”

Proyecto FIC Atacama 2016 “Valorización de la Brea (*Tessaria absinthioides*) proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales” Código BIP 30486479-0

Solicitante: Alejandra Pérez Loyola
Empresa: Universidad de Concepción
Teléfono: 41-2661844
Fecha: 24-enero 2019

Contenido

1. Resumen Ejecutivo.....	3
2. Mercado de los Fertilizantes.....	4
2.1.- Contexto Internacional.....	4
2.2 Contexto Nacional.....	5
2.2.1 Principales actores del Mercado Nacional.	7
2.2.2 Mercado Nacional de fertilizantes.....	11
2.2.3. Fuerza laboral.....	16
2.2.4. Vulnerabilidad ante el cambio climático.....	17
3. Conclusiones.	17

Figuras

Figura 1. Origen de los fertilizantes importados al país.....	7
Figura 2. Exportaciones e importaciones de abonos en los últimos 5 años.	13

Tablas

Tabla 1. Composición porcentual del consumo mundial de fertilizantes por cultivo.	4
Tabla 2. Consumo Mundial de Fertilizantes.	5
Tabla 3. Principales empresas importadoras de fertilizantes.....	8
Tabla 4. Principales distribuidores de fertilizantes en Chile.	9
Tabla 5. Principales empresas productoras de fertilizantes en Chile.	10
Tabla 6. 3101. Abonos de origen animal o vegetal, incluso mezclados entre sí o tratados químicamente, abonos procedentes de la mezcla o del tratamiento químico de productos.	11
Tabla 7. 3102. Abonos minerales o químicos nitrogenados.....	11
Tabla 8. 3103. Abonos minerales o químicos fosfatados.....	12
Tabla 9. 3104. Abonos minerales o químicos potásicos.	12
Tabla 10. 3105. Abonos minerales o químicos, con dos o tres de los elementos fertilizantes: nitrógeno, fósforo y potasio; los demás abonos; productos de este capítulo en tabletas o formas similares o en envases de un peso bruto o igual a 10 kg.	12
Tabla 11. Saldo comercial de abonos de los últimos cinco años (2013-2018).....	12
Tabla 12. Importaciones según código arancelario (2013-2017).....	13
Tabla 13. Ranking de empresas importadoras en 2017.....	14
Tabla 14. Exportaciones de abonos de los últimos cinco años (2013-2017, valor FOB, en dólares).	15
Tabla 15. Precio de lista de fertilizantes en Santiago USD/ton sin IVA.....	16

1. Resumen Ejecutivo.

El presente estudio tiene por objetivo identificar el mercado de los fertilizantes, tanto a nivel nacional como internacional. Los fertilizantes son fundamentales para la producción de alimentos, en donde, se estima que estos son responsables del 40% de esta producción para satisfacer a una población que crece aproximadamente a una razón de 75 millones al año. El uso de los fertilizantes se concentran en ciertos productos considerados *commodities* (trigo, maíz, arroz soya, etc.). Los principales consumidores de estos productos corresponden a China, India y EE.UU.

Chile es uno de los mayores productores agrícolas de Latinoamérica y un importante actor en los mercados agroalimentarios mundiales. El mercado interno de los fertilizantes se caracteriza por presentar una estructura oligopólica, con un número reducido de grandes empresas oferentes. Los fertilizantes importados (85% del mercado nacional) corresponde principalmente a: fosfato diamónico (DAP), superfosfato triple (TSP) urea y sulfato de potasio. El 15% restante es producido en el país, también por un número reducido de empresas. El modelo de negocio predominante en el país consiste en la figura del importador distribuidor.

Según el Banco Mundial, el valor añadido de la agricultura Chilena corresponde al 4,3 % del PIB nacional y se encuentra en aumento constante, mientras que se ha visto una disminución del saldo comercial entre los años 2013-2018, el cual es calculado al contrastar las exportaciones versus las importaciones, en donde ambas han visto una disminución proporcional en el mismo periodo. En cuanto a las importaciones los abonos minerales o químicos nitrogenados (3102) son la partida con mayor volumen de importación y ha sufrido un progresivo descenso en los últimos. La segunda partida más importada es la 3105, de abonos minerales o químicos con dos o tres de los elementos fertilizantes. La partida con menor volumen de importación es la 3101 relativa a abonos de origen animal o vegetal.

Por último, otro factor clave para la agricultura nacional y por ende para los fertilizantes, es el cambio climático. Este fenómeno está afectando de manera negativa a algunas zonas del país, especialmente en el norte donde se encuentran las áreas más áridas.

2. Mercado de los Fertilizantes

2.1.- Contexto Internacional.

El término fertilizantes incluye a todas aquellas sustancias destinadas a mejorar el crecimiento de los cultivos. Se consideran dentro de este sector tanto los productos naturales como químicos industrializados. Junto a las técnicas modernas de producción agrícola, semillas de calidad y condiciones climáticas adecuadas, los fertilizantes hacen posible que los agricultores mantengan la fertilidad del suelo. Se cree que el 40% de la producción mundial de alimentos provendría del uso de fertilizantes.

Los fertilizantes contribuyen a la producción de alimentos en el mundo, para satisfacer las necesidades de una población que crece aproximadamente 75 millones al año. Como se muestra en la Tabla 1, el consumo mundial de los fertilizantes se concentra mayoritariamente en cultivos de productos para la alimentación considerados *commodities* (trigo, maíz, arroz soya, etc.), los que a su vez son la base de la alimentación mundial. En los últimos 50 años la utilización de fertilizantes de origen mineral se ha multiplicado casi diez veces. Hoy, anualmente los agricultores aplican en sus tierras más de 200,5 millones de toneladas de fertilizantes, en donde la tasa de crecimiento fue de 1,8%, un 25 % mayor que el registrado en 2008¹.

Tabla 1. Composición porcentual del consumo mundial de fertilizantes por cultivo.

Cultivos	Porcentaje
Trigo	17%
Fruta y hortalizas	16%
Maíz	15%
Arroz	15%
Otros Cereales	5%
Otras oleaginosas	5%
Soya	4%
Algodón	4%
Azúcar	4%
Todos los demás cultivos	15%

Fuente: Elaboración propia con datos IFA

A medida que el potencial para producir fertilizantes supere su uso, el balance potencial mundial (un término técnico que mide la cantidad disponible sobre la demanda real) crecerá para el nitrógeno, fósforo y potasio, los tres principales fertilizantes del suelo.

En la actualidad en el mercado internacional de los fertilizantes están confluyendo diferentes factores, siendo determinante la relativa estabilidad de la oferta frente a la creciente demanda del producto. Según la FAO, la producción mundial de fertilizantes superará la demanda dentro de cinco años. El consumo mundial de fertilizantes está detallado en la Tabla 2, con los principales países que consumen estos productos.

¹ *Current world fertilizer trends and outlook to 2016* emitido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mayo 2013

Tabla 2. Consumo Mundial de Fertilizantes.

País/Región	Consumo
China	28%
India	14%
EE.UU.	13%
Europa del Este	9%
Brasil	6%
Indonesia/Malasia	4%
FSU	4%
África	3%
Chile	0,3%
Otros	19%

Fuente: Elaboración propia con datos de Fertecon.

El uso mundial de nitrógeno se prevé que aumente un 1,4% cada año hasta el 2018 mientras que el uso de fosfatos se incrementará un 2,2 % y un 2,6% el de potasio. En comparación, se espera que la oferta de esos tres importantes elementos crezca un 3,7, un 2,7 y un 4,2 por ciento anual respectivamente, según el informe de la FAO.

El uso de fertilizantes variará según la región geográfica en los próximos años, con una fuerte demanda de nitrógeno y potasio de África subsahariana, aunque a partir de bajos niveles de uso actuales. Asia en su conjunto seguirá siendo el mayor consumidor de fertilizantes en el mundo y depende de las importaciones de los tres principales nutrientes. Europa en su conjunto también tendrá un superávit de los tres nutrientes debido a los elevados balances positivos en Europa del Este y Asia Central. En 2018 se mantuvo estable el uso de fertilizantes en Europa occidental, mientras que crecerá un 3,6% al año en la subregión oriental. América Latina y el Caribe dependerán de las importaciones de los tres nutrientes durante el periodo de la previsión, en el cual se espera que el uso de fertilizantes en la región crezca a un sostenido ritmo anual del 3,3%, según la FAO².

2.2 Contexto Nacional.

Tal y como lo refleja la FAO, desde los años 80, cuando se abrió la economía chilena al comercio exterior, la agricultura comenzó a vislumbrar nuevos mercados. La producción en Chile está orientada a la globalización de sus mercados, ampliándose y reforzándose mediante los Tratados de Libre Comercio. La agricultura en los años 80 exportaba menos de 300 millones de dólares, elevándose en 1990 a más de 2.000 millones de dólares. En 2011 se alcanzaron los 14.171 millones de dólares en exportaciones, lo que supuso un crecimiento de las ventas al exterior que en veinte años se multiplicó por seis. Se considera que el sector agrícola chileno en los últimos 25 años ha generado excedentes entre las exportaciones e importaciones, dinamizando la agricultura u otros sectores de la economía nacional (FAO, 2018)³.

² Anuario estadístico de la FAO 2014, *La Alimentación y la Agricultura en América Latina y el Caribe*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe Santiago, 2014

³ FAO. (2018). FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/chile/fao-en-chile/chile-en-una-mirada/es/>



Según datos del Banco Mundial, el valor añadido de la agricultura en Chile correspondía en 2016 a un 4,3% del PIB nacional y actualmente sigue aumentando. Con una superficie plantada superior a las 297.000 hectáreas, el país va camino a convertirse en una potencia exportadora mundial de frutas y hortalizas.

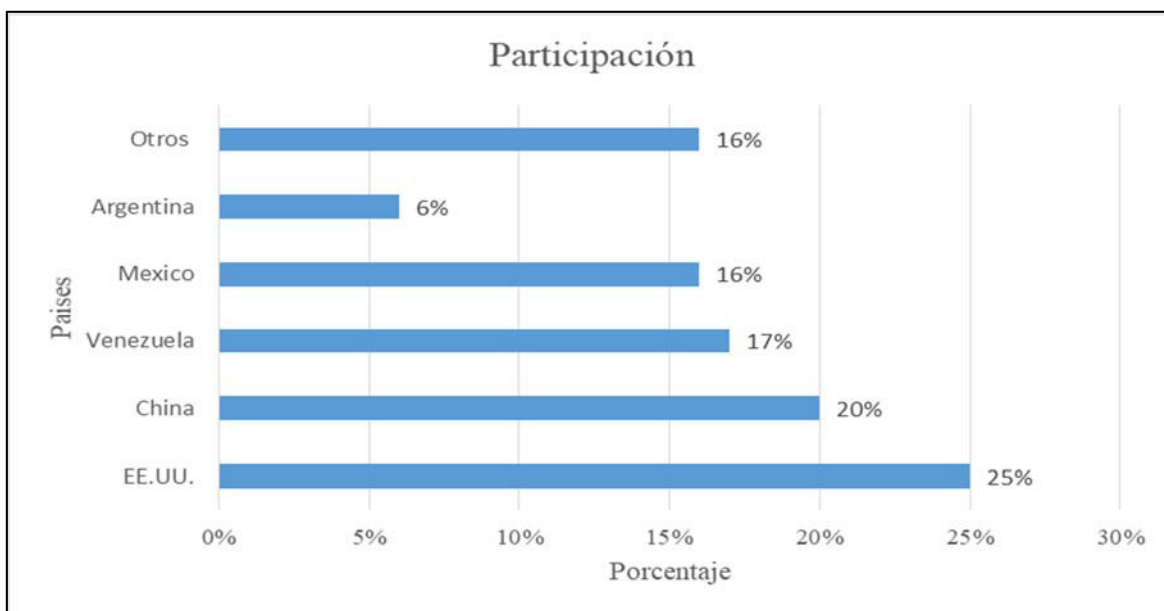
Chile es uno de los mayores productores agrícolas de Latinoamérica y un importante actor en los mercados agroalimentarios mundiales. La intensificación de la agricultura ha traído consigo importantes aumentos de rendimiento, situando este sector entre los más productivos de la región. Chile cuenta con varias ventajas para la producción agrícola. En primer lugar, se encuentra favorecido por la contra estación respecto a los grandes mercados de consumo del hemisferio norte. Por otro lado, está situado en una de las cinco macro zonas con clima mediterráneo del mundo, por lo que ofrece excelentes condiciones para la industria hortofrutícola. Además, por su extensa longitud, presenta una amplia diversidad de climas que permiten una producción en todo el año y la expresión de distintas formas de vida animal y vegetal, base del diversificado desarrollo agrícola del país. Por último, Chile es un país prácticamente libre de plagas por su aislamiento geográfico, y las barreras naturales que lo protegen y transforman en una isla fitosanitaria y zoosanitaria: el desierto de Atacama al norte, la cordillera de los Andes al este, el Océano Pacífico al oeste y los hielos y los glaciares al sur.

Además, Chile realiza los controles necesarios para proteger su situación, mediante una política de protección aplicada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), entidad dependiente del Ministerio de Agricultura. En los pasos fronterizos, puertos y aeropuertos, el SAG controla férreamente el ingreso de organismos vivos a fin de mantener al país libre de plagas. Esto, sumado al cumplimiento de exigentes normas y certificaciones internacionales y la extensa red de tratados de libre comercio con 64 países, ha llevado al país a ser reconocido por la calidad de su oferta en el estudio *Global Food Security Index 2015* de *Economist Intelligence Unit*, como líder en América Latina, con la posición 27 sobre 109 países evaluados.

Chile es un importador neto de fertilizantes, la importación aproximada de fertilizantes bordea los 1,1 millones de toneladas anuales. Los principales países que abastecen el mercado chileno se muestran en la Figura 1. Según los estudios de la FAO, la demanda de estos aumentará cerca de un 2% cada año durante el periodo 2014-2018 (concretamente un 1,4%, un 2,2% y un 2,6% para el nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente). Estos datos se relacionan directamente con el incremento de la producción agraria para cubrir las necesidades de la población mundial⁴.

⁴ ODEPA. (2017). *Panorama de la Agricultura chilena*

Figura 1. Origen de los fertilizantes importados al país.



Fuente: Elaboración propia con datos ODEPA.

El mercado interno de los fertilizantes se caracteriza por presentar una estructura oligopólica, con muy pocas empresas diferentes. Los fertilizantes de uso convencional son también pocos: fosfato diamónico (DAP), superfosfato triple (TSP), urea y sulfato potasio. Internamente se producen algunos fertilizantes naturales, entre los que se encuentran el nitrato de sodio, de potasio y el cloruro de potasio, que se destinan a la comercialización tanto interna como externa (exportación). Por ello, la mayor parte de los fertilizantes comercializados en Chile, aproximadamente un 85% corresponde a importaciones procedentes de distintos países, y el resto (15%), son producidos en el país. Esta importación se caracteriza por ser estacional y se concreta principalmente entre los meses de abril y septiembre. Para el país, la intensificación de la agricultura ha traído consigo importantes aumentos de rendimiento, situando a este sector dentro de los más productivos de la región.

En cuanto a la demanda, según datos del Banco Mundial, el consumo de fertilizantes entre 2011 y 2015 en Chile fue de 579 kilogramos por hectárea de tierra cultivable. Las regiones de mayor importancia por la demanda potencial de fertilizantes, son La Araucanía, Biobío y Los Lagos.

2.2.1 Principales actores del Mercado Nacional.

Las empresas importadoras de fertilizantes se concentran en cinco, tanto por su estabilidad en el mercado como por el tamaño y cantidad de sus transacciones. Estas empresas son: Soquimich Comercial S.A., Anagra S.A., Iansagro S.A., Agrogestión Vitra Ltda., y Mosaic de Chile Fertilizantes Ltda., las cuales concentran más del 60% de las importaciones totales de fertilizantes. Además de ser importadoras, son también distribuidoras. Por ello, otra cuestión importante es su precio elevado. Además, mediante una serie de encuestas dirigidas a los productores, se llegó a la conclusión de que existe una escasa transparencia en la fijación de precios por parte de los proveedores. El modelo de negocio de la comercialización de fertilizantes está marcado por la figura del importador-distribuidor. El ingreso de los productos requiere una inspección del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), que

debe emitir una autorización, certificando que se cumplen con las especificaciones de los conocimientos de embarque o registro de importación⁵.

Las principales empresas importadoras (nombradas anteriormente) poseen una serie de modelos de negocios para lograr ventajas competitivas respecto a la competencia, como por ejemplo, la empresa Anagra S.A se dedica principalmente a la venta directa de fertilizantes a los agricultores, generando valor agregado con las asesorías que realizan en terreno. Soquimich comercializa grandes volúmenes a través de distribuidores independientes y de una red de distribuidores a nivel nacional llamada Agrorama. Iansagro entrega fertilizantes a los agricultores con los que ha firmado contrato. Mosaic vende principalmente fertilizantes granulados, mezclas, foliares, y solubles como mayoristas, o sea, vende grandes volúmenes para su reventa en el mercado nacional. Agrogestión Vitra centra su actividad en la comercialización y distribución nacional de los insumos agrícolas a clientes finales. En la Tabla 3 se detalla a los principales vendedores de fertilizantes en el mercado nacional.

Tabla 3. Principales empresas importadoras de fertilizantes.

Empresa	Descripción
	Importador-Distribuidor Mayorista. Comercializa a través de distribuidores regionales y venta directa a productores. Asesorías técnica en dosificación y aplicación
	Importador-Distribuidor. Comercializa grandes volúmenes a través de distribuidores minoristas independientes y mediante venta directa a productor
	Importador-Distribuidor. Autoabastecimiento para producción agrícola propia, venta a distribuidores minoristas y venta directa a agricultores, ofreciendo una amplia gama de insumos agrícolas.
	Importador-Distribuidor. Comercializa grandes volúmenes a través de distribuidores minoristas independientes.

⁵ Estudio de Diagnóstico de Mercado y estudio de la cadena de comercialización de fertilizantes en Chile, marzo de 2010, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias

	Importador-Distribuidor. Autoabastecimiento para producción agrícola propia y distribución directa a agricultores.
---	--

Fuente: Elaboración propia.

En Chile existen comerciantes mayoristas e intermediarios, distribuidores de fertilizantes a través de sucursales a lo largo del territorio nacional, y minoristas, que venden directamente a agricultores. Alrededor del 60% del volumen importado se vende a distribuidores intermediarios y minoristas mientras que el 40% restante se vende de manera directa por parte de las empresas importadoras a los clientes finales (agricultores). Entre los modelos de venta que predominan en la relación entre las empresas que importan los fertilizantes y las empresas distribuidoras, se identifican cuatro formatos de venta: venta a pedido, venta al agricultor de los stocks importados que el distribuidor mantiene en su poder, sistema tradicional de venta y ventas comisionadas

Los distribuidores no necesariamente operan de forma exclusiva con una empresa importadora. En el ámbito de distribución de fertilizantes en Chile existen dos modalidades claramente identificables, la primera consiste en la firma de un contrato de exclusividad con la empresa importadora, por lo cual se convierte en representante directo, obteniendo algunos beneficios económicos, y la segunda modalidad consiste en la cotización en diversas empresas importadoras y la posterior compra de cada tipo de fertilizante donde el precio sea más conveniente, ya sea por mejores precios, condiciones de pago y disponibilidad oportuna de los productos. Esta última modalidad es la que prima entre los distribuidores presente en el mercado Chileno. Los principales distribuidores se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Principales distribuidores de fertilizantes en Chile.

Empresa	Descripción
	Distribuidor Minorista con amplia cobertura regional. Abastece de insumos y servicios para la producción agropecuaria, asistencia técnica y venta de productos.
	Distribuidor Minorista con amplia cobertura regional. Entrega servicios para el sector agrícola y apoyo técnico y crediticio con miras al mejoramiento de la productividad. Principal función es la venta y distribución de agro-insumos, maquinaria, corretaje de grano y propiedades.
	Red de distribuidores minoristas de agro-insumos, algunos con amplia cobertura nacional. Ofrecen semillas, agroquímicos, maquinaria, etc. Relacionada con SQM comercial.

	Distribuidor minorista, con cobertura regional. Principales objetivos orientados al mejoramiento de la leche y sus asociados, difundir nuevas tecnologías, participación en programas de sanidad animal. Se constituyó como poder de compra común, permitiendo economías de escala en la compra de suministros e insumos agropecuarios.
	Distribuidor minorista, con cobertura regional (zona centro-sur). Agrupa a productores lecheros del sur del país. Su objetivo es proporcionar tecnologías, servicios y productos agropecuarios, entre los cuales se encuentran los fertilizantes.
	Distribuidor minorista, con cobertura local. Constituida por un grupo de empresas, esta sociedad se dedica a otorgar soluciones a la actividad agrícola de la región de Los Lagos y Los Ríos, abasteciendo a los ganaderos, lechero y agricultores con insumos.
	Distribuidor minorista, cobertura nacional. Filial de la sociedad Tattersall S.A., que abastece de agro-insumos a agricultores en general. Cuenta con una red de sub-distribuidores que también abarcan el norte de Chile.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las empresas productoras de fertilizantes en Chile, cinco son las empresas más relevantes que participan en la cadena de producción: Soquimich S.A., a través de sus filiales Soquimich Industrial y Soquimich Salar, Sociedad Chilena del Litio Ltda, ACF Minera S.A., Química e industrial del Bórax Ltda. (Quiborax) y Casayach Nitratos S.A., las cuales abastecen tanto el mercado interno como el externo. En la Tabla 5 se muestra un resumen de las empresas nombradas anteriormente y sus principales actividades.

Tabla 5. Principales empresas productoras de fertilizantes en Chile.

Empresas	Descripción
	Productor-Distribuidor. Produce nitratos y cloruros potásicos, principalmente, además de yodo y litio; comercializa una fracción directamente al consumidor final y a través de distribuidores minoristas.
	Productor-Distribuidor. Explota y produce principalmente derivados del litio, además produce carbonato de litio y cloruro de potasio; comercializa de forma directa y mediante distribuidores.

	Productor-Distribuidor. Se dedica principalmente a la explotación y producción de yodo y nitratos naturales; comercializa de manera directa a consumidores finales y los excedentes son comercializados por distribuidores minoristas.
	Productor-Distribuidor. Se dedica principalmente a la explotación y producción de boro y productos derivados de este (granulex); como también fertilizantes e insecticidas que combinan ácido bórico con sulfato de calcio y otras sales. Venta directa de sus productos.
	Productor-Distribuidor. Produce principalmente nitratos y cloruros potásicos; comercializa una parte de sus volúmenes de producción a través de distribuidores minoristas independientes y además exporta una fracción importante de su producción.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Mercado Nacional de fertilizantes.

Para este estudio de mercado, se tomó en consideración los abonos en Chile relacionados al capítulo 31 (Abonos) con las siguientes partidas arancelarias y productos, de acuerdo a la nomenclatura del Sistema Armonizado (HS/SA):

- 3101. Abonos de origen animal o vegetal, incluso mezclados entre sí o tratados químicamente, abonos procedentes de la mezcla o del tratamiento químico de productos
- 3102. Abonos minerales o químicos nitrogenados
- 3103. Abonos minerales o químicos fosfatados
- 3104. Abonos minerales o químicos potásicos
- 3105. Abonos minerales o químicos, con dos o tres de los elementos fertilizantes: nitrógeno, fósforo y potasio; los demás abonos; productos de este capítulo en tabletas o formas similares o en envases de un peso bruto o igual a 10 kg.

Tabla 6. 3101. Abonos de origen animal o vegetal, incluso mezclados entre sí o tratados químicamente, abonos procedentes de la mezcla o del tratamiento químico de productos.

Código	Denominación
3101	Abonos de origen animal o vegetal, incluso mezclados entre sí o tratados químicamente, abonos procedentes de la mezcla o del tratamiento químico de productos

Tabla 7. 3102. Abonos minerales o químicos nitrogenados.

Código	Denominación
3102.1000	Urea, incluso en disolución acuosa
3102.2100	Sulfato de amonio
3102.3000	Nitrato de amonio, incluso en disolución acuosa
3102.500	Nitrato de sodio
3102.9000	Otros, incluyendo mezclas no especificadas en los apartados anteriores

Tabla 8. 3103. Abonos minerales o químicos fosfatados.

Código	Denominación
3103.1000	Superfosfato
3103.1030	Triples

Tabla 9. 3104. Abonos minerales o químicos potásicos.

Código	Denominación
310420	Cloruro de potasio
310430	Sulfato de potasio
310490	Otros

Tabla 10. 3105. Abonos minerales o químicos, con dos o tres de los elementos fertilizantes: nitrógeno, fósforo y potasio; los demás abonos; productos de este capítulo en tabletas o formas similares o en envases de un peso bruto o igual a 10 kg.

Código	Denominación
310510	Productos de este capítulo en tabletas o formas similares o en envases
310520	Abonos minerales o químicos con los tres elementos fertilizantes: nitrógeno, fósforo y potasio.
310530	Hidrogenoortofosfato de diamonio (fosfato diamónico)
310540	Dihidrogenoortofosfato de amonio (fosfato monoamónico), incluso mezclado con el hidrogenoortofosfato de diamonio (fosfato diamónico)
310560	Abonos minerales o químicos con los dos elementos fertilizantes: fósforo y potasio.

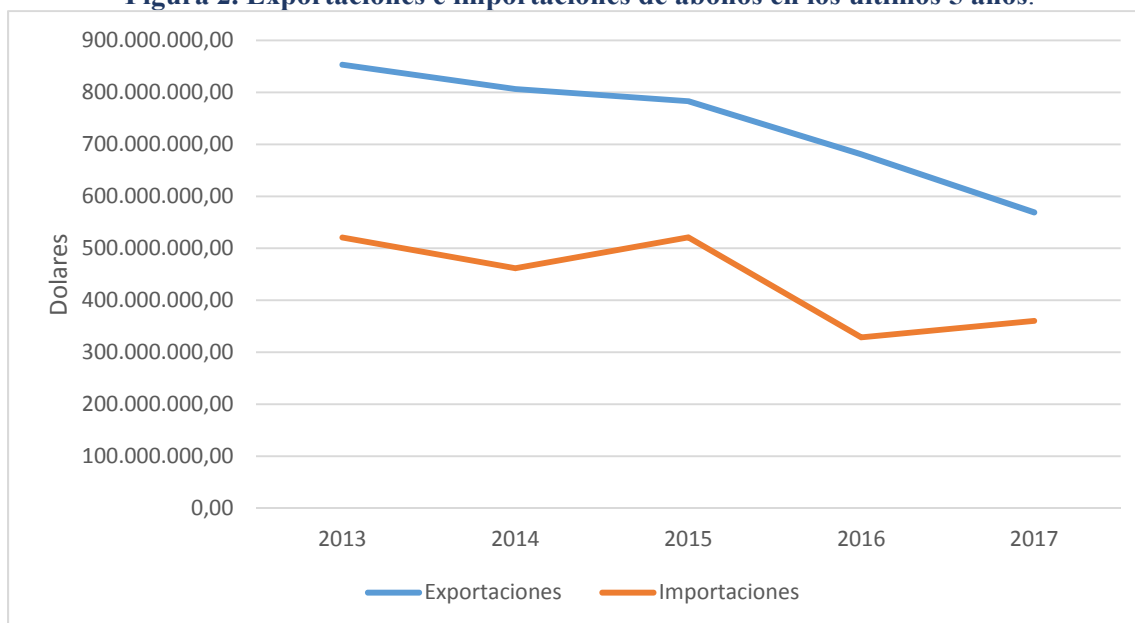
Mediante los códigos presentados en las tablas anteriores, se realizó una búsqueda exhaustiva de las importaciones y exportaciones de fertilizantes. La siguiente Tabla 11 y en la Figura 2 se presentan el total de estas importaciones y exportaciones del capítulo 31, abonos, en el periodo comercial comprendido entre los años 2013 a 2017, y el saldo comercial.

Tabla 11. Saldo comercial de abonos de los últimos cinco años (2013-2018).

Ítem	2013	2014	2015	2016	2017
Exportaciones	853.264.394,50	806.292.476,59	782.964.939,12	680.837.568,53	569.113.385,81
Importaciones	520.607.008,90	461.657.414,30	520.982.905,40	328.623.802,50	360.270.553,40
Saldo comercial	332.657.388,60	344.635.062,29	261.982.033,72	352.213.766,03	208.842.832,41

Fuente: Elaboración propia con datos SNA.

Figura 2. Exportaciones e importaciones de abonos en los últimos 5 años.



Fuente: Elaboración propia con datos SNA.

En cuanto a las importaciones, en la siguiente tabla se detallan por código arancelario los distintos montos de los productos importados al país.

Tabla 12. Importaciones según código arancelario (2013-2017)

Partida	2013	2014	2015	2016	2017
3101. Abonos de origen animal o vegetal	4.991.122,74	5.835.824,32	6.210.350,55	8.234.622,80	9.534.097,71
3102. Abonos minerales o químicos nitrogenados	285.772.012,12	241.463.110,23	260.983.479,69	164.594.532,55	173.707.998,38
3103. Abonos minerales o químicos fosfatados	53.049.484,36	52.905.982,81	51.585.096,46	34.722.348,06	29.127.131,17
3104. Abonos minerales o químicos potásicos	37.450.382,75	27.913.634,68	44.604.252,49	24.203.989,75	29.750.223,16
3105. Abonos minerales o químicos con 2 o 3 fertilizantes	139.341.990,88	133.536.848,28	157.597.711,13	96.866.293,38	118.149.085,96
Total	520.607.005,9	461.657.414,3	520.982.905,4	328.623.802,5	360.270.553,4

Fuente: Elaboración propia con datos SNA.

Como se puede observar en la tabla anterior, los abonos minerales o químicos nitrogenados (3102) son la partida con mayor volumen de importación y ha sufrido un progresivo descenso en los últimos años, produciéndose la mayor caída en 2016. La segunda partida más importada es la 3105, de abonos minerales o químicos con dos o tres de los elementos fertilizantes. La partida con menor volumen de importación es la 3101 relativa a abonos de origen animal o vegetal.

En cuanto a las principales empresas importadoras, en la Tabla 13 se detallan estas empresas según el volumen importado por cada una de ellas y se participación en este mercado.

Tabla 13. Ranking de empresas importadoras en 2017.

Nº	Nombre	Volumen	% del Total	Cif en US\$	% Total
1	AGROGESTIÓN VITRA LTDA.	231.033.411,00	21,54	68.817.200,68	19,1
2	ANAGRA S.A.	245.785.309,00	22,91	68.359.653,03	18,97
3	CNA CHILE SPA	211.507.163,00	19,72	62.317.270,60	17,3
4	SOQUIMICH COMERCIAL S.A.	104.511.362,33	9,74	32.527.230	9,03
5	COMPAÑIA AGROPECUARIA COPEVAL	67.157.333,00	6,26	20.868.5551	5,79
6	IANSAGRO S.A.	43.602.895,00	4,06	13.653.606	3,79
7	MAXAM CHILE S.A.	25.080.500,00	2,34	7.766.073	2,16
8	FAMESA EXPLOSIVOS CHILE S.A.	17.216.400,00	1,61	5.150.230	1,43
9	INVERSIONES RAMAJA LTDA	18.816.160,00	1,75	4.594.582	1,28
10	YARA CHILE FERTILIZANTES LTDA	15.139.753,90	1,41	4.143.801	1,15

Fuente. Elaboración propia con datos SNA.

En el ranking de las principales empresas importadoras de fertilizantes en el año 2017 se observa que tres empresas concentran la mayor parte del volumen importado. De hecho, las tres empresas son bastante similares en porcentaje de cuota de mercado. En primer lugar, se encuentran Agrogestión Vitra Ltda, con un 19,1%, seguido de Anagra S.A., con un 18,97% del total y CNA Chile Spa, con 17,3%. Tras estas tres grandes empresas, les siguen las demás con mayor distancia, situándose en cuarto lugar la empresa Soquimich Comercial S.A., con un 9,03%.

En cuanto a las exportaciones, en la siguiente tabla se detallan por código arancelarios los distintos montos de los productos exportados.

Tabla 14. Exportaciones de abonos de los últimos cinco años (2013-2017, valor FOB, en dólares).

Partida	2013	2014	2015	2016	2017
3101. Abonos de origen animal o vegetal	909.229	1.030.042	2.679.503	4.911.984	4.971.265
3102. Abonos minerales o químicos nitrogenados	187.916.101	197.497.838	175.068.076	147.352.815	113.304.164
3103. Abonos minerales o químicos fosfatados	11.198	175.085	107	148.160	108.464
3104. Abonos minerales o químicos potásicos	521.508.863	483.651.661	432.453.924	370.094.386	302.369.909
3105. Abonos minerales o químicos con 2 o 3 fertilizantes	142.917.001	123.935.837	172.761.314	158.328.208	148.357.
Total	853.262.382	806.290.463	782.962.924	680.835.553	569.111.369

Fuente: Elaboración propia con datos SNA.

Como se puede observar, los abonos minerales o químicos potásicos son la partida con mayor volumen de exportación y ha sufrido un descenso considerable durante los últimos años. Los siguientes abonos que les siguen y que también han experimentado una caída son los minerales o químicos nitrogenados. Las exportaciones menos relevantes son las de abonos minerales o químicos fosfatados, situándose muy lejos de las cifras de los otros productos.

Chile se caracteriza por ser el único país del mundo que produce nitratos naturales, principalmente para la exportación. Además, exporta fertilizantes potásicos, como el cloruro potásico, que se produce y comercializa en el país y que es el producto más exportado, seguido a gran distancia por el nitrato de amonio.

De las principales empresas exportadoras de fertilizantes en los últimos cinco años (aunque algunos datos de ciertos años no se han encontrado), destaca SQM a través de sus filiales Soquimich Salar S.A. y Soquimich Industrial S.A., que abastecen tanto el mercado interno como el externo. En el periodo analizado (2013-2017), Argentina es el principal país de destino de las exportaciones chilenas de abonos, seguido de Bélgica y Brasil. En periodos anteriores como 2012-2014, Brasil estaba a la cabeza del ranking, seguido de México y Estados Unidos.

En cuanto a los precios de fertilizantes presentes en el país, Es importante señalar que las empresas importadoras en Chile adquieren los fertilizantes de proveedores externos y en muchos casos realizan transportes marítimos de forma conjunta, en lo que se conoce como pools de compra. Los fertilizantes importados entran al país vía marítima en barcos graneleros. El precio de los fertilizantes importados comercializados en Chile dependen del precio internacional (95,2%); de los servicios portuarios,

ensacado, bodegaje y transporte (4,7%) y de los gastos de internación (0,1%). Los siguientes precios de fertilizantes se han obtenido del Boletín de Insumos de Febrero de 2017 elaborada por ODEPA.

Tabla 15. Precio de lista de fertilizantes en Santiago USD/ton sin IVA.

Mes/Año	Fosfato diamónico	Salitre potásico	Salitre sódico	Sulfato de potasio	Superfosfato triple	Urea
Ene-16	630,63	838,53	873,18	921,69	516,98	414,41
Feb-16	646,23	859,28	894,78	944,49	529,77	424,67
Mar-16	609,91	878,21	923,66	1045,35	514,61	395,85
Abr-16	632,92	911,35	940,4	1064,29	523,94	403,03
May-16	583,69	s/i	923,93	962,06	483,96	369,57
Jun-16	584,37	879,5	925,02	963,19	484,53	370,01
Jul-16	605,26	910,93	958,07	997,61	501,85	383,23
Ago-16	558,95	895,22	941,55	971,44	446,86	328,79
Sep-16	559,35	895,86	942,23	972,14	447,18	329,03
Oct-16	546,75	763,65	948,91	831,43	444,33	355,46
Nov-16	544,95	761,12	945,78	828,68	442,86	363,3
Dic-16	544,09	759,93	944,29	827,38	442,17	388,21
Ene-17	549,01	766,8	952,83	934,86	446,17	391,72
% variación enero 2017/2016	-12,94%	-8,55%	9,12%	-9,42%	-13,70%	-5,48%

Fuente: ODEPA.

Los fertilizantes importados son almacenados en bodegas propias o de terceros en los puertos de desembarque, en sus alrededores o en bodegas zonales, en algunos casos en depósitos en almacenes particulares de importación (DAPI), por hasta tres meses. El ingreso de los productos al país requiere de una inspección del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), el cual debe emitir una autorización que certifique el cumplimiento de las especificaciones de los conocimientos de embarque o registros de importación. En el país se preparan las mezclas y/o se envasan los fertilizantes para ser enviados a los clientes finales, el producto puede ser envasado en distintos formatos, sacos de 50kg, 500kg o 1.000kg (Maxisacos).

2.2.3. Fuerza laboral.

Entre los años 2010 y 2016 el sector agrícola, en promedio, ha disminuido el total de ocupados en un 0,9%. Sin embargo, esta disminución fue moderada en parte por el incremento del 13,9% en la ocupación femenina. El total de desempleados que presenta el sector agrícola ha disminuido en un 29,7% en dicho período, impulsado por la disminución de hombres cesantes (36%). La tasa de paro que presenta en el sector agrícola, para el periodo comprendido entre los años 2010 y 2016, es menor que la tasa promedio de desempleados de la económica. Se observa que la tasa de cesantía en el sector agrícola presenta tendencia a la baja, disminuyendo en 1,6 puntos porcentuales entre 2010 y 2016⁶.

La participación de la ocupación agrícola en el periodo en cuestión ha disminuido desde 9,8% en 2010 hasta 8,6% en 2016. Sin embargo, la actividad agrícola continua siendo una de las actividades económicas de mayor importancia con respecto a la generación de empleo, siendo aún más relevante en zonas rurales. (ODEPA, 2017).

⁶ Escenario Económico y Proyecciones Sectoriales para la Agricultura, Seminario de la Confederación de la Producción y del Comercio, 24 de Septiembre de 2015

2.2.4. Vulnerabilidad ante el cambio climático

El sector agropecuario y forestal chileno, por su configuración territorial, social y productiva, es particularmente vulnerable a los efectos de la variabilidad climática y del cambio climático, lo que sumado a su inserción en los mercados internacionales como exportador de alimentos, configura el enorme desafío de conciliar un aumento en la productividad del sector, para satisfacer una creciente demanda mundial por sus productos, y el uso sustentable de los recursos naturales.

El sector agrícola, forestal y de otros usos de la tierra (AFOLU) es el único que absorbe CO₂ en el país, lo que lo convierte en el más relevante por su potencial de mitigación. Aunque la agricultura tiene oportunidades para reducir directa o indirectamente sus emisiones de GEI⁷ en la comparación de resultados por sector económico, la relación coste/beneficio asociado a las medidas de mitigación para el sector agropecuario es mucho mayor que la obtenida para otros sectores de la economía.

Tras el análisis de varios estudios, informes y entrevistas, se puede llegar a la conclusión de que el tema del cambio climático está afectando mucho a la agricultura y, por ende, a los fertilizantes. Si cambian las circunstancias del suelo, los fertilizantes que hay que incorporar también se modifican. En Chile, especialmente en el norte, el tema de la falta de agua está empezando a ser un gran problema. Es por ello por lo que, aunque el tema de los fertilizantes líquidos pueda ser una buena alternativa para la mejora de la producción, en Chile el tema está todavía por desarrollar, ya que aumenta el coste de los fertilizantes líquidos entre un 20%-40% con respecto a los fertilizantes tradicionales⁸.

3. Conclusiones.

- Los mayores consumidores de fertilizantes a nivel mundial corresponden a China (28%), India (14%) y EE.UU. (13%), con tasas de crecimiento de consumo de 1,4% para nitrógeno, 2,2% para fosfatos y 2,6% para el potasio.
- Chile posee una superficie plantada superior a las 297.000 ha, en donde, para el año 2016, el valor agregado de la agricultura corresponde a un 4,3% del PIB nacional y sigue aumentando.
- Chile se caracteriza por ser un importador neto de fertilizantes, con importaciones sobre los 1,1 millones de toneladas anuales, principalmente provenientes de EE.UU, China, Venezuela y México. Los principales fertilizantes importados corresponde a nitrógenos, fosfatos y potasio.
- El 85% de los fertilizantes comercializados en el país son importados de diferentes países, mientras que el 15 % restante, son producidos en el país, esta importación es estacionaria y se concreta entre los meses de abril a septiembre.
- La estructura del mercado nacional se caracteriza por ser oligopólica, con muy pocas empresas diferentes, concentradas principalmente en cinco importadoras: Soquimich Comercial S.A., Anagra S.A., Iansagro S.A., Agrogestión Vitra Ltda., y Mosaic de Chile Fertilizantes Ltda., las cuales concentran más del 60% de las importaciones totales de fertilizantes.
- Los distribuidores de fertilizantes, adquieren alrededor del 60% del volumen importado, mientras que el 40% restante es vendido directamente por parte de las empresas importadoras a los agricultores.

⁷ GEI: gas de efecto invernadero.

⁸ Agricultura, M. d. (s.f.). ODEPA Ministerio de Agricultura. Obtenido de <http://www.odepa.gob.cl/temas-transversales/cambio-climatico>

- Cinco empresas productoras de fertilizantes poseen la mayor relevancia en el mercado nacional, estas son: Soquimich S.A., a través de sus filiales Soquimich Industrial y Soquimich Salar, Sociedad Chilena del Litio Ltda, ACF Minera S.A., Química e industrial del Bórax Ltda. (Quiborax) y Casayach Nitratos S.A., las cuales abastecen tanto el mercado interno como el externo.
- El saldo comercial nacional en los últimos cinco años (2013-2018) ha presentado una disminución constante llegando a los \$ 208.842.832.41 en el año 2018.
- los abonos minerales o químicos nitrogenados (3102) son la partida con mayor volumen de importación y ha sufrido un progresivo descenso en los últimos. La segunda partida más importada es la 3105, de abonos minerales o químicos con dos o tres de los elementos fertilizantes. La partida con menor volumen de importación es la 3101 relativa a abonos de origen animal o vegetal.
- Las principales empresas importadoras de fertilizantes en el año 2017 son: Agrogestión Vitra Ltda, con un 19,1%, seguido de Anagra S.A., con un 18,97% del total y CNA Chile Spa, con 17,3%.
- Los abonos minerales o químicos potásicos son la partida con mayor volumen de exportación, lo siguen los abonos minerales o químicos nitrogenados. Las exportaciones menos relevantes son las de abonos minerales o químicos fosfatados, situándose muy lejos de las cifras de los otros productos.
- Los fertilizantes importados entran al país vía marítima en barcos graneleros. El precio de los fertilizantes importados comercializados en Chile dependen del precio internacional (95,2%); de los servicios portuarios, ensacado, bodegaje y transporte (4,7%) y de los gastos de internación (0,1%).

Anexo 8.3 Evaluación Técnico-Económica Fitosanitario natural a partir de extractos de brea

EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICA

“Fitosanitario natural a partir de extractos de brea”

Proyecto FIC Atacama 2016 “Valorización de la Brea (*Tessaria absinthioides*)
proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración
de productos comerciales” Código BIP 30486479-0

Solicitante: Alejandra Pérez Loyola
Empresa: Universidad de Concepción
Teléfono: 41-2661844
Fecha: 08-marzo-2019

Contenido

1. Introducción	3
2. Definición de escenario	4
3. Antecedentes	4
3.1 Inversión Inicial	4
3.2 Costo Materia Prima e insumos	5
3.3 Precio de venta Fitosanitario de extractos de Brea	5
3.4 Capacidad y nivel de producción	5
4. Estudio Económico	6
4.1 Tasa de descuento	6
4.2 Horizonte de evaluación	6
4.3 Ingresos	6
4.4 Capital humano	6
4.5 Costo eléctrico	11
4.6 Mantenimiento	11
4.7 Otros gastos administrativos	11
5. Evaluación Económica	12
5.1 Análisis de sensibilidad	12

Tablas

Tabla 1. Antecedentes generales	4
Tabla 2. Inversión Inicial	5
Tabla 3. Precio Materia prima e insumos	5
Tabla 4. Costo personal administrativo	6
Tabla 5. Costo personal operacional	7
Tabla 6. Descripción de Cargos	8
Tabla 7. Costo eléctrico planta de extracción	11
Tabla 8. Costo de mantención	11
Tabla 9. Otros gastos administrativos	11
Tabla 10. Resumen indicadores y antecedentes de la evaluación con VAN = 0	12
Tabla 11. Sensibilidad Planta de extracción de brea - Precio de venta	12
Tabla 12. Flujo de Caja Planta de extracción de Brea VAN = 0	13

EST - Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda.

Avda. Cordillera N° 2634, Parque Industrial Coronel, Coronel. Chile

T: +56 (041) 2661811, F: +56 (041) 2751233

1. Introducción

La región de Atacama cuenta con un gran potencial agropecuario que se refleja en las 19.734,7 hectáreas dedicadas al sector silvoagropecuario. No obstante, de acuerdo a los últimos censos agrícolas efectuados, la región ha registrado una constante disminución de la superficie frutícola desde el año 2010 a la fecha con 650 hectáreas menos. Una de las causas más importantes está dada por la escasez hídrica que afecta a la zona, la calidad de los suelos y la proliferación de malezas, donde destaca la Brea (*Tessaria absinthioides*), planta endémica de nuestro país que actualmente es una invasora de los cultivos de olivos. A partir de estos antecedentes se desarrolló el proyecto FIC Atacama “Valorización de la brea (*Tessaria absinthioides*) proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales” con el fin de desarrollar productos comerciales que atraigan inversiones a la región y establezcan nuevas fuentes de trabajo y que adicionalmente puedan tener potenciales beneficios en los sectores productivos relevantes de Atacama para solucionar las problemáticas que posee.

El presente informe detalla el análisis económico del desarrollo de una planta de Extracción sólido-líquido de Brea de 500 gr/h para la producción de solución fitosanitaria a partir de extractos de brea, para un inversionista que comience el negocio desde cero, que posee maquinaria ni infraestructura. Para el desarrollo de la presente evaluación se consideró el diseño de una planta básica de Extracción, factores de producción, personal administrativo y operacional, etc., y se evaluó el negocio productivo a 10 años, considerando diferentes precios de venta del producto a desarrollar.

2. Definición de escenario

La presente evaluación económica analiza el comportamiento económico de una planta para la extracción de un compuesto fitosanitario a partir de la Brea. Esta tecnología permite procesar la brea, abundante en el norte del país, para obtener un producto fitosanitario para su aplicación en cultivos presentes en la Región de Atacama, como también a lo largo del país.

Para el desarrollo de la presente evaluación, se consideró todos los recursos necesarios para la instalación y operación de la planta productiva y venta del producto obtenido. También se realizó una sensibilidad de precio de venta del producto, con el fin de evaluar la rentabilidad del negocio. Cabe destacar que debido a la información disponible a la fecha, se utilizaron herramientas de valorización cualitativas y cuantitativas. Se consideró un mercado de venta ideal, el cual no posee un crecimiento en los costos y precios de venta, al igual que una venta total de los productos, por un horizonte productivo de 10 años.

3. Antecedentes

La evaluación para la planta productiva de fitosanitario se realizó bajo ciertos parámetros. En la Tabla 1 se presentan a modo de resumen los antecedentes generales para la evaluación económica.

Tabla 1. Antecedentes generales.

Antecedentes Generales	
Costo Electricidad (\$CLP/kWh)	\$98
Costo Agua (\$CLP/m3)	\$417.17
Dólar Obs. (Marzo 2019)	\$667
Capacidad Planta (gr/h)	500 (Mínimo)
Producción anual (Kg/año)	857,64
Materia prima necesaria (Kg/año)	28.490

3.1 Inversión Inicial

Para el cálculo de la inversión inicial se consideró una plana capaz de producir al menos 500 gr/h del extracto de brea, para cumplir con los requerimientos de producción, para esto se cotizaron los diferentes equipos necesarios para realizar esta labor, que fueron cotizados a distintos proveedores. De esta forma se determinó una inversión inicial de \$ 41.446.000 CLP, lo cual se muestra en la Tabla 2. En cuanto a la depreciación, se consideró un periodo de 15 años, lo que genera un valor residual al año 10 de la evaluación económica de \$ 13.815.333 CLP, los cuales son considerados como ingresos para ese periodo.

Tabla 2. Inversión Inicial.

Ítem	Monto Inversión (CLP)	Depreciación (CLP)	Valor Residual (CLP)
Inversión inicial	\$ 41.466.000	\$ 2.763.067	\$ 13.815.333

3.2 Costo Materia Prima e insumos

La materia prima utilizada corresponde a la maleza brea, la cual se encuentra presente en grandes cantidades en el norte del país, esta materia prima no posee un costo real, ya que es una maleza, por lo cual se estimó por medio de la contratación de un operador encargado de cosechar esta MP, dicha contratación corresponde a los gastos en la cosecha de esta maleza. En cuanto a los insumos, estos corresponden a los envases de este producto, en donde, se consideraron bidones de plásticos de 1L de capacidad de uso agrícola.

Tabla 3. Precio Materia prima e insumos.

Ítem	CLP/año
Costo materia prima	\$ 5.400.000
Bidones 1L	\$ 2.811.944

3.3 Precio de venta Fitosanitario de extractos de Brea

El producto final comercial se obtendrá mediante un proceso de extracción de sólido a líquido de la maleza de brea, este producto está catalogado como un fitosanitario. Estos productos son diversos y generalmente tienen distintas funciones y precios de mercado. Debido a estos, y que el producto desarrollado aún se encuentra en etapas de desarrollo, no se puede fijar un precio de venta de mercado. Es por esto que para esta evaluación económica se estableció un VAN 0 del negocio productivo y en base al valor obtenido se realizó una sensibilidad de este precio con distintos márgenes de ganancia y se analizó la rentabilidad de este producto.

3.4 Capacidad y nivel de producción

Para el diseño de la planta se consideró el mercado potencial de este fitosanitario y la disponibilidad de la materia prima en la Región de Atacama. Los cultivos objetivos de este fitosanitario corresponden a: vid de mesa, mandarino, limonero, naranjo vid blancas y vid tintas; estos cultivos poseen una superficie de 7.029,86 Ha en esta región, por lo cual se espera poder abarcar el 100% de este mercado. Para ello es necesaria una producción anual de 854 Kg del extracto de brea, considerando una jornada laboral de 45 horas semanales, 250 días al año.

4. Estudio Económico

4.1 Tasa de descuento

De acuerdo a las incubadora de proyectos de la Universidad del Bío Bío, de la Universidad de Concepción e Innova Biobío, los cuales son los encargados de potenciar proyectos de innovación, como es el caso de la planta de pirolisis de plástico evaluada, se recomienda evaluar los proyectos incipientes, con un tasa de descuento entre el 12% - 15%. Con la finalidad de exigir mayor rentabilidad al proyecto, se decidió utilizar una tasa de descuento del 15%.

4.2 Horizonte de evaluación

Para determinar el horizonte de evaluación de la planta industrial de extracción sólido-líquido de brea, se considera la vida útil de una planta, cuyo valor estimado oscila entre los 10 y 20 años, según el tipo de equipo y las condiciones de trabajo (J. Costa López and S. Cervera March, 1985). Teniendo esto en consideración, se establece un horizonte de evaluación de 10 años.

4.3 Ingresos

Los ingresos corresponden a los percibidos por la venta del producto obtenido del proceso productivo al precio de venta sugerido y regulado por el mercado de los fitosanitarios. Para la planta de extracción de brea, el producto comercial corresponde aun fitosanitario agrícola.

4.4 Capital humano

El cálculo del costo del capital humano para la operación del negocio productivo considera dos áreas: (1) el personal administrativo y (2) el personal técnico, dedicado a la operación de la planta. En el caso de los operarios de la planta, se considera 1 turno de 9 horas, para los ingenieros, laboratorista y mantención, se consideró media jornada de trabajo por cada turno y para el personal administrativo solo un cuarto de dedicación en horario de oficina (por lo tanto se considera que la planta estará adosada a otra actividad productiva).

Se considera un total de 12 personas para la operación del negocio productivo, divididas entre cargos administrativos (4 personas) y técnicos (8 personas), cuyo costo y descripción de cargos se presenta a continuación.

Tabla 4. Costo personal administrativo.

Personal administrativo			
Cargo	Cantidad	Costo CLP/mes	Costo (CLP/año)
Gerente general	0,25	3.000.000	9.000.000
Secretaria de gerencia/ Secretaria general	0,25	600.000	1.800.000
Marketing/Ventas	0,25	800.000	2.400.000
Recursos humanos y administración	0,25	700.000	2.100.000
Costo Total Anual			15.300.000

Tabla 5. Costo personal operacional.

Cargo	Personal operacional		Costo (CLP/año)
	Cantidad	Costo (CLP/mes)	
Ingeniero/Jefe de operaciones	0.5	1.500.000	9.000.000
Mantenición	0.5	1.000.000	6.000.000
Laboratorista	0.5	700.000	4.200.000
Operador Bodega	1	450.000	5.400.000
Operador 1	1	450.000	5.400.000
Operador 2	1	450.000	5.400.000
Operador 3	1	450.000	5.400.000
Operador 4	1	450.000	5.400.000
Costo Total Anual			46.200.000



A continuación, se presenta la descripción de cargos, con un formato de elaboración propia basado en las consideraciones y contenidos que son necesarios para cada labor en particular.

Tabla 6. Descripción de Cargos.

Cargo	Objetivos del Cargo	Tareas y Responsabilidades
Gerente General	Dirigir y coordinar todas las actividades de la empresa.	- Velar por el correcto funcionamiento de la empresa. - Analizar estadísticas de ventas y comportamiento de clientes para mejorar el servicio. - Formular políticas y procedimientos, destinados a garantizar altos estándares en materia de rendimiento, disponibilidad y seguridad de la empresa.
Secretaria de Gerencia / Secretaria General	Dar apoyo a labores administrativas y agenda del gerente general.	- Administrar la documentación de la organización y del gerente. - Coordinar agenda y llamados del gerente - Administrar, manejar y controlar la información de forma electrónica.
Administración y RR.HH.	Planificar, dirigir y controlar la administración financiera, de personal y de los recursos materiales de la empresa.	- Controlar administrativa y disciplinariamente al personal. - Procurar que la planificación, los métodos, procedimientos administrativos y las normas que lo rigen, produzcan el continuo mejoramiento de la empresa. - Tramitar órdenes de servicio de mantenimiento, de los equipos de las oficinas, y el mantenimiento general de las instalaciones de la planta. - Llevar el control del suministro de materiales de las oficinas. - Llevar el control de contratos contraídos por la empresa con trabajadores y prestadores de servicios. - Gestionar Licitaciones. - Elaborar, revisar y corregir los convenios y contratos en los que la empresa sea parte, previamente a su celebración. - Compilar y mantener actualizadas los documentos asociados al personal y la empresa.

EST - Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda.

Avda. Cordillera N° 2634, Parque Industrial Coronel, Coronel. Chile

T: +56 (041) 2661811, F: +56 (041) 2751233

Ventas	Ocuparse de la difusión y mercadeo de la empresa. Realizar el contacto directo con los clientes y ocuparse del proceso de venta y post venta.	- Comunicación y Relaciones Públicas. - Buscar potenciales clientes. - Captar y segmentar los clientes para el desarrollo del negocio. - Realizar la conexión directa con clientes. - Hacer seguimiento a los clientes en sistema post venta. - Diseñar, planificar y ejecutar todas las estrategias de ventas de la empresa, lo que incluye investigación de mercado, promoción y publicidad, marketing directo. - Gestión de proveedores y contratos.
Ingeniero de operaciones	Planificar, administrar, controlar y monitorear el área de operaciones.	- Diseño de estrategias y políticas correctas para la operación de la planta - Corresponsable de la debida ejecución y desarrollo del proceso. - Identificar y poner en conocimiento de la gerencia los requerimientos técnicos, humanos y logísticos necesarios para cumplir con sus metas y objetivos. - Obtener retroalimentación del personal para obtener mejoras en los procesos.
Laboratorista	Analizar, controlar y corregir problemas en la calidad de la producción, y que ésta cumpla con los estándares de la empresa.	- Asegurarse de que se establezcan, implementen y mantengan los productos necesarios para el sistema de gestión de la calidad. - Garantizar el cumplimiento de las metas programas para el sistema de calidad. - Definir mediante los correspondientes protocolos de análisis, el estatus de calidad (aprobación o rechazo) de los lotes de materia prima y producto terminado.
Mantenición	Controlar sistemáticamente la aplicación del programa de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de los equipos de la planta, velando por el cumplimiento de las normas y estándares de calidad, y garantizando la disponibilidad de los equipos que intervienen en los procesos, como apoyo a la producción eficiente y continua.	- Ordena y supervisa el mantenimiento de las instalaciones y la reparación de equipos. - Estimar el tiempo y los recursos necesarios para realizar las labores de mantenimiento y reparaciones. - Elabora los pedidos de materiales y repuestos. - Planificar, coordinar y controlar el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y sistemas eléctricos, electrónicos y/o mecánicos. - Inspecciona el progreso, calidad y cantidad de trabajos ejecutados. - Evaluar permanentemente los indicadores de gestión de fallas (número, frecuencia, severidad, tiempo medio, paradas, reparaciones, costo de mantenimiento, entre otros), con el fin de

		tomar las medidas de acción oportunas para el cumplimiento del programa de mantenimiento establecido. - Controlar el oportuno aprovisionamiento de las partes y repuestos requeridos en la bodega a su cargo, para la atención de las necesidades de mantenimiento de los equipos industriales
Operador bodega	Responsable del correcto funcionamiento, coordinación y organización de los insumo (proveedores), transporte y del producto final.	- Llevar a cabo el cumplimiento del plan de entrega a los clientes. - Supervisar funcionamiento de bodega. - Gestionar compra de insumos en caso de que falte. - Dirigir al personal de manera que se hagan los despachos de productos en la cantidad, calidad, tiempo y lugar solicitado por los clientes. - Gestionar la relación con los proveedores. - Coordinar las diferentes áreas de almacén (entradas, reposición, preparación de pedidos y transporte de los mismos). - Establecer requerimientos de calidad a proveedores para la compra de insumos.
Operadores 1 a 4	Regula y controla la operación, a través de paneles de control o manualmente, realizando los ajustes necesarios para alcanzar y mantener el régimen de operación para cumplir con el plan de producción.	- Prepara y acondiciona máquinas, equipos e instalaciones de la planta para la puesta en marcha del proceso, siguiendo el procedimiento establecido. - Mide las variables del proceso con los instrumentos y periodicidad establecidos. - Actúa sobre el proceso mediante instrumentos de control, para alcanzar y mantener el régimen de operación.

4.5 Costo eléctrico

El costo eléctrico de la planta productiva esta dado principalmente por el consumo de cada equipo necesario para la obtención del producto. A continuación se presenta el costo eléctrico en detalle.

Tabla 7. Costo eléctrico planta de extracción.

Equipo	Potencia (kW)	Operación (hh/día)	Operación (días/semana)	Consumo Eléctrico Anual (kWh)	Costo (CLP/año)
Molino de cuchillas	5,2	8	5	10.400	\$ 1.019.200
Segadora	18,64	8	5	37.280	\$ 3.653.440
Planta de extracción	2,5	8	5	5.000	\$ 490.000
Equipos de control	1	8	5	2.000	\$ 196.000
Total	27,34	8	5	54.680	\$ 5.358.640

4.6 Mantenimiento

El mantenimiento incluye el costo de mano de obra, materiales y supervisión. De acuerdo a Peters & Timmerhaus “*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*”, los costos anuales de mantenimiento pueden representar desde un 2% del costo de los equipos hasta un 20%. En las industrias de proceso, el costo total de mantenimiento para la planta y reparaciones es aproximadamente de 5% de la inversión realizada en la compra de los equipos, por lo cual en la presente evaluación se consideró esta cifra, tomando en consideración que la operación corresponde a un proceso promedio y con condiciones de operación normales.

Tabla 8. Costo de mantención.

Ítem	CLP /año
Mantención Equipos	\$ 2.072.300

4.7 Otros gastos administrativos

Se incluyen costos de internet y telefonía para el personal administrativo de la planta de Extracción

Tabla 9. Otros gastos administrativos.

Ítem	Costo Mensual (CLP)	Costo Anual (CLP)
Internet	26.000	312.000
Telefonía	50.000	600.000
Costo Total anual		912.000

5. Evaluación Económica

A continuación, se presenta la evaluación económica para la planta de extracción de un fitosanitario a partir de brea. Los flujos e indicadores económicos presentados a continuación, consideran los antecedentes estipulados en la sección anterior del presente informe. En primera instancia, se realizó un flujo de caja para determinar el VAN= 0 de la producción de este fitosanitario, en base al precio de venta de este producto. Los resultados se muestran en la Tabla 10 y en la Tabla 12.

Tabla 10. Resumen indicadores y antecedentes de la evaluación con VAN = 0.

Escenario	Precio de Venta (CLP/L)	Inversión Inicial (CLP)	VAN (CLP)	TIR	PAYBACK (años)
VAN=0	\$ 12.010	\$ 41.446.000	\$ 0	15%	10

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el precio mínimo al cual se puede vender este producto fitosanitario agrícola en base a extractos de brea es de \$ 12.010 CLP/L, esto significa que con un precio de venta mayor a este, el negocio productivo comienza a tener rentabilidad.

En base a la variable precio de venta, se realizó un análisis de sensibilidad para la planta de producción del fitosanitario en base a extractos de brea.

5.1 Análisis de sensibilidad

A continuación se detalla el análisis de sensibilidad para la planta de producción de un fitosanitario a partir de extractos de brea, en donde, la variable utilizada para dicho análisis corresponde a la variable “precio de venta” del producto. Se consideraron varios escenarios, los cuales representan distintos márgenes de rentabilidad para el producto, partiendo con un margen del 20% hasta el 60% por sobre el precio de venta mínimo obtenido cuando el VAN = 0. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Sensibilidad Planta de extracción de brea - Precio de venta

Factor sobre precio mínimo	Precio de Venta (CLP/ton)	VAN (CLP)	TIR	PAYBACK (años)
1.2	\$ 14.411	\$ 63.556.889	48%	2,42
1.3	\$ 15.612	\$ 95.335.333	64%	1,69
1.4	\$ 16.813	\$ 127.113.777	79%	1,38
1.5	\$ 18.014	\$ 158.892.221	95%	1,18
1.6	\$ 19.215	\$ 190.670.666	110%	1,03

La modificación de la variable “precio de venta” permite observar y evaluar los distintos escenarios a los que se puede ver expuesto un inversionista que desee implementar este negocio productivo. Como se puede observar en la tabla, para todos los factores evaluados, se obtiene un VAN positivo, TIR alta y un PAYBACK menor a 3 años. Desde un 40% sobre el precio mínimo se obtienen ganancias significativas por sobre los 100 MM, lo que se traduce en un negocio más atractivo y con periodos cortos de recuperación de la inversión inicial.

Finalmente este negocio al poseer una inversión inicial baja, materia prima de bajo costo (maleza que no posee un valor comercial actualmente) y un proceso productivo de baja complejidad, este negocio resulta rentable en todos los escenarios planteados.

Tabla 12. Flujo de Caja Planta de extracción de Brea VAN = 0.

AÑOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESO POR VENTAS		\$ 84.425.608	\$ 84.425.608	\$ 84.425.608	\$ 84.425.608	\$ 84.425.608	\$ 84.425.608	\$ 84.425.608	\$ 84.425.608	\$ 84.425.608	\$ 84.425.608
Producción (litros/año)		7.029,9	7.029,9	7.029,9	7.029,9	7.029,9	7.029,9	7.029,9	7.029,9	7.029,9	7.029,9
COSTOS VARIABLES (CV)											
Costo MP		-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000
Costo de Mantenimiento		-\$ 2.072.300	-\$ 2.072.300	-\$ 2.072.300	-\$ 2.072.300	-\$ 2.072.300	-\$ 2.072.300	-\$ 2.072.300	-\$ 2.072.300	-\$ 2.072.300	-\$ 2.072.300
Energía Porceso productivo		-\$ 5.358.640	-\$ 5.358.640	-\$ 5.358.640	-\$ 5.358.640	-\$ 5.358.640	-\$ 5.358.640	-\$ 5.358.640	-\$ 5.358.640	-\$ 5.358.640	-\$ 5.358.640
TOTAL COSTOS VARIABLES		-\$ 12.830.940	-\$ 12.830.940	-\$ 12.830.940	-\$ 12.830.940	-\$ 12.830.940	-\$ 12.830.940	-\$ 12.830.940	-\$ 12.830.940	-\$ 12.830.940	-\$ 12.830.940
COSTOS FIJOS (CF)											
Gasto Administrativos		-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000
Recursos humanos		-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000
Depreciación		-\$ 2.763.067	-\$ 2.763.067	-\$ 2.763.067	-\$ 2.763.067	-\$ 2.763.067	-\$ 2.763.067	-\$ 2.763.067	-\$ 2.763.067	-\$ 2.763.067	-\$ 2.763.067
TOTAL COSTOS FIJOS		-\$ 65.175.067	-\$ 65.175.067	-\$ 65.175.067	-\$ 65.175.067	-\$ 65.175.067	-\$ 65.175.067	-\$ 65.175.067	-\$ 65.175.067	-\$ 65.175.067	-\$ 65.175.067
TOTAL COSTOS = CV + CF		-\$ 78.006.007	-\$ 78.006.007	-\$ 78.006.007	-\$ 78.006.007	-\$ 78.006.007	-\$ 78.006.007	-\$ 78.006.007	-\$ 78.006.007	-\$ 78.006.007	-\$ 78.006.007
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 6.419.601	\$ 6.419.601	\$ 6.419.601	\$ 6.419.601	\$ 6.419.601	\$ 6.419.601	\$ 6.419.601	\$ 6.419.601	\$ 6.419.601	\$ 6.419.601
Impuesto sobre la renta (25%)		-\$ 1.604.900	-\$ 1.604.900	-\$ 1.604.900	-\$ 1.604.900	-\$ 1.604.900	-\$ 1.604.900	-\$ 1.604.900	-\$ 1.604.900	-\$ 1.604.900	-\$ 1.604.900
UTILIDAD DESPUÉS DEL IMPUESTO		\$ 4.814.701	\$ 4.814.701	\$ 4.814.701	\$ 4.814.701	\$ 4.814.701	\$ 4.814.701	\$ 4.814.701	\$ 4.814.701	\$ 4.814.701	\$ 4.814.701
DEPRECIACIÓN		\$ 2.763.067	\$ 2.763.067	\$ 2.763.067	\$ 2.763.067	\$ 2.763.067	\$ 2.763.067	\$ 2.763.067	\$ 2.763.067	\$ 2.763.067	\$ 2.763.067
VALOR RESIDUAL											\$ 13.815.333
COSTOS DE INVERSIÓN (CI)	-\$ 41.446.000										
TOTAL CI	-\$ 41.446.000										
FLUJO DE CAJA NETO	-\$ 41.446.000	\$ 7.577.767	\$ 7.577.767	\$ 7.577.767	\$ 7.577.767	\$ 7.577.767	\$ 7.577.767	\$ 7.577.767	\$ 7.577.767	\$ 7.577.767	\$ 21.393.101
ACUMULADO	-\$ 41.446.000	-\$ 34.856.637	-\$ 29.126.756	-\$ 24.144.251	-\$ 19.811.638	-\$ 16.044.149	-\$ 12.768.071	-\$ 9.919.307	-\$ 7.442.122	-\$ 5.288.047	\$ -

Anexo 8.4 Evaluación Técnico-Económica Pellets de brea como retenedor de humedad en suelos

EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICA

“Tecnología Pellets de brea como retenedor de humedad en suelos”

Proyecto FIC Atacama 2016 “Valorización de la Brea (*Tessaria absinthioides*)
proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración
de productos comerciales” Código BIP 30486479-0

Solicitante: Alejandra Pérez Loyola
Empresa: Universidad de Concepción
Teléfono: 41-2661844
Fecha: 28-febrero-2019

Contenido

1. Introducción	3
2. Definición de escenario	4
3. Antecedentes	4
3.1 Inversión Inicial	4
3.2 Costo Materia Prima e insumos	5
3.3 Precio de venta Pellet de brea	5
3.4 Capacidad y nivel de producción	5
4. Estudio Económico	5
4.1 Tasa de descuento	5
4.2 Horizonte de evaluación	5
4.3 Ingresos	6
4.3 Capital humano	6
4.4 Costo eléctrico	10
4.5 Mantenimiento	10
4.6 Otros gastos administrativos	10
5. Evaluación Económica	11
5.1 Análisis de sensibilidad	11

Tablas

Tabla 1. Antecedentes generales	4
Tabla 2. Inversión Inicial	4
Tabla 3. Precio Materia prima e insumos	5
Tabla 4. Costo personal administrativo	6
Tabla 5. Costo personal operacional	6
Tabla 6. Descripción de Cargos	7
Tabla 7. Costo eléctrico planta de pellet	10
Tabla 8. Costo de mantención	10
Tabla 9. Otros gastos administrativos	10
Tabla 10. Resumen indicadores y antecedentes de la evaluación VAN = 0.	11
Tabla 11. Sensibilidad Planta de Pelletizado de brea – Precio de venta	11
Tabla 12. Flujo de Caja Planta Pelletizado de brea VAN = 0.	12

1. Introducción

La región de Atacama cuenta con un gran potencial agropecuario que se refleja en las 19.734,7 hectáreas dedicadas al sector silvoagropecuario. No obstante, de acuerdo a los últimos censos agrícolas efectuados, la región ha registrado una constante disminución de la superficie frutícola desde el año 2010 a la fecha con 650 hectáreas menos. Una de las causas más importantes está dada por la escasez hídrica que afecta a la zona, la calidad de los suelos y la proliferación de malezas, donde destaca la Brea (*Tessaria absinthioides*), planta endémica de nuestro país que actualmente es una invasora de los cultivos de olivos. A partir de estos antecedentes se desarrolló el proyecto FIC Atacama “Valorización de la brea (*Tessaria absinthioides*) proveniente de la Región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales” con el fin de desarrollar productos comerciales que atraigan inversiones a la región y establezcan nuevas fuentes de trabajo y que adicionalmente puedan tener potenciales beneficios en los sectores productivos relevantes de Atacama para solucionar las problemáticas que posee.

El presente informe detalla el análisis económico del desarrollo de una planta de Pelletizado de Brea de 2,5 ton/h para la producción de un enmendador, para un inversionista que comience el negocio desde cero, que posee maquinaria ni infraestructura. Para el desarrollo de la presente evaluación se consideró el diseño de una planta básica de Pelletizado, factores de producción, personal administrativo y operacional, etc., y se evaluó el negocio productivo a 10 años, considerando diferentes precios de venta del producto a desarrollar.

2. Definición de escenario

La presente evaluación económica analiza y evalúa el comportamiento económico de una planta industrial de Pelletizado de brea. Esta tecnología permite procesar la maleza brea, abundante en el norte del país, para obtener un pellet con características de un enmendador de suelos, para la aplicación en los cultivos presentes en la Región de Atacama, como también a lo largo del país.

Para el desarrollo de la presente evaluación, se consideró todos los recursos necesarios para la instalación y operación de la planta productiva y venta del producto obtenido. También se realizó una sensibilidad de precio de venta del producto, con el fin de evaluar la rentabilidad del negocio productivo. Cabe destacar que, de acuerdo a la información disponible a la fecha, se utilizaron herramientas de valoraciones cualitativas y cuantitativas. Se consideró un mercado de venta ideal (sin crecimiento en los costos ni precios de venta, al igual que una venta total de los productos) durante un horizonte productivo de 10 años.

3. Antecedentes

La evaluación para la planta industrial de Pelletizado de brea se realizó bajo ciertos antecedentes. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan a modo de resumen los antecedentes generales para la evaluación económica.

Tabla 1. Antecedentes generales

Costo Electricidad (\$CLP/kWh)	\$98
Costo Agua (\$CLP/m ³)	\$417.17
Dólar Obs. (Enero 2019)	\$667
Capacidad Planta (kg/h)	2.000
Producción anual (ton/año)	4.473,59
Materia prima necesaria (ton/año)	4.473,59

3.1 Inversión Inicial

Para el cálculo de la inversión inicial se consideró una planta capaz de producir 2,5 ton/h para cumplir con los requerimientos de producción, para esto se cotizaron los diferentes equipos necesarios para realizar esta labor, los cuales fueron cotizados a distintos proveedores. De esta forma se determinó una inversión de \$ 65.562.100 CLP, lo cual se detalla en la Tabla 2. En cuanto a la depreciación, se consideró la depreciación de los equipos en 15 años, lo que genera un valor residual al año 10 de \$ 19.18.367 CLP, que son considerados como ingresos en este periodo.

Tabla 2. Inversión Inicial

Ítem	Monto Inversión (CLP)	Depreciación (CLP)	Valor Residual (CLP)
Inversión inicial	\$ 65.562.100	\$ 5.837.473	\$ 19.187.367

3.2 Costo Materia Prima e insumos

La materia prima a utilizar corresponde a la maleza brea, la cual se encuentra presente en grandes cantidades en el norte del país, el costo de esta materia prima se estimó en \$ 1.207 CLP/ton, que corresponde a los gastos de cosecha y transporte de este material. En cuanto a insumos se consideró maxi sacos de 2 toneladas para envasar este producto.

Tabla 3. Precio Materia prima e insumos

Ítem	CLP/ton	CLP/año
Costo materia prima	\$ 1.207	\$ 5.400.000
Maxi sacos	\$ 6.650	\$14.874.687

3.3 Precio de venta Pellet de brea

El producto comercial se obtendrá mediante el proceso de Pelletizado de la maleza brea, este producto es catalogado como una enmienda de suelo. Estas enmiendas de suelo son diversas y generalmente tienen distintas funciones y a un precio de mercado distinto para cada una de ellas según la función que cumplen en los suelos aplicados. Debido a esto, el producto desarrollado aún se encuentra en fase de estudio, por lo cual no posee un precio de venta. Es por esto que para la evaluación económica se estableció el VAN 0 del negocio productivo y en base a ese valor se realizó una sensibilidad de precio, en donde se analizó la rentabilidad de este y se propuso un precio de venta preliminar para el producto.

3.4 Capacidad y nivel de producción

Para el diseño de la planta de producción de pellets de brea, se consideró el mercado potencial de este producto en la región de Atacama. Los cultivos objetivo de esta enmienda son: vid de mesa, olivo, mandarina, limonero, naranjo, vid blancas y tintas, estas comprenden una superficie de 8.947,18 ha, en donde, el mercado real corresponde al 25% de esta superficie, lo que se traduce en 2.236,79 ha. Para cada hectárea son necesarias 2 ton de enmienda, lo que significa una producción anual de 4.473,59 ton/año, para ello es necesario producir aproximadamente 2,5 ton/hrs, 8 horas por día, 5 días a la semana y 250 días al año, para alcanzar los objetivos de producción planteados

4. Estudio Económico

4.1 Tasa de descuento

De acuerdo a las incubadora de proyectos de la Universidad del Bío Bío, de la Universidad de Concepción e Innova Biobío, los cuales son los encargados de potenciar proyectos de innovación, como es el caso de la planta de pelletización de brea evaluada, se recomienda evaluar los proyectos incipientes, con un tasa de descuento entre el 12% - 15%. Con la finalidad de exigir mayor rentabilidad al proyecto, se decidió utilizar una tasa de descuento del 15%.

4.2 Horizonte de evaluación

Para determinar el horizonte de evaluación de la planta industrial de pellet de brea, se considera la vida útil de una planta, cuyo valor estimado oscila entre los 10 y 20 años, según el tipo de equipo y las condiciones de trabajo (J. Costa López and S. Cervera March, 1985). Teniendo esto en consideración, se establece un horizonte de evaluación de 10 años.

4.3 Ingresos

Los ingresos corresponden a los percibidos por la venta del producto obtenido del proceso productivo al precio de venta sugerido y regulado por el mercado de las enmiendas de suelo. Para la planta de Pelletizado de brea, el producto comercial corresponde a un enmendador de suelo.

4.4 Capital humano

El cálculo del costo del capital humano para la operación del negocio productivo considera dos áreas: (1) el personal administrativo y (2) el personal técnico, dedicado a la operación de la planta. En el caso de los operarios de la planta, se considera 1 turno de 9 horas, para los ingenieros, laboratorista y mantención, se consideró media jornada de trabajo por cada turno y para el personal administrativo solo un cuarto de dedicación en horario de oficina (por lo tanto se considera que la planta estará adosada a otra actividad productiva).

Se considera un total de 12 personas para la operación del negocio productivo, divididas entre cargos administrativos (4 personas) y técnicos (8 personas), cuyo costo y descripción de cargos se presenta a continuación.

Tabla 4. Costo personal administrativo.

Personal administrativo			
Cargo	Cantidad	Costo CLP/mes	Costo (CLP/año)
Gerente general	0,25	3.000.000	9.000.000
Secretaria de gerencia/ Secretaria general	0,25	600.000	1.800.000
Marketing/Ventas	0,25	800.000	2.400.000
Recursos humanos y administración	0,25	700.000	2.100.000
Costo Total Anual			15.300.000

Tabla 5. Costo personal operacional.

Personal operacional			
Cargo	Cantidad	Costo (CLP/mes)	Costo (CLP/año)
Ingeniero/Jefe de operaciones	0.5	1.500.000	9.000.000
Mantención	0.5	1.000.000	6.000.000
Laboratorista	0.5	700.000	4.200.000
Operador Bodega	1	450.000	5.400.000
Operador 1	1	450.000	5.400.000
Operador 2	1	450.000	5.400.000
Operador 3	1	450.000	5.400.000
Operador 4	1	450.000	5.400.000
Costo Total Anual			46.200.000



A continuación, se presenta la descripción de cargos, con un formato de elaboración propia basado en las consideraciones y contenidos que son necesarios para cada labor en particular.

Tabla 6. Descripción de Cargos.

Cargo	Objetivos del Cargo	Tareas y Responsabilidades
Gerente General	Dirigir y coordinar todas las actividades de la empresa.	- Velar por el correcto funcionamiento de la empresa. - Analizar estadísticas de ventas y comportamiento de clientes para mejorar el servicio. - Formular políticas y procedimientos, destinados a garantizar altos estándares en materia de rendimiento, disponibilidad y seguridad de la empresa.
Secretaria de Gerencia / Secretaria General	Dar apoyo a labores administrativas y agenda del gerente general.	- Administrar la documentación de la organización y del gerente. - Coordinar agenda y llamados del gerente - Administrar, manejar y controlar la información de forma electrónica.
Administración y RR.HH.	Planificar, dirigir y controlar la administración financiera, de personal y de los recursos materiales de la empresa.	- Controlar administrativa y disciplinariamente al personal. - Procurar que la planificación, los métodos, procedimientos administrativos y las normas que lo rigen, produzcan el continuo mejoramiento de la empresa. - Tramitar órdenes de servicio de mantenimiento, de los equipos de las oficinas, y el mantenimiento general de las instalaciones de la planta. - Llevar el control del suministro de materiales de las oficinas. - Llevar el control de contratos contraídos por la empresa con trabajadores y prestadores de servicios. - Gestionar Licitaciones. - Elaborar, revisar y corregir los convenios y contratos en los que la empresa sea parte, previamente a su celebración. - Compilar y mantener actualizadas los documentos asociados al personal y la empresa.

Ventas	Ocuparse de la difusión y mercadeo de la empresa. Realizar el contacto directo con los clientes y ocuparse del proceso de venta y post venta.	- Comunicación y Relaciones Públicas. - Buscar potenciales clientes. - Captar y segmentar los clientes para el desarrollo del negocio. - Realizar la conexión directa con clientes. - Hacer seguimiento a los clientes en sistema post venta. - Diseñar, planificar y ejecutar todas las estrategias de ventas de la empresa, lo que incluye investigación de mercado, promoción y publicidad, marketing directo. - Gestión de proveedores y contratos.
Ingeniero de operaciones	Planificar, administrar, controlar y monitorear el área de operaciones.	- Diseño de estrategias y políticas correctas para la operación de la planta - Corresponsable de la debida ejecución y desarrollo del proceso. - Identificar y poner en conocimiento de la gerencia los requerimientos técnicos, humanos y logísticos necesarios para cumplir con sus metas y objetivos. - Obtener retroalimentación del personal para obtener mejoras en los procesos.
Laboratorista	Analizar, controlar y corregir problemas en la calidad de la producción, y que ésta cumpla con los estándares de la empresa.	- Asegurarse de que se establezcan, implementen y mantengan los productos necesarios para el sistema de gestión de la calidad. - Garantizar el cumplimiento de las metas programas para el sistema de calidad. - Definir mediante los correspondientes protocolos de análisis, el estatus de calidad (aprobación o rechazo) de los lotes de materia prima y producto terminado.
Mantenición	Controlar sistemáticamente la aplicación del programa de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de los equipos de la planta, velando por el cumplimiento de las normas y estándares de calidad, y garantizando la disponibilidad de los equipos que intervienen en los procesos, como apoyo a la producción eficiente y continua.	- Ordena y supervisa el mantenimiento de las instalaciones y la reparación de equipos. - Estimar el tiempo y los recursos necesarios para realizar las labores de mantenimiento y reparaciones. - Elabora los pedidos de materiales y repuestos. - Planificar, coordinar y controlar el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y sistemas eléctricos, electrónicos y/o mecánicos. - Inspecciona el progreso, calidad y cantidad de trabajos ejecutados. - Evaluar permanentemente los indicadores de gestión de fallas (número, frecuencia, severidad, tiempo medio, paradas, reparaciones, costo de mantenimiento, entre otros), con el fin de

		tomar las medidas de acción oportunas para el cumplimiento del programa de mantenimiento establecido. - Controlar el oportuno aprovisionamiento de las partes y repuestos requeridos en la bodega a su cargo, para la atención de las necesidades de mantenimiento de los equipos industriales
Operador bodega	Responsable del correcto funcionamiento, coordinación y organización de los insumo (proveedores), transporte y del producto final.	- Llevar a cabo el cumplimiento del plan de entrega a los clientes. - Supervisar funcionamiento de bodega. - Gestionar compra de insumos en caso de que falte. - Dirigir al personal de manera que se hagan los despachos de productos en la cantidad, calidad, tiempo y lugar solicitado por los clientes. - Gestionar la relación con los proveedores. - Coordinar las diferentes áreas de almacén (entradas, reposición, preparación de pedidos y transporte de los mismos). - Establecer requerimientos de calidad a proveedores para la compra de insumos.
Operadores 1 a 4	Regula y controla la operación, a través de paneles de control o manualmente, realizando los ajustes necesarios para alcanzar y mantener el régimen de operación para cumplir con el plan de producción.	- Prepara y acondiciona máquinas, equipos e instalaciones de la planta para la puesta en marcha del proceso, siguiendo el procedimiento establecido. - Mide las variables del proceso con los instrumentos y periodicidad establecidos. - Actúa sobre el proceso mediante instrumentos de control, para alcanzar y mantener el régimen de operación.

4.5 Costo eléctrico

El costo eléctrico de la planta productiva esta dado principalmente por el consumo de cada equipo necesario para la obtención del producto. A continuación se presenta el costo eléctrico para la planta de Pelletizado de Brea.

Tabla 7. Costo eléctrico planta de pellet.

Equipo	Potencia (kW)	Operación (hh/día)	Operación (días/semana)	Consumo Eléctrico Anual (kWh)	Costo (CLP/año)
Molino de cuchillas	5,2	8	5	10.400	\$ 1.019.200
Pelletizadora	170,07	8	5	340.140	\$ 33.333.720
Enfriador	10,8	8	5	21.600	\$ 2.116.800
Segadora	18,64	8	5	37.280	\$ 3.653.440
Empaquetador	16,7	8	5	33.400	\$ 3.273.200
Equipos de control	1	8	5	2.000	\$ 196.000
Total	222,41			444.820	\$ 43.592.360

4.6 Mantenimiento

El mantenimiento incluye el costo de mano de obra, materiales y supervisión. De acuerdo a Peters & Timmerhaus “*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*”, los costos anuales de mantenimiento pueden representar desde un 2% del costo de los equipos hasta un 20%. En las industrias de proceso, el costo total de mantenimiento para la planta y reparaciones es aproximadamente de 5% de la inversión realizada en la compra de los equipos, por lo cual en la presente evaluación se consideró esta cifra, tomando en consideración que la operación corresponde a un proceso promedio y con condiciones de operación normales.

Tabla 8. Costo de mantención.

Ítem	CLP /año
Mantención Equipos	\$3.278.105

4.7 Otros gastos administrativos

Se incluyen costos de internet y telefonía para el personal administrativo de la planta de Pelletizado de brea.

Tabla 9. Otros gastos administrativos.

Ítem	Costo Mensual (CLP)	Costo Anual (CLP)
Internet	26.000	312.000
Telefonía	50.000	600.000
Costo Total anual		912.000

5. Evaluación Económica

A continuación, se presenta la evaluación económica para la planta de Pelletizado de brea con capacidad de 2,5 ton/h. Los flujos e indicadores económicos presentados a continuación consideran los antecedentes estipulados en la sección anterior del presente informe. En primera instancia se realizó un flujo de caja en donde se determinó el VAN = 0 de la producción del enmendador en base al precio de venta de este producto. Los resultados de este ejercicio se muestran en la Tabla 10 y en la Tabla 12.

Tabla 10. Resumen indicadores y antecedentes de la evaluación VAN = 0.

Escenario	Precio de Venta (CLP/ton)	Inversión Inicial (CLP)	VAN (CLP)	TIR	PAYBACK (años)
VAN=0	\$ 31.658	\$ 65.562.100	\$ 0	12%	10

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el precio mínimo a cual se puede vender el enmendador de suelo en base a brea es de \$31.658 por tonelada, esto significa que sobre este precio de venta el negocio comienza a ser rentable. Se debe considerar que la dosis de enmendador por hectárea es de 2 toneladas, por lo cual el precio por dosis es de \$ 63.316 CLP.

En base a la variable de precio de venta, se realizó un análisis de sensibilidad para la planta de Pelletizado de brea.

5.1 Análisis de sensibilidad

A continuación se muestra el análisis de sensibilidad para la planta de producción de enmendador de suelo, en donde, la variable utilizada para la ejecución de este análisis fue la variable “precio de venta” de los pellets producidos. Se consideraron varios escenarios, los cuales representan distintos márgenes de venta para el producto, partiendo de un margen del 10% hasta el 50% sobre el precio de venta mínimo obtenido al hacer el VAN = 0. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Sensibilidad Planta de Pelletizado de brea – Precio de venta.

Factor sobre precio mínimo	Precio de Venta (CLP/ton)	VAN (CLP)	TIR	PAYBACK (años)	Costo total (dosis/ha)
1.1	\$ 34.824	\$ 60.015.863	31%	3,7	\$ 69.648
1.2	\$ 37.990	\$ 120.031.725	48%	2.37	\$75.980
1.3	\$ 41.155	\$ 180.047.588	64%	1.65	\$82.310
1.4	\$ 44.321	\$ 240.063.451	81%	1.34	\$ 88.642
1.5	\$ 47.487	\$ 300.079.313	97%	1.14	\$ 94.974

La modificación de la variable “precio de venta” permite observar y evaluar los distintos escenarios que se puede ver expuesto un inversionista que desee implementar este negocio productivo. Como se puede apreciar en la tabla, con márgenes desde 20% sobre el precio mínimo, el negocio resulta atractivo, ya que poseen un VAN por sobre los \$ 100.000.000, una TIR alta y una recuperación de la inversión inicial menor a los 3 años, mientras que con 10% por sobre el precio mínimo se obtienen muy bajos ingresos, aunque el precio de venta para la dosis por hectárea de enmendador es la más acorde al mercado, ya que las enmiendas de suelo no poseen precios de venta elevados como los fertilizantes.

Tabla 12. Flujo de Caja Planta Pelletizado de brea VAN = 0.

AÑOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESO POR VENTAS		\$ 141.624.764	\$ 141.624.764	\$ 141.624.764	\$ 141.624.764	\$ 141.624.764	\$ 141.624.764	\$ 141.624.764	\$ 141.624.764	\$ 141.624.764	\$ 141.624.764
Producción (ton/año)		4.473,6	4.473,6	4.473,6	4.473,6	4.473,6	4.473,6	4.473,6	4.473,6	4.473,6	4.473,6
COSTOS VARIABLES (CV)											
Maxisaco		-\$ 14.874.687	-\$ 14.874.687	-\$ 14.874.687	-\$ 14.874.687	-\$ 14.874.687	-\$ 14.874.687	-\$ 14.874.687	-\$ 14.874.687	-\$ 14.874.687	-\$ 14.874.687
Consumo eléctrico Equipos		-\$ 43.592.360	-\$ 43.592.360	-\$ 43.592.360	-\$ 43.592.360	-\$ 43.592.360	-\$ 43.592.360	-\$ 43.592.360	-\$ 43.592.360	-\$ 43.592.360	-\$ 43.592.360
Costo MP		-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000	-\$ 5.400.000
Gastos de mantención (5% Costo de equipos)		-\$ 3.278.105	-\$ 3.278.105	-\$ 3.278.105	-\$ 3.278.105	-\$ 3.278.105	-\$ 3.278.105	-\$ 3.278.105	-\$ 3.278.105	-\$ 3.278.105	-\$ 3.278.105
TOTAL COSTOS VARIABLES		-\$ 67.145.152	-\$ 67.145.152	-\$ 67.145.152	-\$ 67.145.152	-\$ 67.145.152	-\$ 67.145.152	-\$ 67.145.152	-\$ 67.145.152	-\$ 67.145.152	-\$ 67.145.152
COSTOS FIJOS (CF)											
Gasto Administrativos		-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000	-\$ 912.000
Recursos humanos		-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000	-\$ 61.500.000
Depreciación		-\$ 5.837.473	-\$ 5.837.473	-\$ 5.837.473	-\$ 5.837.473	-\$ 5.837.473	-\$ 5.837.473	-\$ 5.837.473	-\$ 5.837.473	-\$ 5.837.473	-\$ 5.837.473
TOTAL COSTOS FIJOS		-\$ 68.249.473	-\$ 68.249.473	-\$ 68.249.473	-\$ 68.249.473	-\$ 68.249.473	-\$ 68.249.473	-\$ 68.249.473	-\$ 68.249.473	-\$ 68.249.473	-\$ 68.249.473
TOTAL COSTOS = CV + CF		-\$ 135.394.625	-\$ 135.394.625	-\$ 135.394.625	-\$ 135.394.625	-\$ 135.394.625	-\$ 135.394.625	-\$ 135.394.625	-\$ 135.394.625	-\$ 135.394.625	-\$ 135.394.625
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 6.230.139	\$ 6.230.139	\$ 6.230.139	\$ 6.230.139	\$ 6.230.139	\$ 6.230.139	\$ 6.230.139	\$ 6.230.139	\$ 6.230.139	\$ 6.230.139
Impuesto sobre la renta (25%)		-\$ 1.557.535	-\$ 1.557.535	-\$ 1.557.535	-\$ 1.557.535	-\$ 1.557.535	-\$ 1.557.535	-\$ 1.557.535	-\$ 1.557.535	-\$ 1.557.535	-\$ 1.557.535
UTILIDAD DESPUÉS DEL IMPUESTO		\$ 4.672.604	\$ 4.672.604	\$ 4.672.604	\$ 4.672.604	\$ 4.672.604	\$ 4.672.604	\$ 4.672.604	\$ 4.672.604	\$ 4.672.604	\$ 4.672.604
DEPRECIACIÓN		\$ 5.837.473	\$ 5.837.473	\$ 5.837.473	\$ 5.837.473	\$ 5.837.473	\$ 5.837.473	\$ 5.837.473	\$ 5.837.473	\$ 5.837.473	\$ 5.837.473
VALOR RESIDUAL											\$ 19.187.367
COSTOS DE INVERSIÓN (CI)	-\$ 65.562.100										
TOTAL CI	-\$ 65.562.100										
FLUJO DE CAJA NETO	-\$ 65.562.100	\$ 10.510.077	\$ 10.510.077	\$ 10.510.077	\$ 10.510.077	\$ 10.510.077	\$ 10.510.077	\$ 10.510.077	\$ 10.510.077	\$ 10.510.077	\$ 29.697.444
ACUMULADO	-\$ 65.562.100	-\$ 56.178.102	-\$ 47.799.533	-\$ 40.318.667	-\$ 33.639.323	-\$ 27.675.623	-\$ 22.350.891	-\$ 17.596.665	-\$ 13.351.821	-\$ 9.561.782	\$ 0

Anexo 8.5 Lista de asistencia Seminario de Inicio



Universidad
de Concepción



Seminario de Inicio

“Valorización de brea (Tessaria absinthioides) proveniente de la region de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales”

Fecha: 13 de diciembre de 2017

Nº	Nombre	Cargo/Empresa	Correo electrónico	Firma
1	Rovinsky	Cooperación	96332581	
2	Rodrigo Herrera	Agricultor		
3	Leonardo Pizarro	Agricultor	76284703	
4	Fernando González	Cooperación	2343391-5	
5	JUAN H. SANTANA A.		JH.SANTANA@GMAIL.COM	
6	Josma Del Real	Cooperación	ydesportillo@gmail.com	
7	Leonel Cepeda A.	Cooperación	CEPEDA@GMAIL.COM	
8	Man Pizarro	Cooperación		
9	Roberto Pizarro	Cooperación		

N°	Nombre	Cargo/Empresa	Correo electrónico	Firma
10	Martín Ruiz	LRS.		
11	Joan Cruz C.	LRS.		
12	Cristóbal Aguirre	LRS		
13	Monica Villalba			
14	STANKA MILOVIC	GOBERNACION		
15	Gregorio Jerez	AGRICOLA		
16	Hermanos Mayrún, AGT Huesos			
17	Walter Guzmán	Gobierno Regional de Atacama		
18	Alfonso Rosales	BOE FIC		
19	Companio Aguirre	INSAF		
20	Alfredo Soares	CASUL		
21	Claudio Martínez	PHOTODRONE		
22	Carla Pérez	UDC-UDT	C.perez@udt.cl	

Nº	Nombre	Cargo/Empresa	Correo electrónico	Firma
23	Alexandra Pérez	UdeC - Udt	a.perez@udt.cl	
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				

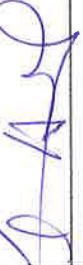
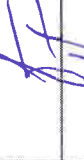
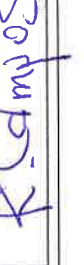


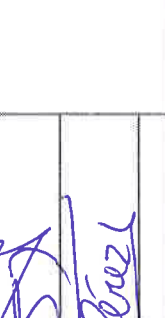
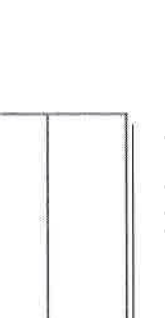
Anexo 8.6 Lista de asistencia Seminario de Cierre

Seminario de Cierre

“Valorización de brea (Tessaria absinthioides) proveniente de la region de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales”

Fecha: 31 de mayo de 2019

Nº	Nombre	Organización/Empresa	Correo electrónico	Firma
1	MARCO A. SANDOVAL E	UNIV. DE CONCEPCIÓN	MARCOA.SANDOVAL@UBEC.CL	
2	Ayo Roby J.	BOEFIC	robbyj@boefic.cl	
3	Gloria Luz Ballester	Comercial Comercio	gloria.luz.ballester@gmail.com	
4	José Acuña-Don	J.J. V.U. La Verde	joseacuna@jv.cl	
5	Alejandra Henríquez C	Comaf	alejandra.henriquez@comaf.cl	
6	San Teresa S. y C.	San Teresa S. y C.	San Teresa S. y C.	
7	Edith Meneses E.	De queso de alto al comer	edith.meneses@gmail.com	
8	Severina E.	J.I. de S. y C.	severina@minibul.com	
9	Kubén Compasano J	J.J.V. La Perla	latotora@mail.com	

N°	Nombre	Cargo/Empresa	Correo electrónico	Firma
10	JUAN H. SANTANA A	CORE	JHORACIO.SANTANA@GMAIL.COM	
11	Cecilia Quispe	CAU. Pedagog.	Cecilia Quispe@gmail.com	
12	Luis Huete	IMAC	luis@huete.cl	
13	Jorge Royano	U del.	jorge.royano@gmail.com	
14	Wibaldo Guaita	GORE Atacama	wibaldo.guaita@gmail.com	
15	Vergara Brandt	ENIA	Veronica.brandt@inia.cl	
16	Héctor Concha	CCIRA	hconcha@ccira.cl	
17	Pedro Sopeles	UdeC	sopeles@udec.cl	
18	Alejandro Pérez	UDT	a.perez@udt.cl	
19				
20				
21				
22				