

INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN DE PROYECTOS

Proyecto FIA

Plan piloto de producción artificial del musgo Sphagnum

Universidad de La Frontera

**Asociación Gremial de Pequeños Agricultores
Productores del Musgo Pompón**

**Laura Weber O. (Empresa exportadora de musgo Sphagnum
Southernmoss)**

2016

I. ANTECEDENTES GENERALES

- **Código:** PYT-2012-0087
- **Nombre del Proyecto:** Plan piloto de producción artificial del musgo Sphagnum
- **Región o Regiones de Ejecución (*Originalmente planteadas en la propuesta y las efectivas*):** Región de Los Lagos
- **Agente Ejecutor:** Universidad de La Frontera
- **Agente(s) Asociado(s) (*Originalmente planteados en la propuesta y los efectivos*):**
 - Asociación Gremial de Pequeños Agricultores Productores del Musgo Pompón
 - Laura Erika Weber Oyarzun (Empresa Southermoss)
- **Coordinador del Proyecto:** Sr. Rubén Carrillo López
- **Costo Total (*Programado y Real*):**
- **Aporte del FIA (en pesos; porcentaje del costo total) (*Programado y Real*):**

- **Período de Ejecución (*Programado y Real*):**
 - Programado: 30 meses (Noviembre 2012 a Mayo 2015)
 - Real: 45 meses (Noviembre 2012 a Agosto 2016)

II. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto FIA PYT-2012-0087 "Plan Piloto de Producción Artificial del Musgo Sphagnum", fue desarrollado entre los años 2012 y 2016 en la localidad de Quillaípe, Región de Los Lagos, Comuna de Pto. Montt. El objetivo general del proyecto fue implementar un plan piloto de masificación ex situ del musgo *Sphagnum magellanicum* (pompon) orientado a pequeños productores de la Región de Los Lagos, para generar una producción de calidad y sustentable del recurso. El desarrollo del proyecto se justificó al considerar una creciente demanda por el musgo pompon, lo que ha traído como consecuencia una extracción indiscriminada del recurso, generando impactos y perturbaciones sobre los ecosistemas donde habita, lo que se ha traducido en una disminución en la superficie productiva, una menor capacidad reproductiva y de crecimiento del musgo, y la alteración de los servicios ecosistémicos que entrega a la sociedad. Asociado a lo anteriormente expuesto se suma que las exportaciones chilenas de Sphagnum han aumentado progresivamente en volumen e ingresos en la última década. Sin embargo este auge no ha estado asociada a una mayor calidad del producto, sino a mayores volúmenes de exportación, lo que sin duda ha contribuido a acrecentar la intensidad de la actividad extractiva.

Los resultados generados en el proyecto dan cuenta de una exitosa masificación artificial del musgo considerando el crecimiento en longitud de las fibras, lo que se evidencia en rangos de crecimiento que superan en un 70% las tasas de crecimiento en condiciones naturales tanto en la Región de Los Lagos como en la Región de Magallanes. No obstante, el crecimiento en longitud no se correspondió con un mayor grosor de la fibra, lo que perjudicó los niveles estimados de productividad por unidad de superficie. A pesar de ello fue posible generar una producción sostenida del musgo, ya que los resultados de peso fresco y seco obtenidos en las sucesivas rotaciones (períodos de siembra y cosecha) muestran un aumento continuo en estos parámetros.

Igualmente fue posible generar un nuevo formato de producto cuya base fue la obtención de discos de musgo deshidratado prensado a los cuales se les incorporó una solución con agentes promotores del crecimiento vegetal (esporas de hongos micorrizicos). A pesar de este logro significativo, este nuevo producto debe pasar por un período de prueba de campo para comprobar sus bondades en la jardinería doméstica. El elemento diferenciador e innovador es que este nuevo producto promueve el uso de una menor cantidad de musgo y genera un producto con mayor valor agregado, cuyas expectativas de precio de venta son mayores a los formatos de venta actuales, permitiendo obtener mayores ingresos para los propietarios dedicados a este rubro.

Durante el desarrollo del proyecto se identificaron varios compuestos bioactivos presentes en las fibras tanto de musgo natural como producido artificialmente, los cuales pueden

derivar en la generación de un nuevo producto, la obtención definitiva de este requiere explorar nuevas metodologías de extracción e identificación y realizar más pruebas de bioactividad que comprueben la efectividad de dichos compuestos y sus usos potenciales, lo cual no fue posible de realizar.

El proyecto generó variadas instancias de difusión de las experiencias y acciones realizadas ya sea en seminarios, charlas y días de campo en las cuales participaron productores de la provincia de Llanquihue y Chiloé. Conjuntamente, se realizó difusión para dar a conocer los principales alcances del proyecto por medios electrónicos tales como un sitio web y en redes sociales. Se destaca también la elaboración de varios documentos técnicos y científicos dentro de los cuales se mencionan la redacción de un manuscrito enfocado a la elaboración de un manual de producción artificial del musgo *Sphagnum*, 5 tesis de pregrado y un manuscrito para publicación científica. Finalmente se generó de un plan de negocios, documento que contiene valiosa información técnica y comercial relacionada con la masificación artificial del musgo que puede ser consultada como fuente para el emprendimiento de un negocio relacionado con esta temática.

III. INFORME TÉCNICO (TEXTO PRINCIPAL)

1. Objetivos del Proyecto:

- *Descripción del cumplimiento de los objetivos general y específicos planteados en la propuesta de proyecto, en función de los resultados e impactos obtenidos.*
- *En lo posible, realizar una cuantificación relativa del cumplimiento de los objetivos.*

El grado de cumplimiento del objetivo general del proyecto fue alto. Se estima que este fue alcanzado en un 95%, ya que se logró demostrar que es posible implementar un plan piloto de producción artificial del musgo, aspecto que se evidencia en los prometedores resultados de crecimiento de *Sphagnum* obtenidos durante la ejecución del proyecto, los cuales son claramente superiores a los registrados en condiciones naturales. Junto a ello se logró generar una importante base de información formulada en base a las experiencias y acciones desarrolladas en el proyecto, la cual puede ser consultada especialmente por pequeños propietarios dedicados a este rubro con el objetivo de replicar esta iniciativa considerando los aspectos positivos y corrigiendo aquellos que se mostraron mas deficientes.

En relación al objetivo específico 1: **“Desarrollar un mecanismo de propagación artificial del musgo *Sphagnum* de mayor eficiencia y sustentabilidad para su explotación comercial”**, se puede mencionar que este fue alcanzado en un 100% ya que durante el transcurso del proyecto se comprobó que es posible la masificación del musgo en condiciones ex situ bajo invernadero (Figuras 1 y 2). Esto se evidencia en los niveles de crecimiento exhibidos por el musgo en los sucesivos períodos de producción, expresado en un mayor crecimiento en longitud de las hebras, llegando a niveles que superan en un 70% los registrados en ambientes naturales (Figura 3). No obstante, los niveles de productividad fueron menores a los esperados ya que el musgo no mostró una respuesta positiva en relación al engrosamiento de las fibras. Esta situación condicionó las expectativas iniciales de comercialización de la producción obtenida, a lo que se suma que la demanda del musgo se basa en mayores volúmenes de venta por parte del productor, el cual realiza la comercialización de este producto sin incorporar ningún tipo de valor agregado. También fue posible evidenciar que es posible generar niveles de producción sostenibles en el tiempo, lo que fue corroborado con las mediciones de peso seco del musgo al final de cada período de producción, ya que éstos mostraron resultados crecientes de un periodo al siguiente, llegando a tasas de un 30% a 40% de aumento en temporadas consecutivas. No obstante es necesario implementar iniciativas basadas en los mismos fundamentos pero que involucren menores costos de implementación para los productores.



Figura 1. Proceso de siembra de hebras de Sphagnum en contenedores de fibra de vidrio bajo invernadero.



Figura 2. Proceso de masificación del musgo Sphagnum bajo invernadero.

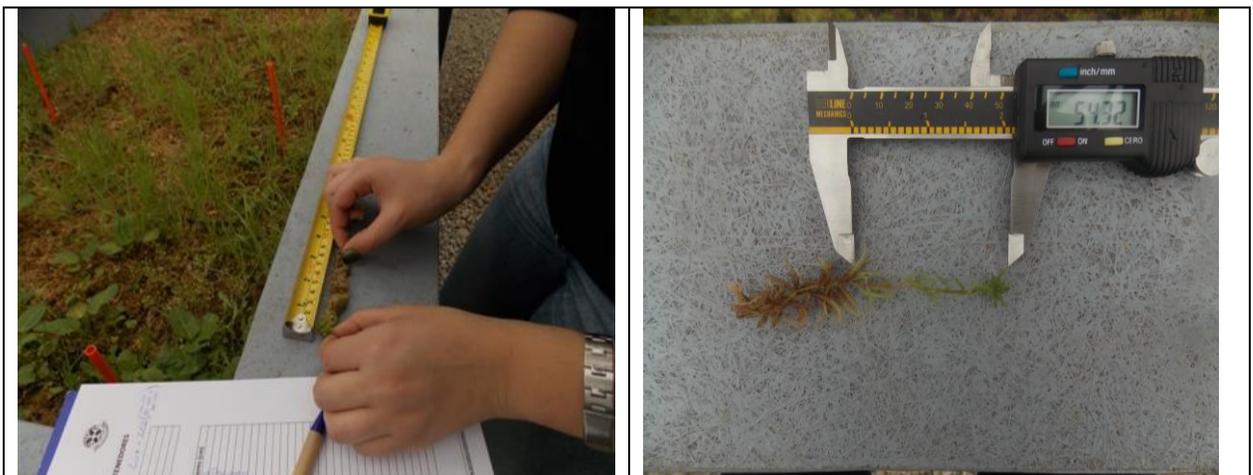


Figura 3. Medición del crecimiento de longitud de las hebras de musgo.

En relación al objetivo específico 2: “**Evaluar la rentabilidad del desarrollo de esta tecnología**”, se puede indicar que fue cumplido en un 100%, ya que en el período final de proyecto fue desarrollado el documento “Plan de negocios en base a la masificación artificial del musgo *Sphagnum magellanicum*”. Este documento entrega los principales aspectos a ser considerados dentro de un emprendimiento cuya base de negocios sea la masificación artificial del musgo Sphagnum. El plan de negocios proporciona antecedentes de utilidad que pueden ser considerados principalmente por pequeños y medianos productores y recolectores del musgo Sphagnum (pompón), ya sea de manera individual o de forma colectiva (asociación, agrupación o cooperativa) para llevar a cabo un emprendimiento basado en la producción artificial de este recurso. Dentro del plan se establece que la masificación del musgo no es rentable cuando existe una elevada inversión en infraestructura como la realizada en el

proyecto. No obstante la rentabilidad es positiva cuando se genera un sistema de producción de bajo costo en infraestructura y equipos, que considere además la obtención de productos de mayor valor agregado. Estas conclusiones se basan en la obtención de los indicadores de rentabilidad VAN y TIR a partir del desarrollo de los respectivos flujos de caja para dos situaciones distintas, una primera considerando las inversiones realizadas en el proyecto y una opción alternativa que considera un sistema de producción artesanal de bajo costo de instalación en relación a la infraestructura y equipos. El documento consigna finalmente un análisis de sensibilidad que considera la evaluación de la rentabilidad aplicando variaciones en el precio de venta de los productos obtenidos y de los volúmenes de producción.

En relación al objetivo específico 3: **“Generar información relevante para difundir esta experiencia”** se indica que fue cumplido en un 95%, ya que durante la ejecución del proyecto se generaron diversas instancias de información y de difusión de las actividades resultantes. Entre ellas se destacan la generación de trípticos de difusión, los cuales fueron entregados en múltiples actividades de divulgación a las personas interesadas. Junto a ello se desarrolló un sitio web que proporcionó información actualizada de los distintos aspectos abordados en el proyecto, además de informar sobre eventos de difusión del mismo. Se generaron 5 notas de prensa escrita cuyos propósitos fueron informar a la comunidad en general de los alcances, actividades y avances de esta iniciativa, las cuales fueron emitidas a través de diarios de circulación regional. El equipo del proyecto participó de al menos 7 seminarios y 2 charlas realizadas y 1 taller en distintos puntos geográficos del país (región de La Araucanía, región de Los Lagos y Región Metropolitana). En estas instancias de difusión se dieron a conocer los principales avances del proyecto en relación a metodologías implementadas y resultados obtenidos. Además de ello se realizaron 2 días de campo en la misma planta de producción artificial (localidad de Quillay pe), en los cuales participaron pequeños productores de musgo, representantes de instituciones estatales (MMA, INDAP) y personas naturales interesadas en la temática del proyecto (Figura 4). Finalmente se destaca las elaboraciones de varios documentos que exhiben las experiencias, resultados y variados antecedentes relacionados con el proyecto, dentro de los cuales destacan 5 tesis de pregrado, una publicación científica, informes relacionados con compuestos extraíbles del musgo, un plan de negocios y el manual de producción artificial del musgo Sphagnum que condensa gran parte de los antecedentes recabados durante la ejecución del proyecto. La estrategia de difusión que no fue realizada corresponde a la generación de boletines escritos semestrales, ya que gran parte de la información fue incorporada al sitio web.



Figura 4. Actividades de difusión y capacitación de la producción artificial del musgo Sphagnum

En relación al objetivo específico 4: **“Diseñar nuevos formatos de comercialización del producto y desarrollar nuevos productos con valor agregado”** se puede mencionar que este fue alcanzado solo en un 40%. Dentro de la

última etapa del proyecto fue posible desarrollar el nuevo formato de venta del producto con un mayor valor agregado, el cual consiste en discos prensados de musgo de diferentes diámetros a los cuales se les agregó una solución que contiene esporas de hongos micorrizicos arbusculares, que permiten un mejor establecimiento y desarrollo de las plantas. Este producto esta orientado hacia la jardinería doméstica, sin embargo no fue posible realizar las pruebas de campo necesarias para validar la eficacia de este producto en varios parámetros (crecimiento, desarrollo biomásico de plantas, resistencia al estrés hídrico entre otros). El producto final contó con envoltorios y etiquetado y fue generado gracias al desarrollo de una maquina prensadora que fue adaptada para la producción de discos (Figura 5). El retraso en la obtención del nuevo formato se debió a que fue complejo encontrar un proveedor que pudiera generar la maquina necesaria para la confección de los nuevos formatos, y que se ajustara al presupuesto destinado para ello. Ya que la obtención de los nuevos formatos se obtuvo en el último periodo del proyecto no fue posible generar una instancia de comercialización del mismo, no obstante dentro del documento de plan de negocios se abordan las estrategias necesarias para su comercialización.

En relación a la obtención de nuevos productos se señala como avance la identificación de varios compuestos mediante diversas técnicas de laboratorio. Fue posible la obtención de extractos con acetona, etanol y metanol, a partir de los cuales fue probada su actividad antimicrobiana en 4 bacterias, encontrando buenos resultados en 3 de ellas. Posteriormente se obtuvieron extractos a partir de muestras de musgo de turbera natural y bajo producción artificial. En este caso se obtuvieron mas de 25 compuestos con el análisis extracto hexano y otros 7 compuestos mediante análisis extracto cloromorfo. Esta situación indicó la necesidad de comprobar la efectividad de cada compuesto sobre distintas bacterias para probar su efectividad antimicrobiana y además probar efectos alelopáticos entre otros, lo cual requería una serie de ensayos, pruebas y análisis de laboratorio que escaparon a las metas y estimaciones iniciales del proyecto tanto en tiempo como en costos. Por estos motivos no fue posible realizar una evaluación de la viabilidad técnica para el desarrollo de un nuevo producto y con ello la obtención de las demás etapas consecutivas consideradas dentro de este objetivo.



Figura 5. Maquina prensadora y nuevo formato de venta

2. Metodología del Proyecto:

- *Descripción de la metodología efectivamente utilizada (aunque sea igual a la indicada en la propuesta de proyecto original).*
- *Principales problemas metodológicos enfrentados.*
- *Adaptaciones o modificaciones introducidas durante la ejecución del proyecto, y razones que explican las discrepancias con la metodología originalmente propuesta.*
- *Descripción detallada de los protocolos y métodos utilizados, de manera que sea fácil su comprensión y replicabilidad (se pueden incluir como anexos).*

Se utilizaron los antecedentes bibliográficos, información aportada por servicios públicos, comercializadores de este musgo e información personal derivada de participación en excursiones botánicas realizadas en años anteriores en la Universidad Austral, para la

identificación de áreas de interés a considerar en la colecta del musgo. Ello con la finalidad de potenciar la incidencia de este proyecto con la región asociada a esta propuesta. En el terreno se caracterizó el material vegetal a colectar. Los antecedentes aportados por los propietarios y comercializadores del pompón permitieron tener una primera aproximación de este recurso en condiciones naturales. En cada lugar de colecta se evaluaron las características químicas del agua y de la flora y vegetación circundante correspondientes a aspectos ecológicos, que de alguna manera condicionan junto al clima, el crecimiento y desarrollo del musgo, aspecto de interés para la evaluación del crecimiento óptimo del musgo.

Fueron seleccionados cinco sectores para la colecta del musgo de turbera *Sphagnum magellanicum*, los cuales se indican en la Tabla 1.

Sector	Región	Provincia	Coordenadas UTM
Los Ulmos	Los Ríos	Valdivia	659361 E 5573413 S
Quillaipe	Los Lagos	Llanquihue	690510 E 5395124 S
Aucar	Los Lagos	Chiloé	622477 E 5329901 S
Palomar	Los Lagos	Chiloé	598626 E 5341332 S
Quellón	Los Lagos	Chiloé	608714 E 5241874 S

Tabla 1. Sectores de colecta de ecotipos del musgo de turbera *Sphagnum magellanicum*.

En cada uno de estos lugares se extrajeron tres muestras compuestas de musgos para la identificación de los potenciales ecotipos de este recurso existente en los lugares seleccionados. La identificación taxonómica se realizó mediante metodologías clásicas, observando y comparando las estructuras componentes de los musgos colectados, con utilización de microscopía óptica (lupa y microscopio) y claves de identificación de textos especializados (León 2012; Munín & Fuertes 2001). Para ello, las muestras fueron analizadas en la sección de Botánica del Museo Nacional de Historia Natural, en donde se corroboró que todos los ejemplares colectados correspondían a la especie de briófito *Sphagnum magellanicum*. En los laboratorios de la Universidad de La Frontera, se seleccionaron aquellos ecotipos superiores, es decir, que cumplían con características de interés comercial tales como largo y resistencia de la fibra (hebra). Para esto también se consideró la opinión de pequeños productores. Realizada esta selección, los ecotipos fueron sometidos a análisis de biología molecular para evaluar su variabilidad genética de sus poblaciones mediante marcadores moleculares ISSR (Intersecuencias simples repetidas), los cuales permiten localizar y aislar genes de interés. Lo anterior con la finalidad de asegurar la masificación del ecotipo seleccionado.

El ecotipo que resultó tener las características óptimas de comercialización y que fue seleccionado correspondió al musgo colectado en la localidad de Quillaipe y específicamente en el lugar que el propietario denominó el tepual, por la dominancia en esta turbera de esta especie arbórea leñosa, que crece en áreas abiertas y que permite un óptimo desarrollo del pompón.

Además, se aprovechó a someter a análisis de biología molecular a las muestras colectadas en los cinco sectores. De este modo se obtuvo la discriminación identificatoria de las poblaciones de musgos para los cinco sectores de muestreo. Los resultados

arrojaron cluster en los cuales las distancias genéticas de las poblaciones diferenciaron tres poblaciones divergentes como lo son: a) Quillaipe, b) El Palomar y Aucar y C) Chadmo, lo cual se asocia al ambiente en donde se desarrollan estas poblaciones.

Aquí más que problemas metodológicos, lo que ocurrió fue el retraso de la llegada de los reactivos para generar el trabajo de laboratorio, conducente a generar los resultados expuestos anteriormente.

La masificación de los ecotipos seleccionados se realizó en invernadero, al interior del cual se dispusieron 6 contenedores de 20 m³ (10 x 2 x 1 m), Estos fueron confeccionados a base de fibra de vidrio y se pintaron de colos plomizo para evitar la proliferación de algas. Se les adicionó un sustrato de grava con turba de un espesor aproximado de 10 cm. Se utilizaron 3 contenedores para cada ecotipo, en los cuales se sembraron fragmentos de un largo de 10 cm. (un tercio de una fibra de alto valor comercial) a una densidad aproximada de 10.000 fragmentos/m² (Varnet, 2006). Tres de los contenedores tuvieron como objeto el obtener volúmenes de producción para generar ensayos que contemplaron estudios del crecimiento del musgo, como ser el estar sometidos a diferentes hormonas de crecimiento, pH, tipos de cosecha y simulación de un ambiente natural con presencia de colonias de *Juncus procerus*. En este último caso, visualmente se evidenció un aumento del volumen de acumulación de *Sphagnum* alrededor de estas plantas.

Para simular las condiciones de suelo en donde se desarrollan las poblaciones de este musgo, se colocó en la base de estos contenedores y en forma homogénea, una cubierta cementante de óxidos de fierro y aluminio (fierrillo) de aproximadamente 5 cm. Este material fue extraído del pomponal de donde se obtuvo el material a reproducir artificialmente, De igual manera se incorporó sobre el fierrillo una capa turba de 10 cm y sobre esta una cubierta de 5 cm de musgo semidescompuesto, para finalmente sembrar con hebras de *Sphagnum*.

A cada contenedor se agregó agua proveniente de un pomponal ubicado a 100 m aproximadamente de la planta piloto o unidad productiva (invernadero), hasta alcanzar el nivel del sustrato, con la finalidad de suministrar la humedad necesaria para la hidratación de la fase gametofítica del musgo, descartándose de este modo la utilización de agua potable. Se tenía contemplado que el agua a utilizar fuera restituida posteriormente a su fuente natural, lo cual solo pudo ser realizado en una oportunidad debido al no funcionamiento de los filtros que fueron colocados en cada uno de los contenedores.

No se incorporó el sistema de bombeo para la oxigenación del agua, ya que debía generarse una red hídrica adicional lo que no era posible, desde el punto de vista práctico, como de recursos monetarios. La solución de fertilizante foliar contemplada para su aplicación en los contenedores no fue realizada por oposición del propietario con el cual se trabajó y en el que se encontraba instalada la planta piloto. El propietario propuso solo incorporar elementos naturales como precursores del crecimiento y que naturalmente se generan en los ecosistemas de turberas.

Las condiciones de producción artificial del musgo, y por lo tanto de masificación, se realizó en un invernadero de 275 m², tipo túnel, construido en estructura metálica, con cubierta de policarbonato alveolar. Además dada las condiciones de temperatura y escasa ventilación en el verano, a pesar de que la construcción contempló ventanas abatibles, fue necesario la colocación de una malla raschell y la instalación de dos ventiladores industriales con sus respectivas persianas. La malla a su vez en el verano evitó el exceso de radiación, fluctuaciones de temperatura e incorporación de agentes extraños al cultivo.

La construcción de los contenedores, como la de este invernadero, no estuvo exenta de problemas, debido a problemas administrativos basados en que, los valores iniciales de cotizaciones realizadas, al momento de la postulación del proyecto variaron considerablemente, generándose licitaciones desiertas, lo que implicó en un retraso en las actividades contempladas para la masificación artificial del musgo. Ello significó la

recalendarización de las actividades contempladas, lo que implicó la modificación del plan operativo.

El crecimiento del musgo en longitud los contenedores fueron divididos en tres secciones de 3.3 m aproximadamente. De cada una de ellas se extrajeron 10 hebras de los bordes y del centro con la finalidad de que el muestreo sea representativo. Por lo tanto se registraron mediciones de 30 muestras de hebras por contenedor. Para Para cada una de estas se midió el calibre del grosor con un pie de metro y la longitud con regla, cada tres meses. Para la evaluación de la producción del musgo masificado artificialmente, cada contenedor fue cosechado manualmente cada tres meses. El pesaje de la extracción de este musgo húmedo, consideró el ensacado parcializado de tal modo de facilitar su traslado a la balanza. Posteriormente este material fue incorporado a los tendales para su secado y evaluación de productividad. Este material fue el utilizado para obtener el nuevo formato a partir del musgo generado artificialmente.

Una modificación a la metodología original consistió en que se realizó una resiembra en 4 de los seis contenedores pero con la utilización de fragmentos del musgo que se depositaron en el suelo del tendal cuando este estaba siendo sometido a su secado, de tal modo que al ser recogidos, estos contenían propágulos de plantas herbáceas de praderas, las cuales correspondían a malezas, las que posteriormente proliferaron en el interior de los contenedores durante el período de masificación. Esta acción fue llevada a cabo por el pequeño productor en el que se emplazó el plan piloto. Una medida correctiva consistió en el desmalezado manual y permanente de estas plantas.

Para la elaboración y desarrollo de nuevos formatos de comercialización del musgo y nuevos productos se utilizó la metodología que se indica.

Luego de una prospección realizada en los comercios de retail y florerías se determinó que el nuevo formato sería un disco de musgo deshidratado prensado y que contenga esporas de micorrizas arbusculares. Los diámetros de los discos a elaborar fueron elegidos teniendo en consideración una exhaustiva recopilación de información en cadenas de retail y otras tiendas especializadas en ventas de suministros para la jardinería, lo cual proporcionó información de primera fuente en relación a los distintos formatos y tamaños de maceteros para jardinería. Esta información fue proporcionada por personal especializado en ventas de este tipo de implementos para jardines, los cuales dieron a conocer cuáles son las medidas de maceteros que se comercializan en mayor cantidad en sus secciones. Luego de sistematizar la información, se definieron los tamaños de los discos que se elaborarían en este proyecto, decantándose por discos de diámetro 55, 65 y 78 mm.

Para la confección de los discos se utilizó 3 g de musgo seco para el disco de 55 mm, 4 g para el disco de 65 mm y 5 g de musgo deshidratado para disco de 78 mm respectivamente.

A los discos de musgo se les incorporó mediante aspersión, propágulos de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) en forma de suspensión de esporas del género *Glomus*; este género de HMA estimulan la nutrición y el crecimiento vegetal. Los propágulos de hongos micorrícicos fueron recolectados desde un suelo Andisol de la Región de La Araucanía (CIREN; 2002). Posteriormente, plantas de maíz fueron inoculadas con los propágulos colectados en maceteros (potes trampas), utilizando sustrato inerte (perlita:arena:vermiculita en proporción 1:1:1 v/v) para multiplicar su número y de este modo obtener una alta concentración de esporas en el sustrato. A partir de lo anterior se realizó la recolección de esporas desde el sustrato mediante tamizado en húmedo y gradiente de sacarosa (Sieverding, 1991), obteniéndose de este modo una solución concentrada de esporas de hongos.

Los discos desarrollados fueron envasados para su eventual comercialización individual en un sachet transparente de material poroso que permita un leve intercambio de aire entre el interior y exterior del envase. A su vez fueron etiquetados indicando marca, origen y principales características.

3. Actividades del Proyecto:

- *Carta Gantt o cuadro de actividades comparativos entre la programación planteada en la propuesta original y la real.*
- *Razones que explican las discrepancias entre las actividades programadas y las efectivamente realizadas.*

Durante la ejecución del proyecto se generaron retrasos principalmente debido a que el desarrollo de la infraestructura e instalación del equipamiento (invernadero, contenedores, sistema hidráulico) necesario para el desarrollo de la producción artificial sufrió postergaciones debido a motivos administrativos relacionados con licitaciones desiertas, proveedores que no pudieron postular a las mismas por variados motivos entre otros. Esta situación provocó un retraso bastante importante y con ello un efecto dominó sobre todas las demás actividades que dependían del desarrollo de la infraestructura. Es así como al inicio de la ejecución del proyecto se presentó un plan operativo de ejecución del mismo, pero este tuvo que ser recalendarizado debido a las razones explicadas. La recalendarización se generó a partir del mes de septiembre del año 2014. En los cuadros 1 y 2 se presentan los cuadros comparativos de las actividades comparadas entre la programación original y la real para el plan operativo original y para el plan operativo recalendarizado.

Cuadro 1: Comparativo de las actividades realizadas entre la programación planteada en la propuesta original y la real para el plan operativo inicial.

Nº OE	Nº AC	Actividades	Programado		Real	
			Inicio	Término	Inicio	Término
1	1.1	Revisión bibliográfica, identificación de áreas de muestreo, muestreo en terreno y colecta de ecotipos.	Nov. 2012	Ene. 2013	Ene. 2013	Mar. 2013
	1.2	Selección de ecotipos superiores	Feb. 2013	Mar. 2013	Abr. 2013	May. 2013
	1.3	Identificación botánica y elaboración de marcadores moleculares.	Feb. 2013	Jul. 2013	Abr. 2013	Ene. 2014
	1.4	Construcción de instalaciones y puesta en marcha del mecanismo de masificación artificial del musgo	Ene. 2013	Abr. 2013	Jul. 2013	Jun. 2014
	1.5	Masificación artificial de ecotipos seleccionados (musgo de calidad superior)	Mar. 2013	Mar. 2015	Jun. 2014	Jun. 2016
	1.6	Generación de protocolo para la evaluación cuantitativa y cualitativa de la masificación artificial del musgo	May. 2013	Ene. 2015	Jun. 2014	Ago. 2016
	1.7	Evaluación cuantitativa y cualitativa de la	Ago.	Mar.	Ene.	Ago.

		masificación artificial del musgo	2013	2015	2015	2016
	1.8	Evaluación de la producción sostenida de musgo de calidad	Ago. 2013	Mar. 2015	Ene. 2015	Ago. 2016
	1.9	Cosecha, secado y comercialización del musgo masificado artificialmente	Ago. 2013	Mar. 2015	Oct. 2014	Jun. 2016
	1.10	Prospectar la existencia de formatos comercializados en la actualidad.	Jul. 2013	Ago. 2013	Mar. 2014	May. 2014
	1.11	Evaluar la factibilidad del diseño técnico de un nuevo formato.	Ago. 2013	Oct. 2013	Ene. 2015	Abr. 2016
	1.12	Análisis de laboratorio del musgo Sphagnum producido para identificar compuestos de interés potencialmente extraíbles.	Oct. 2013	Nov. 2013	Nov. 2013	Ene. 2016
	1.13	Identificación de potenciales usos de compuestos presentes en el musgo masificado	Nov. 2013	Dic. 2013	Sep. 2014	Ene. 2016
	1.14	Evaluar la viabilidad técnica de la fabricación de un nuevo producto	Dic. 2013	Ene. 2014	Dic. 2013	----
	1.15	Desarrollo del concepto y prueba del nuevo producto (determinar mercado objetivo, modelo de producción, costo de producción y el beneficio para los consumidores)	Ene. 2014	Mar. 2014	Dic. 2014	----
	1.16	Análisis del negocio (estimación del precio de venta y los volúmenes de venta)	Ene. 2014	Mar. 2014	Abr. 2015	Jul. 2016
	1.17	Prueba de mercado (generación del prototipo, probar el producto producir un lote inicial del producto y venderlo en un mercado de prueba)	May. 2014	Ago. 2014	Ago. 2015	----
2	2.1	Efectuar flujo de caja y evaluar indicadores de rentabilidad	Nov. 2013	Dic. 2013	Oct. 2015	Ago. 2016
	2.2	Generar un plan de negocios	Ene. 2014	Mar. 2014	Oct. 2015	Ago. 2016
3	3.1	Elaboración de folletos y afiches impresos y digitales informativos del proyecto	Mar. 2013	Feb. 2014	Ago. 2014	Jun. 2015
	3.2	Desarrollo de la página Web del proyecto	Mar. 2013	May. 2013	Ene. 2014	Abr. 2014
	3.3	Notas de prensa escrita y audiovisual	Dic. 2012	Dic. 2014	Ene. 2013	May. 2016
	3.4	Generación de boletines escritos semestrales	May. 2013	Dic. 2014	Oct. 2014	Feb. 2016
	3.5	Desarrollo de seminarios y charlas	Abr. 2013	Dic. 2014	Abr. 2013	May. 2016
	3.6	Elaboración, impresión y distribución de Manual para la masificación artificial del musgo Sphagnum	Jul. 2013	Nov. 2013	Ago. 2014	May. 2016
	3.7	Desarrollo de Tesis de Pregrado y publicación científica (nota técnica)	Dic. 2013	Dic. 2014	Ene. 2013	Dic. 2015
	3.8	Desarrollo de Informes técnicos	Nov. 2013	Nov. 2014	Ene. 2015	Dic. 2015

	3.9	Días de campo para informar y difundir el sistema de producción artificial del musgo	Nov. 2013	Nov. 2014	Oct. 2014	May. 2016
	3.10	Capacitaciones para instruir acerca de la metodología de masificación artificial del musgo.	Oct. 2013	Dic. 2014	Dic. 2014	May. 2016
4	4.1	Revisión de formatos existentes y necesidades de mercado.	Ago. 2013	Sep. 2013	Mar. 2014	Ene. 2016
	4.2	Identificar interesados en comercializar los nuevos formatos diseñados.	Oct. 2013	Nov. 2013	Oct. 2014	Feb. 2016
	4.3	Generación de contrato de ventas del nuevo formato de comercialización.	Dic. 2013	Mar. 2014	Abr. 2015	Mar. 2016
	4.4	Identificar interesados en comercializar el nuevo producto desarrollado	Jul. 2014	Sep. 2014	Ago. 2015	Abr. 2016
	4.5	Generación de contrato de ventas del nuevo producto a comercializar	Sep.2014	Oc. 2014	Nov.2015	Abr. 2016
	4.6	Comercialización del nuevo producto	Oct. 2014	Mar. 2015	Dic. 2015	May. 2016
	4.7	Factibilidad de generación de patentes comerciales	Abr. 2014	May. 2014	May. 2015	Abr. 2016
	4.8	Gestionar patente relacionada con el mecanismo de producción artificial y el nuevo producto desarrollado	May. 2014	Ago. 2014	Sep. 2015	May. 2016

Cuadro 2: Comparativo de las actividades realizadas entre la programación planteada en la propuesta original y la real para el plan operativo recalendarizado.

Nº OE	Nº AC	Actividades	Programado		Real	
			Inicio	Término	Inicio	Término
1	1.1	Revisión bibliográfica, identificación de áreas de muestreo, muestreo en terreno y colecta de ecotipos.	Ene. 2013	Mar. 2013	Ene. 2013	Mar. 2013
	1.2	Selección de ecotipos superiores	Abr. 2013	Jul. 2013	Abr. 2013	May. 2013
	1.3	Identificación botánica y elaboración de marcadores moleculares.	Abr. 2013	Ene. 2014	Abr. 2013	Ene. 2014
	1.4	Construcción de instalaciones y puesta en marcha del mecanismo de masificación artificial del musgo	Oct. 2013	Abr. 2014	Jul. 2013	Jun. 2014
	1.5	Masificación artificial de ecotipos seleccionados (musgo de calidad superior)	Jun. 2014	Dic. 2015	Jun. 2014	Jul. 2016
	1.6	Generación de protocolo para la evaluación cuantitativa y cualitativa de la masificación artificial del musgo	Jun. 2014	Jun. 2015	Jun. 2014	Ago. 2016
	1.7	Evaluación cuantitativa y cualitativa de la masificación artificial del musgo	Ene. 2015	Ene. 2016	Ene. 2015	Ago. 2016
	1.8	Evaluación de la producción sostenida de musgo de calidad	Ene. 2015	Ene. 2016	Ene. 2015	Ago. 2016

	1.9	Cosecha, secado y comercialización del musgo masificado artificialmente	Oct. 2014	Feb. 2016	Oct. 2014	Jul. 2016
	1.10	Prospectar la existencia de formatos comercializados en la actualidad.	Mar. 2014	May. 2014	Mar. 2014	May. 2014
	1.11	Evaluar la factibilidad del diseño técnico de un nuevo formato.	Ene. 2015	Abr. 2015	Ene. 2015	Abr. 2016
	1.12	Análisis de laboratorio del musgo Sphagnum producido para identificar compuestos de interés potencialmente extraíbles.	Jun. 2014	Sep. 2014	Nov. 2013	Ene. 2016
	1.13	Identificación de potenciales usos de compuestos presentes en el musgo masificado	Sep. 2014	Dic. 2014	Sep. 2014	Ene. 2016
	1.14	Evaluar la viabilidad técnica de la fabricación de un nuevo producto	Dic. 2014	Mar. 2015	Dic. 2013	Ene. 2016
	1.15	Desarrollo del concepto y prueba del nuevo producto (determinar mercado objetivo, modelo de producción, costo de producción y el beneficio para los consumidores)	Mar. 2015	Ago. 2015	Dic. 2014	Feb. 2016
	1.16	Análisis del negocio (estimación del precio de venta y los volúmenes de venta)	Abr. 2015	Ago. 2015	Abr. 2015	Mar. 2016
	1.17	Prueba de mercado (generación del prototipo, probar el producto producir un lote inicial del producto y venderlo en un mercado de prueba)	Ago. 2015	Oct. 2015	Ago. 2015	May. 2016
2	2.1	Efectuar flujo de caja y evaluar indicadores de rentabilidad	Oct. 2015	Mar. 2016	Oct. 2015	Ago. 2016
	2.2	Generar un plan de negocios	Oct. 2015	Mar. 2016	Oct. 2015	Ago. 2016
3	3.1	Elaboración de folletos y afiches impresos y digitales informativos del proyecto	Ago. 2014	Feb. 2015	Ago. 2014	Abr. 2015
	3.2	Desarrollo de la página Web del proyecto	Ene. 2014	Abr. 2014	Ene. 2014	Dic. 2014
	3.3	Notas de prensa escrita y audiovisual	Ene. 2013	Dic. 2015	Ene. 2013	Dic. 2015
	3.4	Generación de boletines escritos semestrales	Oct. 2014	Ene. 2016	Oct. 2014	Feb. 2016
	3.5	Desarrollo de seminarios y charlas	Abr. 2013	Dic. 2015	Abr. 2013	Ago. 2016
	3.6	Elaboración, impresión y distribución de Manual para la masificación artificial del musgo Sphagnum	Ago. 2015	Ene. 2016	Ago. 2014	Sep. 2016
	3.7	Desarrollo de Tesis de Pregrado y publicación científica (nota técnica)	Ene. 2013	Dic. 2015	Ene. 2013	Ene. 2016
	3.8	Desarrollo de Informes técnicos	Ene. 2015	Dic. 2015	Ene. 2015	Dic. 2015
	3.9	Días de campo para informar y difundir el sistema de producción artificial del musgo	Oct. 2014	Jun. 2015	Oct. 2014	Ene. 2015
	3.10	Capacitaciones para instruir acerca de la	Dic.	Jun.	Dic.	Ago.

		metodología de masificación artificial del musgo.	2014	2015	2014	2016
4	4.1	Revisión de formatos existentes y necesidades de mercado.	Mar. 2014	Dic. 2014	Mar. 2014	Ene. 2016
	4.2	Identificar interesados en comercializar los nuevos formatos diseñados.	Oct. 2014	Ene. 2015	Oct. 2014	Feb. 2016
	4.3	Generación de contrato de ventas del nuevo formato de comercialización.	Abr. 2015	May. 2015	Abr. 2015	----
	4.4	Identificar interesados en comercializar el nuevo producto desarrollado	Ago. 2015	Oct. 2015	Ago. 2015	----
	4.5	Generación de contrato de ventas del nuevo producto a comercializar	Nov. 2015	Dic. 2016	Nov. 2015	----
	4.6	Comercialización del nuevo producto	Dic. 2015	Mar. 2016	Dic. 2015	----
	4.7	Factibilidad de generación de patentes comerciales	May. 2015	Jul. 2015	May. 2015	----
	4.8	Gestionar patente relacionada con el mecanismo de producción artificial y el nuevo producto desarrollado	Sep. 2015	May. 2016	Sep. 2015	----

Actividades relacionadas con el O.E 1:

La actividad 1.1 se inicio 2 meses posterior a la fecha programada, ya que si bien el inicio oficial de proyecto, de acuerdo al contrato de ejecución, se realizó en noviembre de 2012, la primera remesa se hizo efectiva en enero de 2013 principalmente debido a un retraso en el envío de algunos antecedentes necesarios para el contrato por parte de la Universidad. Esta situación provocó que la actividad 1.1 comenzara a fines del mes de enero de 2013 (Figura 6)



Figura 6. Selección de áreas de muestreo, obtención de muestras de Sphagnum y medición de parámetros de calidad del agua.

En el caso de la actividad 1.2, esta se encontraba supeditada a la actividad 1.1 ya que a partir de ello se obtendrían las muestras para la selección de los ecotipos. No obstante la actividad comenzó 2 meses después de lo programado, esta se cumplió dentro del periodo de tiempo programado inicialmente, es decir, dentro de los 2 meses programados (Figura 7)



Figura 7. Proceso de selección de ecotipo superior a masificar

En el caso de la actividad 1.3 esta sufrió un retraso en su inicio debido a la misma situación explicada para las actividades 1.1 y 1.2, ya que para la identificación botánica y la elaboración de los marcadores moleculares se necesitaban las muestras colectadas en la actividad 1.1. Sin embargo la fecha de término fue superior en 9 meses (7 meses en rigor) a la establecida inicialmente. Sin embargo, es necesario diferenciar los dos componentes de esta actividad, ya que por una parte, la identificación botánica de los ecotipos colectados en terreno fue cumplido dentro del plazo programado (extendiéndose los 2 meses provocados por el retraso en su inicio), pero la obtención de los análisis genéticos mediante marcadores moleculares sufrió retrasos debido a la demora en la llegada de los reactivos necesarios para los análisis de laboratorio. Junto a ello se tuvieron que realizar varias repeticiones de los experimentos ya que se presentaron algunos inconvenientes metodológicos en la

obtención de los partidores ISSR que fueron evaluados. También se generaron algunos retrasos con las extracciones de ADN asociados principalmente con su incubación (Figuras 8 y 9)



Figura 8. Herborización de muestras e identificación botánica de estas en el MNHN

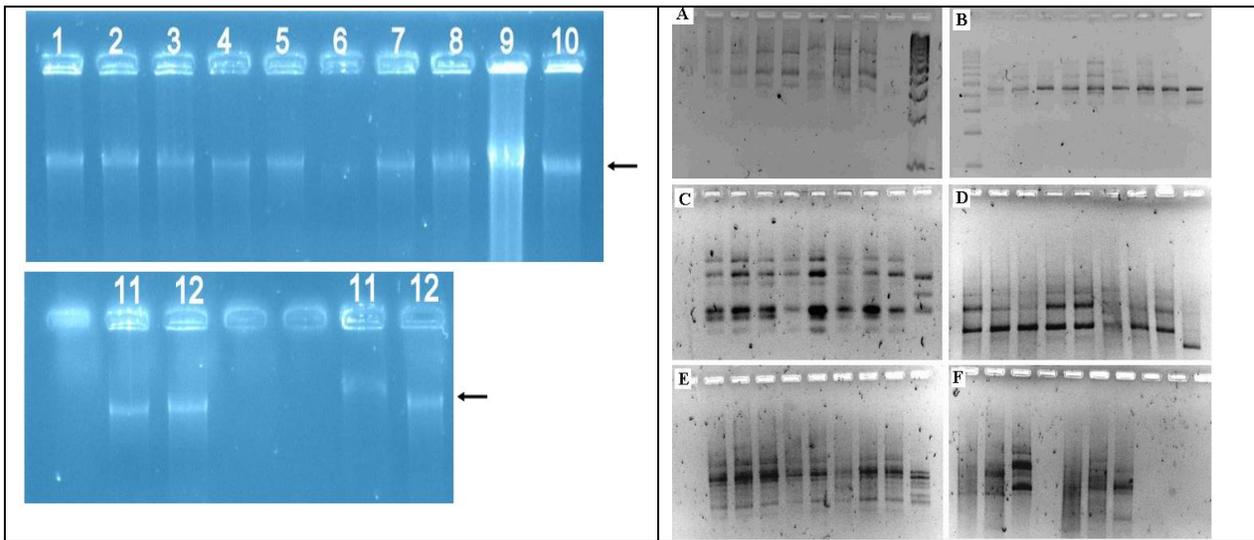


Figura 9. Electroforesis en gel de agarosa al 1% de ADN genómico extraído a partir de 1,5 g de de muestras de Sphagnum, visualizado mediante tinción con bromuro de elidió y Productos de amplificación ISSR obtenidos con los partidores

La actividad 1.4 fue una de las que sufrió más retrasos debido a que algunos de los proveedores que desarrollarían las construcciones, infraestructuras e instalaciones de todo el equipamiento necesario para la producción artificial manifestaron impedimentos ya sea de tiempo o administrativos para participar de las licitaciones de las construcciones e instalaciones. El segundo factor que contribuyó al retraso, y que

en definitiva es considerado la principal razón de ello, esta asociado a problemas administrativos, ya que los mayores retrasos se produjeron en la construcción del invernadero y contenedores de fibra producto que la Universidad de La Frontera, en su calidad de Universidad pública, tiene como normativa licitar todos aquellos requerimientos que superen las 3 UTM. Si bien la presentación de las licitaciones públicas dentro del portal de mercado público se realizaron dentro de un plazo apropiado, ambas debieron ser declaradas desiertas ya que los proveedores no cumplieron con los requerimientos ya sea económico o técnicos. Esta situación generó una serie de retrasos ya que se debieron establecer contratos directos con otros proveedores no contemplados inicialmente. Es importante destacar que la ejecución de gran parte de las actividades del proyecto dependían de la generación de la infraestructura, razón por la cual todas ellas se vieron afectadas en sus fechas de inicio provocando un retraso generalizado en la ejecución de las actividades contempladas (Figura 10)



Figura 10. Construcción de instalaciones para el proceso de masificación artificial

En relación a la actividad 1.5 se menciona que estaba directamente supeditada a la construcción de la infraestructura y la instalación del equipamiento necesario para el proceso de masificación artificial. Ya que las construcciones sufrieron serios retrasos fue imposible comenzar a generar el proceso de masificación artificial dentro de los plazos programados inicialmente. En definitiva este proceso tuvo un retraso superior a un año lo que también condicionó gran parte de las actividades asociadas a este O.E (Figura 11)



Figura 11. Proceso de masificación artificial del musgo Sphagnum

En el caso de la actividad 1.6 esta se programó de manera inicial para los últimos meses de ejecución de proyecto, lo cual se realizó finalmente en el mes de agosto de 2016. Esto fue debido a los retrasos en la construcción de infraestructura y sus

consecuencias en la ejecución de gran parte de las demás actividades de masificación del proyecto. La generación del protocolo necesitaba ser realizada como parte final de la evaluación del proceso de masificación ya que en ella se evacuan las experiencias de todo el proceso productivo. Es por ello que tuvo que ser realizada de manera posterior al último ciclo productivo, el cual finalizó en junio de 2016.

Para el caso de la actividad 1.7, esta tiene la misma justificación que la actividad precedente (1.6). En concreto se necesitaba finalizar el último ciclo productivo APRA poder realizar una evaluación cuantitativa y cualitativa de la producción artificial, la cual se vio retrasada por la tardanza en la entrega de la infraestructura (Figura 12).



Figura 12. Mediciones cualitativas y cuantitativas de las hebras de Sphagnum producidas de manera artificial.

Para el caso de la actividad 1.8 se señalan las mismas justificaciones de los dos actividades precedentes (1.6 y 1.7) (Figura 13).



Figura 13. Evaluación de la producción sostenida del musgo.

La actividad 1.9 sufrió retrasos ya que estaba supeditada a la finalización del último periodo de producción, el cual se realizó en el mes de junio de 2016. No obstante cabe destacar que la producción no pudo ser comercializada y fue destinada de manera íntegra a la elaboración de los nuevos formatos de venta del producto (Figura 14).

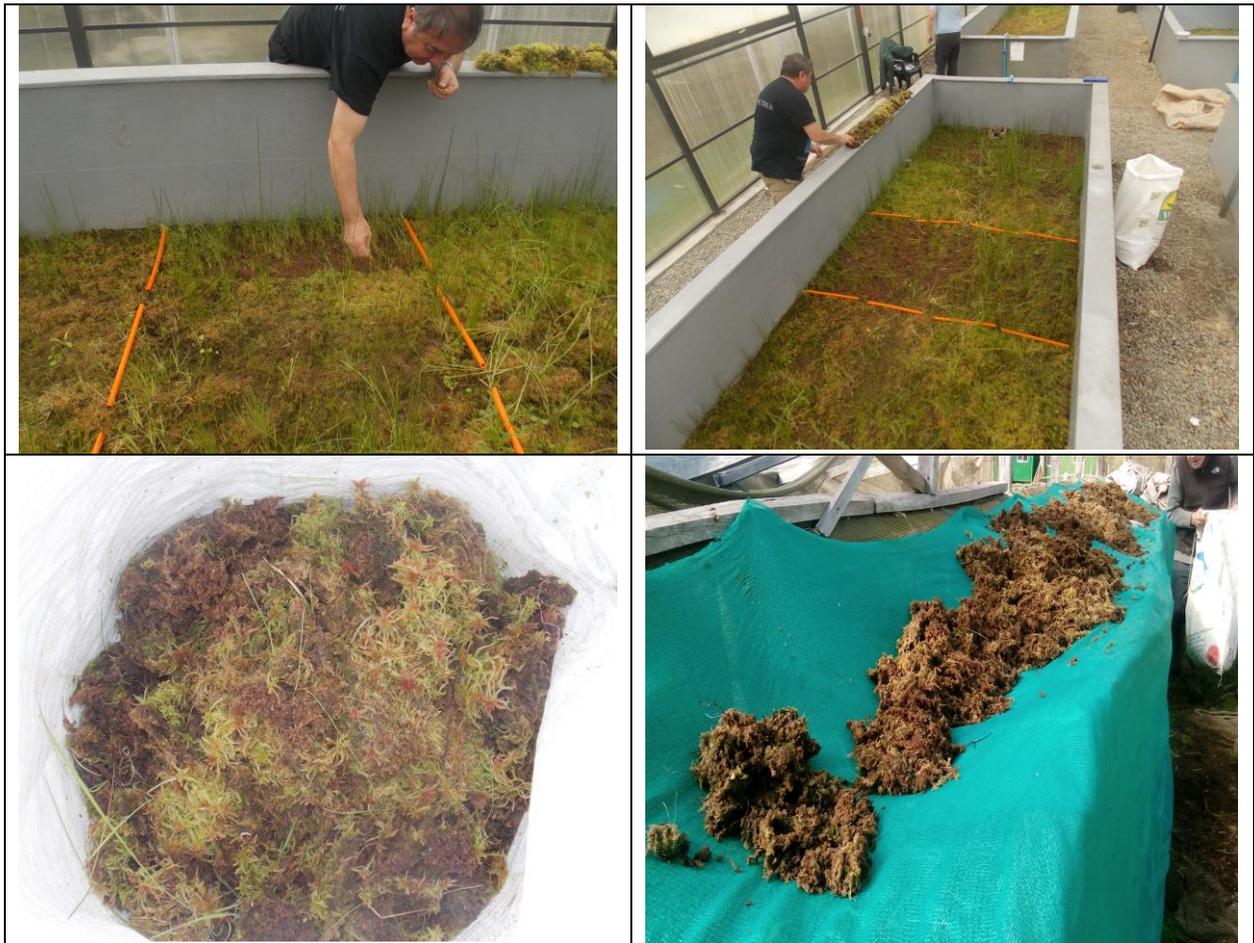


Figura 14. Registro de la cosecha y secado del musgo en tendal.

La actividad 1.10 fue realizada dentro de los plazos establecidos en la recalendarización del plan operativo (Figura 15).

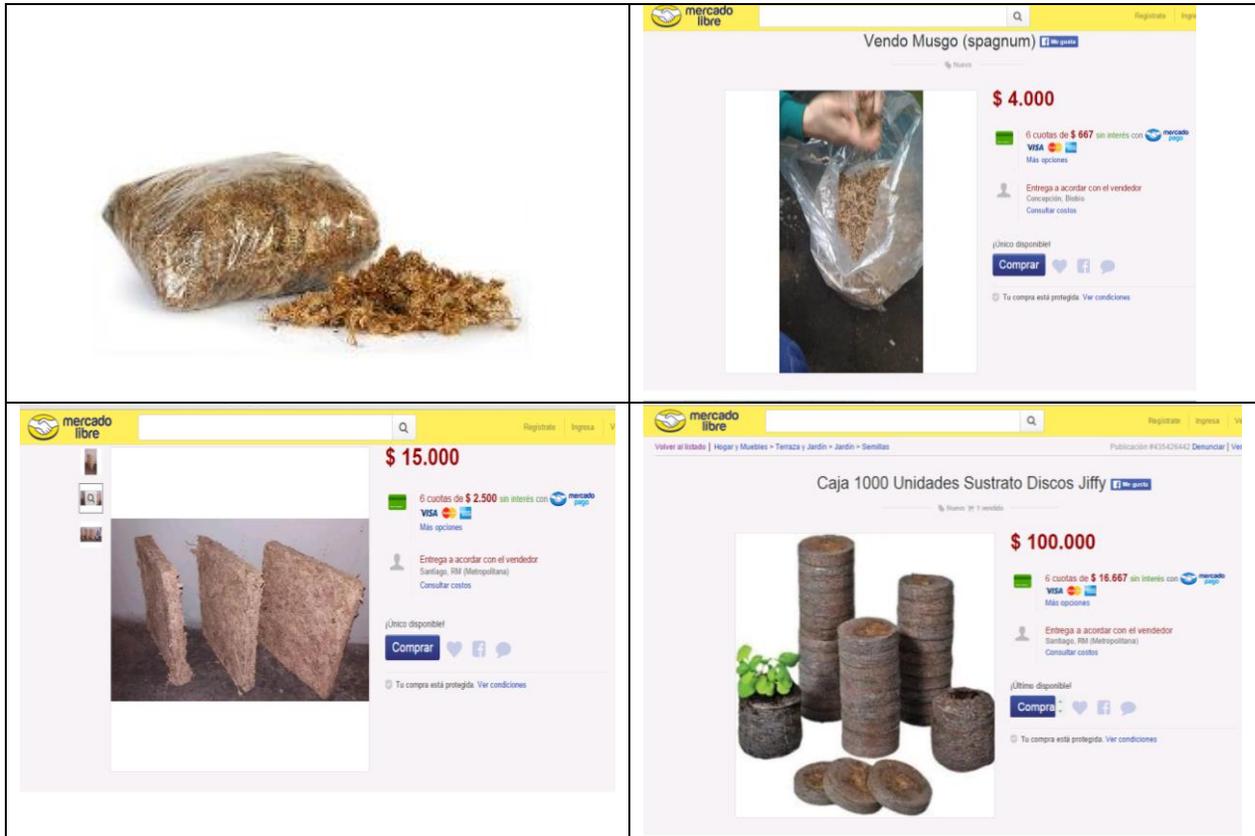


Figura 15. Formatos de venta para musgo y turba prensada y sus respectivos precios obtenidos desde un portal de ventas en Internet.

La actividad 1.11 se comenzó según lo presupuestado en enero de 2015, sin embargo se vio altamente retrasada dado que fue complicado poder encontrar alguna empresa proveedora registrada en Chile Proveedores y que se aproximara a diseñar y fabricar una prensadora como lo definía el proyecto y que a la vez se acercara a los presupuestos contemplados. En ese mismo ámbito se realizaron las licitaciones correspondientes las cuales se declararon desiertas hasta que en abril de 2016 se tomó contacto con un proveedor que cumplía a cabalidad con el proceso de diseño, fabricación y que se ajustara al presupuesto del proyecto (Figura 16).



Figura 16. Sistema hidráulico manual para prensado de musgo *Sphagnum*.

La actividad 1.12, presupuestada para partir en Junio de 2014 empezó a desarrollarse en Noviembre de 2013, realizando un ensayo de bioactividad a partir de extractos del musgo con diferentes solventes, los cuales fueron testeados para evaluar su bioactividad. En etapas posteriores se analizaron muestras de musgos provenientes de la turbera natural y bajo producción artificial y se determinaron por técnicas cromatográficas varios compuestos evaluándose y comparándose su bioactividad sobre cepas de hongos y bacterias en relación a antibióticos usados normalmente. Finalmente esta etapa se declaró como terminada en Enero de 2016 donde se realizaron los últimos ensayos de identificaciones de compuestos y bioactividad (Figura 17).

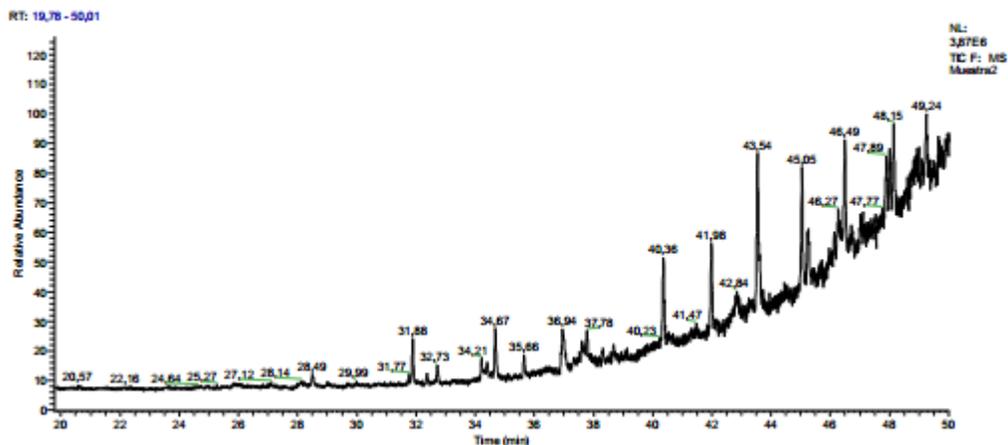


Figura 17. Identificación de compuestos desde *S. magellanicum*.



La actividad 1.13 llevó consigo un retraso en su desarrollo, toda vez que depende de la actividad 1.12. Como un buen logro se pudo establecer que algunos compuestos poseen bioactividad contra bacterias y hongos, concluyéndose que potencialmente pudieran ser utilizados en aplicaciones como fungicidas y bactericidas naturales.

La actividad 1.14 fue desarrollada en un período de tiempo mucho mayor a lo establecido en la planificación del proyecto ya que tributa directamente a las actividades 1.11, 1.12 y 1.13. De esta actividad se concluye primeramente que como generación de un nuevo producto se considera el desarrollo de un disco de musgo deshidratado prensado que incorpore un promotor del crecimiento vegetal tal como son esporas de hongos micorrícicos arbusculares. Este nuevo producto apunta a ser utilizado en maceteros para jardinería doméstica. Otra conclusión importantes es que tanto los extractos desde musgo de la turbera como musgo creciendo artificialmente poseen bioactividad contra hongos y bacterias, sin embargo se establece que el rendimiento de los extractos así como su eficacia, ya sea como fungicida o antibacteriano no supera a algunos productos comerciales utilizados como control. Sumado a esto se tiene que los procesos de obtención de los extractos y las técnicas de identificación cromatográficas son caras y toman bastante tiempo, por lo que se finaliza esta actividad considerando no viable la fabricación de un nuevo producto.

La actividad 1.15 se llevó a cabo sólo para el "Producto Disco de Sphagnum" considerando las conclusiones emanadas de la actividad 1.14. En ella se consideraron pruebas preliminares de desarrollo de los discos evaluando la cantidad de musgo a prensar en cada disco y cantidad de solución concentrada de esporas por disco y consecuentemente los costos de producción del producto. Asimismo, se precisó el mercado objetivo donde se comercializará el producto definiéndose principalmente florerías lo cual se desarrolla de manera exhaustiva en el plan de negocios (actividades 2.1.y 2.2).

La actividad 1.16 se realizó de manera conjunta al desarrollo del plan de negocios ya que fue parte integrante de este documento. El plan de negocios estaba supeditado a la finalización del proceso productivo para conocer el nivel de producción que podía obtenerse con el sistema de producción artificial y con ello establecer las estimaciones de volúmenes de producto a obtener, los costos de producción y con ello el precio de venta de los mismos.

La actividad 1.17 se desarrolló con un retraso en relación a la planificación original, concluyéndose en mayo de 2016. Una vez generado un lote inicial del producto se realizó algunas pruebas para comprobar su efectividad sobre todo en relación a las propiedades de rehidratación, sin embargo no se registró proceso de venta del nuevo producto dada la limitada producción de musgo (Figura 18).



Figura 18. Formatos de *Sphagnum* de distinto diámetro en sus

Actividades relacionadas con el O.E 2:

Para el caso de la actividad 2.1 y 2.2 se puede indicar que ambas estaban asociadas a la finalización de los procesos productivos del musgo, los que concluyeron en junio de 2016. Esto ya que para el desarrollo del plan de negocios, los flujos de caja y la obtención de los indicadores de rentabilidad se necesitaba la información de los niveles de producción obtenidos al final de ciclo y con ello establecer la cantidad o volúmenes de productos (nuevo formato con mayor valor agregado) que podía obtenerse. A partir de esta información se estimaron los costos de producción y los ingresos por venta de los mismos, la cual es información básica para el desarrollo de los flujos de caja.

Actividades relacionadas con el O.E 3:

Para el caso de la actividad 3.1 se puede indicar que un 40% de lo comprometido fue cumplido dentro del plazo establecido. No obstante el desarrollo de los trípticos de difusión, que correspondió al último producto comprometido sufrió 2 meses de retraso, provocados por el hecho de que el proceso de licitación debió quedar desierto producto de que los costos de los proveedores superaron el presupuesto destinado a este ítem. Esto obligo a buscar un nuevo proveedor y generar un trato directo con él lo que desde el punto de vista burocrático y administrativo generó los retrasos (Figura 19).

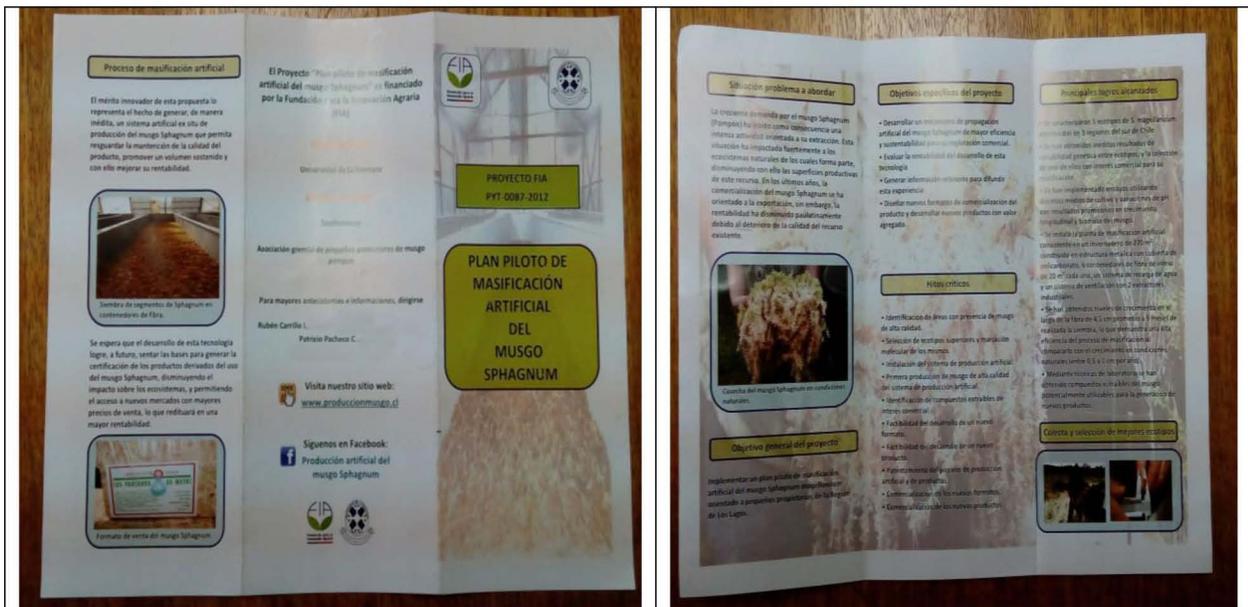


Figura 19. Vista de los trípticos de difusión del proyecto

Para el caso de la actividad 3.2 esta tenía como fecha limite el mes de mayo de 2013 en la propuesta original, sin embargo, dentro de la recalendarización del plan operativo la nueva fecha de término fue fijada para abril de 2014 logrando ser cumplida. El retraso inicial se debió a que el avance del proyecto hasta el mes de mayo de 2013 (fecha inicial de cierre) era muy escaso, por lo tanto no de disponía de material grafico (fotografías) principalmente de la planta de producción y del proceso de producción, experiencias, documentos y otros insumos que pudieran incluirse dentro del sitio. Se tomo la decisión de aplazar su puesta en marcha hasta que



estuvieran los elementos apropiados en cantidad y calidad para ser expuestos en esta plataforma electrónica (Figura 20).

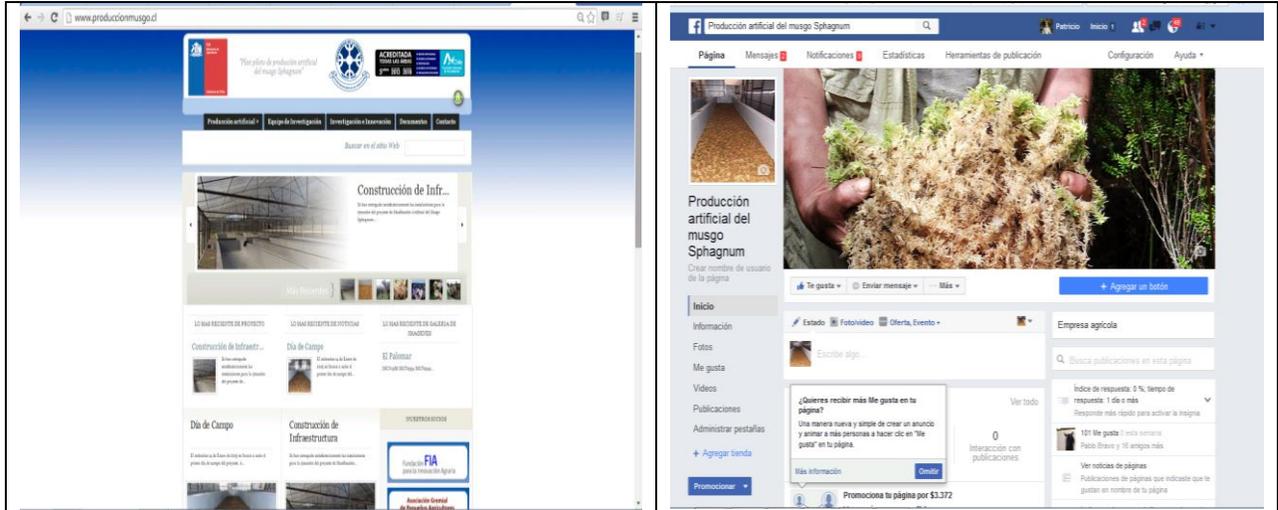


Figura 20. Sitio web y Fan page Facebook del proyecto.

La actividad 3.3 referidas a las notas de prensa escrita fueron desarrolladas hasta el mes de diciembre del año 2015. La generación de notas de prensa estaban directamente relacionadas con la publicación de eventos y avances del proyecto las cuales también fueron afectadas por el retraso de la infraestructura y las instalaciones. No obstante se generó un adecuado número de notas de prensa dentro del tiempo de ejecución y se cumplió con la fecha propuesta en la recalendarización del plan operativo (Figura 21).



Figura 22. Fotografías de presentaciones realizadas en seminarios.

En el caso de la actividad 3.6 se indica que el desarrollo del manual de producción artificial del musgo estaba supeditada a los resultados finales del último ciclo productivo, razón por la cual su desarrollo y finalización tuvieron que ser realizados en el mes de septiembre de 2016, una vez que fue analizada y procesada toda la información generada de la experiencia. El manual aún no tiene la visación de FIA, por tanto no ha sido generado en versión impresa y tampoco ha sido distribuido, no obstante ello se realizara una vez que se cuente con al respectiva visación.

Las fechas indicadas para el caso de la actividad 3.7 fueron cumplidas de acuerdo a la recalendarización del plan operativo. La última tesis de pregrado fue generada en el mes de diciembre del año 2015. De hecho el examen de grado del estudiante fue fijado para el día 10 de siembre de 2015. No obstante la generación de la publicación científica se retraso para el mes de enero de 2016, ya que se necesitaba el procesamiento de varios datos importantes antes de evacuarlos en el paper (Figura 23)

<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO FACULTAD DE RECURSOS NATURALES ESCUELA DE AGRONOMÍA</p>  <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO</p> <p>"EFECTO DE LA ACIDEZ DEL MEDIO DE CULTIVO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS MUSGOS <i>Sphagnum magellanicum</i> y <i>Sphagnum fimbriatum</i>"</p> <p>Tesis de grado presentada a la Facultad de Recursos Naturales como parte de los requisitos para optar al título de:</p> <p>INGENIERO AGRÓNOMO</p> <p>JORGE EDUARDO GUZMÁN MANQUI TEMUCO - CHILE 2015</p>	<p>"EFECTO DE LA ACIDEZ DEL MEDIO DE CULTIVO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS MUSGOS <i>SPHAGNUM MAGELLANICUM</i> Y <i>SPHAGNUM FIMBRIATUM</i>"</p> <p>"Acidity effect of the culture medium on the growing of <i>sphagnum magellanicum</i> and <i>sphagnum fimbriatum</i> moss"</p> <p>Jorge Eduardo Guzmán Manqui ⁽¹⁾</p> <p>⁽¹⁾Alumno tesis, Universidad Católica de Temuco</p> <p>ABSTRACT</p> <p><i>Sphagnum</i> are important in vegetal diversity because they play a fundamental role in natural ecosystems and can fix large amounts of carbon and nitrogen. Also, they can prevent habitat's drainage where they are colonizing the complexly flooded areas synthesizing organic matter. Here the acidity effect of the culture medium on the growing of <i>Sphagnum magellanicum</i> and <i>S. fimbriatum</i> species was assessed with an initial standard measure of 50 mm obtaining and average weight. Treatments were five in different acidity pH 0, 5; 4, 0; 4, 5; 0, 5; 5; 0; 5; 5) with three replicates. Fresh weight gain (g) and fiber's length (mm) was determined. Results obtained in fresh weight gain indicate that <i>S. magellanicum</i> presented significant differences (P<0.05) regarding different pH revealing that in pH 4, 0 there is a further growth on fresh weight gain. In the case of <i>S. fimbriatum</i> there were differences between intermediate pH with respect to the extreme pH indicating that in 5m wall in the pH 4, 0; 4, 5; and 5, 0. In relation to the fiber's length growth of <i>S. fimbriatum</i> there was significant difference (P<0.05) in the pH 4, 5 regarding 3, 5; 5, 0 and 5, 5 pH. However, in the <i>S. magellanicum</i> fresh weight growth there were no significant differences (P<0, 05). The results here indicate that on fresh weight gain the <i>S. magellanicum</i> species in the pH 4, 0 presented a better result and on fiber's length growth the best result was obtained with <i>S. fimbriatum</i> in the pH 4, 5.</p> <p>Key words: moss, Chile culture medium, <i>S. magellanicum</i>, <i>S. fimbriatum</i>.</p> <p>RESUMEN</p> <p>Los musgos del género <i>Sphagnum</i> son parte importante en la diversidad vegetal ya que juegan un rol fundamental en los ecosistemas saturados y pueden fijar grandes cantidades de carbono y nitrógeno, además pueden impedir el drenaje del hábitat donde se encuentran colonizando las zonas completamente</p>
<p>UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES</p>  <p>UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA</p> <p>RESPUESTA DE LA BIOMASA, EN LA FASE GAMETOFTÍCA DE <i>Sphagnum magellanicum</i> Bón. A LA APLICACIÓN DE LUZ ARTIFICIAL Y FERTILIZANTE FOLIAR</p> <p>Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera, como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.</p> <p>JUAN ALEJANDRO TECA PEÑA PROFESOR GUÍA: SR. RUBÉN CARRILLO LOPEZ TEMUCO - CHILE 2012.</p>	<p>Agradecimiento al Proyecto FIA Plan piloto de producción artificial del musgo <i>Sphagnum</i> PVT-2012-0087</p> 

Figura 23. Tesis de pregrado desarrolladas durante la ejecución del proyecto.

El desarrollo de los informes técnicos correspondientes a la actividad 3.8 se ajustó a la calendarización propuesta. Se esperaba generar un último informe en el mes de diciembre del año 2015 pero este no pudo ser elaborado ya que debía terminarse el ciclo productivo del musgo. El último informe técnico fue generado en el mes de junio de 2015.

En el caso de los días de campo (actividad 3.9), estos se ajustaron a las fechas establecidas en la recalendarización del plan operativo. El último día de campo fue efectuado en el mes de enero de 2015 (Figura 24).



Figura 24. Fotografías de los días de campo efectuados en el proyecto.

En el caso de la actividad 3.10, la última actividad de capacitación correspondió a las charlas efectuadas en la ciudad de Quemchi, las cuales fueron solicitadas por la jefatura de área de INDAP de esa comuna al equipo del proyecto. Por estos motivos, y considerando que fue una adecuada instancia de capacitación y difusión de las experiencias del proyecto esta fue realizada en el mes de agosto de 2016 (Figura 25).



Figura 25. Taller de producción artificial del musgo Sphagnum realizado en la ciudad de Quemchi.

Actividades relacionadas con el O.E 4:

La actividad 4.1 abarcó mucho más tiempo que el que se presupuestó en la propuesta original, dado que continuamente se actualizaba la revisión de formatos de comercialización para el musgo, buscándose también otros conceptos para un posible nuevo formato. De esta actividad además de establecer como formato prioritario la opción de los discos de musgo deshidratado con esporas de micorrizas también se sondeó la opción de desarrollar un producto tipo mini huerto (un envase que contiene semillas de hortalizas y un sustrato donde germinarlas) que se denomina pocket garden (Figura 26)



Figura 26. Sistema Pocket Garden



La actividad 4.2 tuvo un desfase en su desarrollo, concluyéndose en Febrero de este año. El retraso en esta actividad fue debido en gran medida a no poseer la prensa hidráulica lo que dificultó el ofertar el producto terminado y envasado, sin embargo para el cumplimiento de esta actividad se elaboraron manualmente prototipos de discos de musgo prensado para presentar el producto a comercializar principalmente en algunas florerías de la ciudad de Temuco con las cuales se tuvo un acercamiento, evidenciándose interés en comercializar este nuevo formato.

La actividad 4.3 no se realizó debido a que no existió un volumen de producción importante de los discos de musgo prensado como para realizar contratos con las distintas florerías con las que se había establecido contactos previos.

La actividad 4.4 no se llevó a cabo dado que está estrechamente ligado a la evaluación técnica de la fabricación de un nuevo producto (actividad 1.14), y como conclusión de estas actividades se estableció que la inviabilidad de llegar a generar un nuevo producto dado los altos costos asociados y el tiempo invertido en las metodologías empleadas tanto para caracterizar los compuestos bioactivos como para evaluar sus capacidades antifúngicas y antibacterianas.

Las actividades 4.5 y 4.6 no se ejecutaron dado que no fue realizada la actividad precedente (actividad 4.4, Identificar interesados en comercializar el nuevo producto desarrollado) por las razones anteriormente expuestas, es decir la escasa viabilidad de llegar a un producto comercial a partir de los compuestos activos presentes en los extractos del musgo.

Las actividades 4.7 y 4.8, aunque han sido abordadas a partir de conversaciones preliminares con la Dirección de Transferencia Tecnológica de la Universidad de La Frontera (DITT-UFRO) no han sido desarrolladas dado que por ejemplo, la generación de un nuevo formato sólo está en etapa de evaluación del prototipo. En relación a patentar el mecanismo de producción artificial del musgo se reanudarán las instancias pertinentes dentro de la universidad para evaluar su factibilidad.

4. Resultados del Proyecto:

- *Descripción detallada de los principales resultados del proyecto, incluyendo su análisis y discusión utilizando gráficos, tablas, esquemas, figuras u otros, que permitan poder visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones relevantes del desarrollo del proyecto.*
- *Cuadro comparativo de los resultados esperados en la propuesta de proyecto y los alcanzados finalmente.*

- *Razones que explican las discrepancias entre los resultados esperados y los obtenidos.*

Para el desarrollo de este capítulo se abordarán los resultados en base a los objetivos específicos que fueron establecidos.

*Objetivo específico 1: "Desarrollar un mecanismo de propagación artificial del musgo **Sphagnum** de mayor eficiencia y sustentabilidad para su explotación comercial".*

Para el caso de este O.E se destaca como primer resultado que fue posible **aumentar la productividad del musgo Sphagnum por unidad de superficie** (m²), en las sucesivas rotaciones, pero estas no alcanzaron los niveles de rendimiento registrados para los ambientes naturales consignados en la línea base y tampoco la meta propuesta. Esto se debe a que en los ambientes naturales el largo y grosor de las fibras son mayores, producto de un período de crecimiento que abarca una gran cantidad de años (70 a 100 años). A su vez, en el caso de la producción artificial los segmentos sembrados corresponden a 1/3 de la longitud de una hebra natural de las mejores características comerciales y si bien el musgo mostró un buen nivel de crecimiento especialmente en longitud de fibra, este no exhibió una respuesta similar en el crecimiento del grosor de la fibra, reduciendo con ello la productividad por unidad de superficie en relación al peso seco (Figura 27).

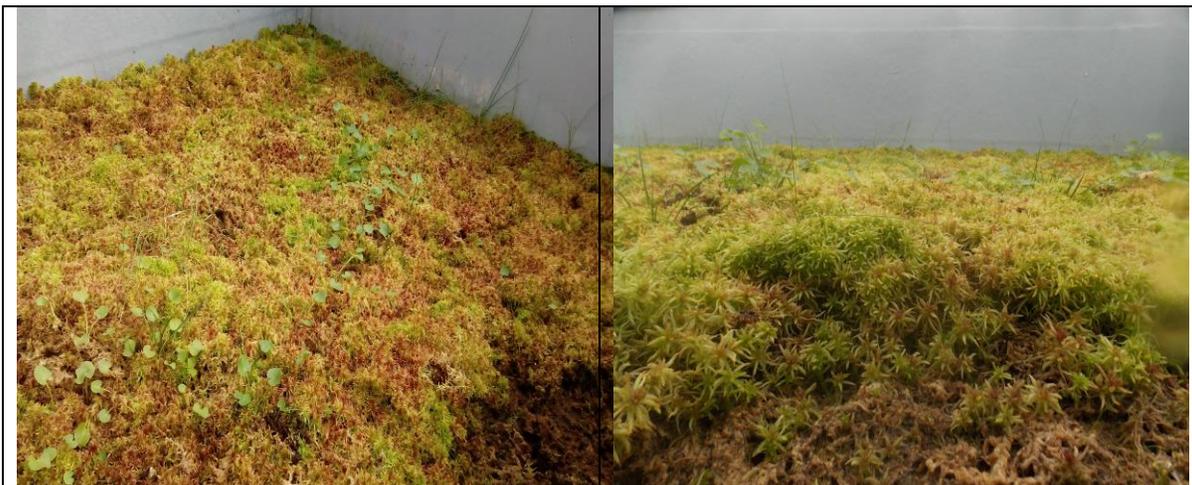


Figura 27. Crecimiento del musgo Sphagnum en contenedores.

También se discute que dentro de la literatura mas actualizada referentes al musgo los valores de rendimiento por m² varían desde los 40 gr a 1 Kg. en el caso de esta

experiencia se obtuvieron niveles de productividad de 5 a 6 Kg. de musgo seco por contenedor, lo que equivale a valores de 250 a 300 gr por m². Este nivel de rendimiento superaría en al menos 6 veces algunos de los registros de ambientes naturales. Es importante destacar que los principales resultados del proyecto dicen relación con un buen nivel de crecimiento de las hebras de musgo en condiciones artificiales (Figura 30). Durante la ejecución del proyecto se realizó un monitoreo permanente de los niveles de crecimiento del musgo (Figura 27 y 28), estableciendo mediciones del largo de la fibra cada 3 meses. Los resultados del crecimiento obtenidos en el primer período productivo de 1 año son mostrados en las Figuras 29 y 30. Dentro de este plazo se realizaron las mediciones de crecimiento en las fechas de agosto-2014, noviembre-2014, marzo-2015 y junio-2015. Para realizar las mediciones cada contenedor fue dividido en 3 secciones de similar longitud (3,3 m) obteniendo una muestra de 10 hebras de cada sección. Las cuales fueron recogidas desde los bordes y el centro de cada contenedor con el fin de abordar la mayor variabilidad posible. En definitiva se obtuvieron 30 hebras de musgo para cada contenedor en cada medición.



Figura 28. Mediciones de crecimiento de las hebras de Sphagnum masificado artificialmente.

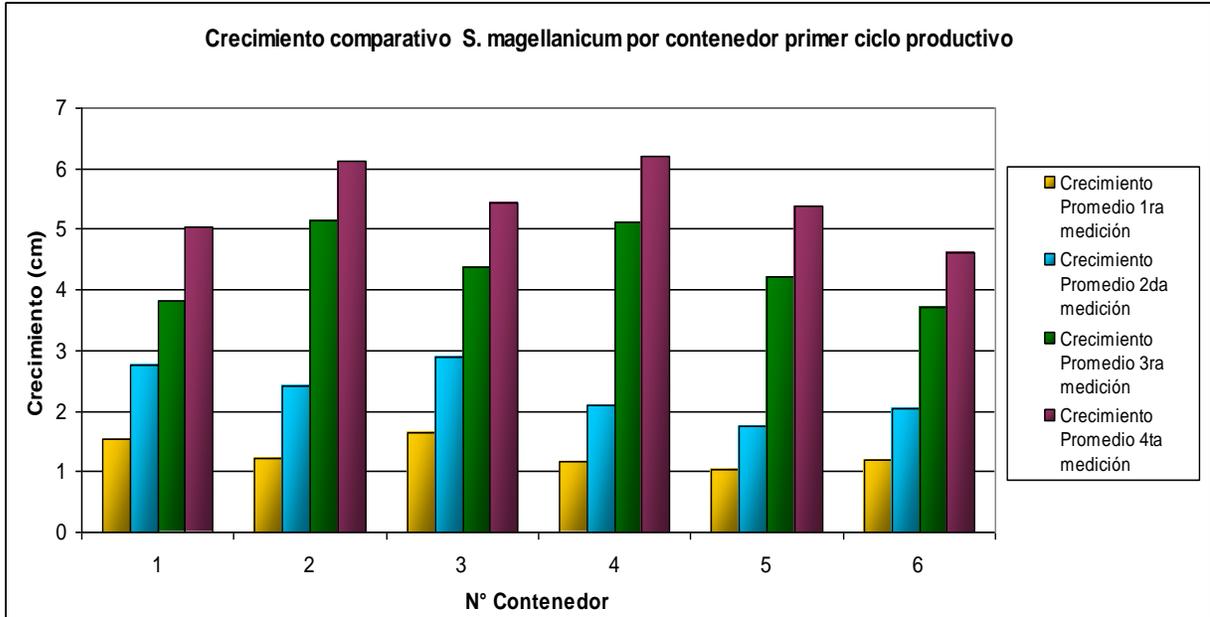


Figura 29. Grafico de barras con los niveles de crecimiento en longitud de la fibra del musgo *S. magellanicum* en condiciones de crecimiento artificial durante el primer ciclo productivo.

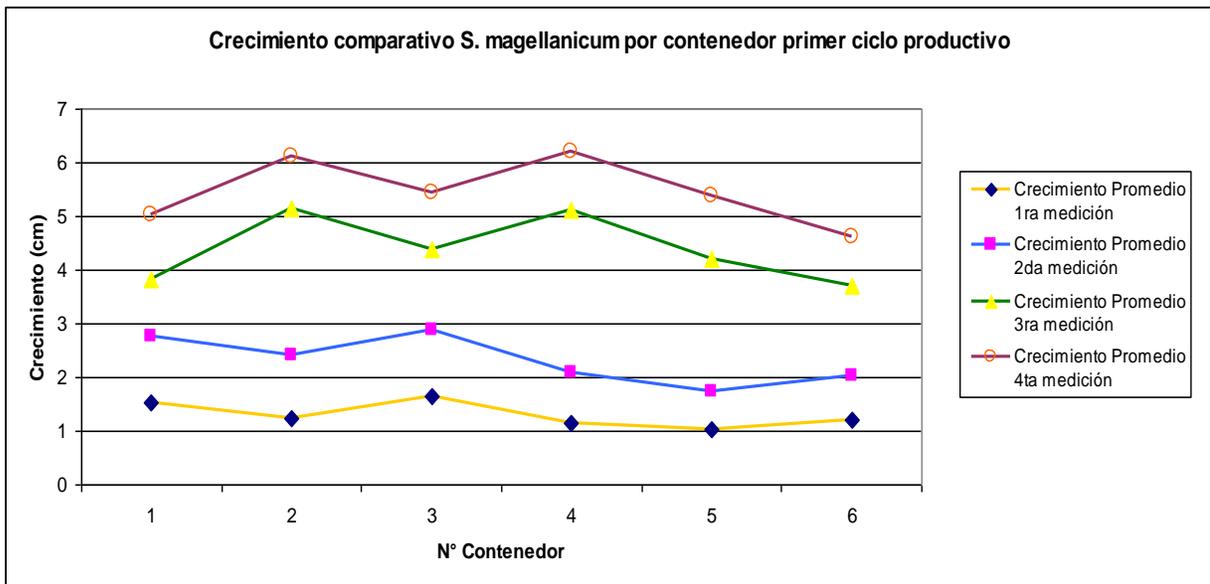


Figura 30. Grafico de tendencia con los niveles de crecimiento en longitud de la fibra del musgo *S. magellanicum* en condiciones de crecimiento artificial durante el primer ciclo productivo.

En ambas figuras se puede observar que los niveles de crecimiento del musgo son bastante positivos, alcanzando un promedio de 5,46 cm al final del primer ciclo productivo de 1 año, equivalente a un crecimiento promedio mensual de 0,46 cm. Este nivel de crecimiento fue levemente superior al documentado para turberas antropogénicas de la región de Los Lagos donde se indican niveles de crecimiento de 5,16 cm/año (Díaz, et al., 2012), y muy superior a los registrados para turberas naturales de la región de Magallanes donde los valores promedio de crecimiento anual son de 0,5 cm (Domínguez, 2014).

En el segundo periodo productivo los crecimientos continuaron aumentando, llegando a niveles promedio de 9,3 e incluso 9,8 cm de crecimiento en longitud de la fibra (Figuras 31 y 32), indicando un aumento de la productividad y con ello estableciendo que es posible generar un sistema de producción artificial sostenido. Dentro de este periodo se realizaron las mismas mediciones en relación al tiempo de ejecución y metodología de toma de muestras que las realizadas en el primer ciclo.

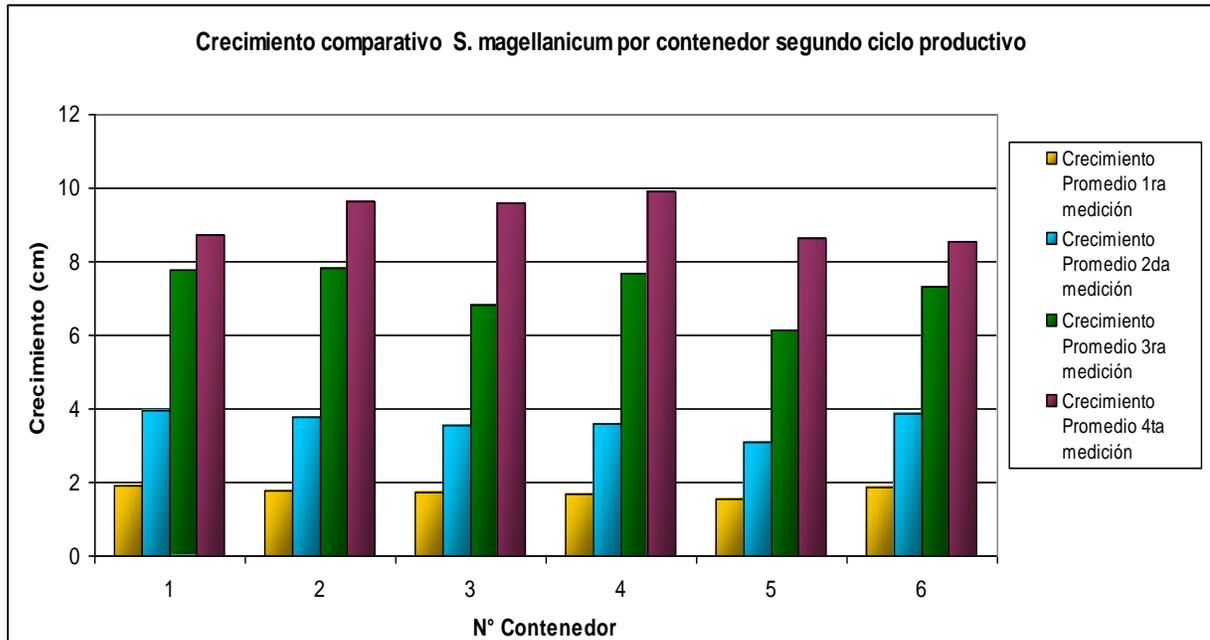


Figura 31. Grafico de barras con los niveles de crecimiento en longitud de la fibra del musgo *S. magellanicum* en condiciones de crecimiento artificial durante el segundo ciclo productivo.

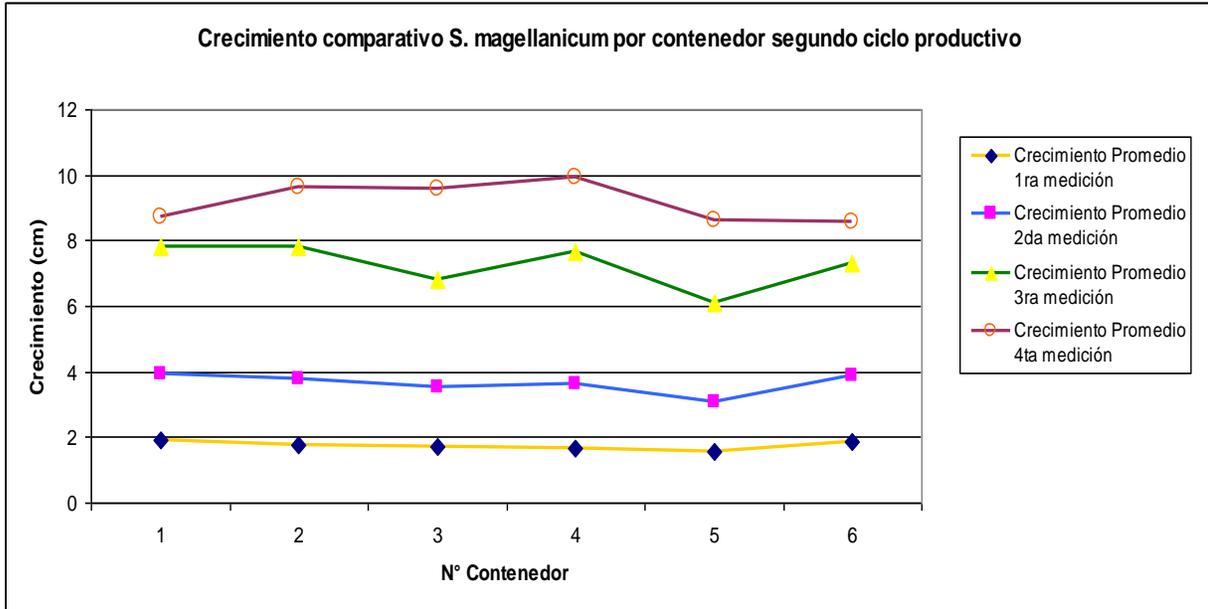


Figura 32. Grafico de tendencia con los niveles de crecimiento en longitud de la fibra del musgo *S. magellanicum* en condiciones de crecimiento artificial durante el segundo ciclo productivo.

Dentro del proyecto se propuso la **obtención de un musgo de la mejor calidad comercial**. Para cumplir con este resultado solo se utilizó en las etapas de siembra y resiembra de los contenedores aquel ecotipo que presentó las mejores características comerciales de largo y grosor de fibra (Figura 33), el cual fue seleccionado a partir de las colectas realizadas en 5 áreas de muestreo distribuidas entre las regiones de Los Ríos y de Los Lagos. El ecotipo seleccionado correspondió al colectado en la localidad de Quillaípe y como parte de las actividades definitivas para su elección se generó una tesis de pregrado cuyo objetivo fue el de estudiar comparativamente los parámetros morfológicos entre las distintas poblaciones musgo colectado. A partir de los resultados de esa tesis se optó por la selección del ecotipo de Quillaípe.

Durante la primera etapa del proyecto se recopiló información bibliográfica nacional e internacional y se realizó una consulta a expertos (representantes de organismos públicos, productores y comercializadores del musgo) con el fin de establecer las áreas de muestreo que fueran representativas de la zona de impacto del proyecto. El resultado final fue la obtención de 5 áreas de muestreo, las que correspondieron a los sectores de Los Ulmos (comuna de Valdivia), Quillaípe (comuna de Pto. Montt), El Palomar (Comuna de Ancud), Aucar (comuna de Quemchi) y Chadmo (comuna de Quellón) (Figura 34).



Figura 33. Características del ecotipo de musgo utilizado para la masificación artificial.

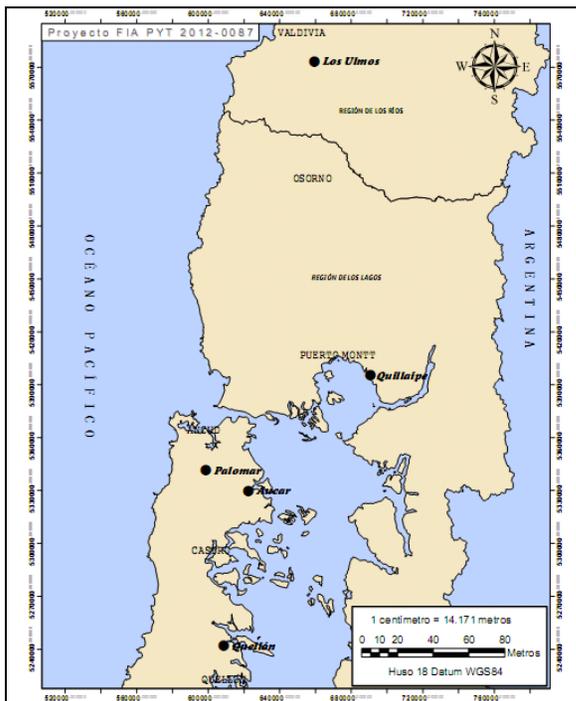


Figura 34. Mapa con la localización de las áreas de muestreo.

Las observaciones realizadas del musgo obtenido en el proceso de cosecha muestran un adecuado largo de la hebra, el cual mostró crecimientos de 9 a 10 cm/año (figura 35) logrando un producto que alcanza los 20 a 25 cm. Sin embargo el calibre del grosor disminuyó en la producción artificial, obteniendo fibras largas y finas que mostraron poca resistencia al daño mecánico provocado por el estiramiento y manipulación excesiva de las mismas (Figura 36). Esto se tradujo en un menor volumen biomásico de la hebra producida de manera artificial no logrando los niveles de calidad esperados, al menos, al equipararlos con la morfología y estructura de las hebras del ecotipo en condiciones naturales. Si bien no se obtuvo un producto de niveles de excelencia (musgo 7 estrellas) si fue posible alcanzar y superar la meta propuesta en el proyecto de producir 20 gr/m², ya que los niveles alcanzados de peso fueron de 250 a 300 gr/m².



Figura 35. Medición del crecimiento de la hebra de musgo al final del segundo ciclo de producción artificial. Se destaca un crecimiento promedio superior a los 9 cm.



Figura 36. Morfología estructural de una hebra del musgo *S. magellanicum* producido de manera artificial.

Un resultado relevante dentro del proyecto fue **la obtención de una producción sostenida del musgo**, lo que se evidenció en el rendimiento o productividad medida en peso seco al final de la temporada de crecimiento y momento de la cosecha en cada contenedor. Los resultados indican que se incrementó de un 30% a 40% la cantidad de musgo seco producido por temporada, llegando a valores de 6 Kg. por contenedor. En los registros de las primeras cosechas los valores estaban entre los 3 y 4 Kg. (Figura 37) De seguir esta tendencia es muy probable alcanzar mayores valores de peso seco de musgo por contenedor. Dentro del proyecto se fijó como temporada de producción un año cronológico desde realizada la siembra de las hebras, y en base a los resultados obtenidos es posible asegurar que se logró generar una producción sostenida del musgo, ya que este no ha disminuido su productividad.

En relación a la meta propuesta se puede mencionar que esta se ha alcanzado ya que en la última fase del proyecto se obtienen cifras superiores a las consignadas en la línea de base.



Figura 37. Pesaje del musgo seco obtenido en un contenedor.

Otro resultado que se destaca es el **Desarrollo de un nuevo formato del producto con mayor valor agregado** mediante la obtención de discos de musgo deshidratado prensado de distinto diámetro a los cuales se les incorporó una solución concentrada de esporas de hongos micorrízicos arbusculares del género *Glomus* para uso en maceteros para jardinería domiciliaria.

Los discos elaborados fueron de 55, 65 y 78 mm de diámetro con un grosor menor a 6 mm como lo indica la figura 38 y envasados en un sachet transparente de material poroso (Figura 39).



Figura 38. Cilindros matrices para el prensado de musgo y obtención de discos de *Sphagnum* deshidratado con diferentes diámetros.



Figura 39. Formato envasado de discos de *Sphagnum* de distintos diámetros.

Otro interesante resultado fue **Establecer mediante técnicas de laboratorio compuestos activos (C.A.) potenciales para el desarrollo de un nuevo producto**, donde mediante técnicas de extracción con diferentes solventes se pudo obtener diferentes extractos, los cuales fueron identificados mediante metodologías cromatográficas. En etapas posteriores se realizó ensayos para evaluar la biocatividad de los extractos obtenidos. Destacan la identificación de más de 20 compuestos que se señalan en la literatura que poseen carácter antifúngico o antibacteriano como se aprecia en las siguientes tablas.

Tabla 1: Composición de extracto en Hexano desde *S. magellanicum* (Producción Artificial)

RT	March	Prob	%A	Name	Ki
20.10	757	18.5	11.89	2-Isopropyl-5-methyl-1-heptanol	1323
43.65	721	10.5	12.2	Pentacosane	2496
45.14	657	10.2	9.99	Nonacosane	2595
47.99	619	11.8	11.37	Octadecane, 3-ethyl-5-(2-ethylbutyl)-	2596
49.35	704	14.8	26.5	Heptacosane	2593
52.28	655	10.3	28.05	Tetratetracontane	2589

Tabla 2: Composición de extracto en Etil Acetato desde *S. magellanicum* (Producción Artificial)

RT	March	Prob	%A	Name	Ki
22.12	890	40.0	1.25	Tetradecane	1399
23.57	870	29.6	13.33	1-Chloroundecane	1459
26.91	870	13.9	20.18	Hexadecane	1629
28.34	791	23.8	0.59	1-Chlorotetradecane	1675
31.25	872	22.1	10.01	Octadecane	1800
33.46	780	60.5	1.81	Hexadecanoic acid, methyl ester	1907
47.45	867	38.1	52.81	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl	2596

Tabla 3: Composición de extracto en Etanol desde *S. magellanicum* (Producción Artificial)

RT	March	Prob	%A	Name	Ki
11.17	689	25.3	7.61	Heptane, 3,3,5-trimethyl-	1011
19.63	789	21.94	21.5	2-Isopropyl-5-methyl-1-heptanol	1304
36.99	736	38.1	9.19	Heneicosane	2095
40.45	779	14.66	23.34	Tricosane	2296

Un punto destacable en esta etapa fue la constatación que tanto extractos de musgo bajo condiciones de producción artificial (Tablas 1,2 y 3) como en desde aquellos obtenidos desde la turbera natural (Tablas 4, 5 y 6) presentaron compuestos

bioactivos lo cual indica que al generar condiciones ex situ de manejo del musgo este mantiene sus cualidades en relación a sus compuestos bioactivos.

Tabla 4: Composición de extracto en Hexano desde *S. magellanicum* (musgo de turbera)

RT	March	Prob	%A	Name	Ki
16.69	808	16.2	17.21	Dodecane	1197
22.08	797	13.3	37.85	Tetradecane	1397
26.9	802	10.9	29.37	Hexadecane	1629
31.24	857	25.2	15.56	Octadecane	1800

Tabla 5: Composición de extracto en Etil acetato desde *S. magellanicum* (musgo de turbera)

RT	March	Prob	%A	Name	Ki
21.64	796	68.8	51.69	Decanoic acid, ethyl ester	1382
26.45	788	60.9	48.31	Dodecanoic acid, ethyl ester	1579

Tabla 6: Composición de extracto en Etanol desde *S. magellanicum* (musgo de turbera)

RT	March	Prob	%A	Name	Ki
21.8	715	52.7	59.72	Decanoic acid, ethyl ester	1387
26.53	783	66.0	40.28	Dodecanoic acid, ethyl ester	1583

Si bien se pudo establecer la identificación de los distintos compuestos que componen cada extracto y hubo evidencia de actividad antifúngica y antibacteriana a partir de los bioensayos contra microorganismos, se determinó que la actividad antimicrobiana de los extractos no fue superior a los antimicrobianos convencionales utilizados en la actualidad, con lo cual se descartó seguir avanzando en el objetivo de **Obtener Prototipo de nuevo producto a partir de los C.A. obtenidos.**

Objetivo específico 2: "Evaluar la rentabilidad del desarrollo de esta tecnología".

Para el caso de este O.E, los principales resultados están asociados a la **generación del documento "Plan de negocios en base a la masificación artificial del musgo *Sphagnum magellanicum*".** El propósito de este documento es el de compartir con todos los actores que desarrollan actividades productivas en torno a la extracción, recolección y comercialización (principalmente a nivel nacional) del musgo *Sphagnum magellanicum* Brid. antecedentes que pueden sustentar un modelo de negocios y que fue íntegramente generado a partir de las experiencias obtenidas durante la ejecución del proyecto. En concreto, el plan de negocios entrega antecedentes de utilidad que puedan ser considerados principalmente por pequeños y



medianos productores y recolectores del musgo Sphagnum (pompon), ya sea de manera individual o de forma colectiva (asociación, agrupación o cooperativa) para llevar a cabo un emprendimiento basado en la producción artificial de este recurso.

El documento cuenta con 64 páginas, dentro del cual se consignan varios capítulos dentro de los cuales destacan:

Antecedentes generales. En este capítulo se dan a conocer algunos antecedentes y características del musgo, los ecosistemas donde habita y la distribución en Chile. Junto a ello se entregan con mayor detalle antecedentes relacionados con la extracción comercial de turba y del musgo Sphagnum en Chile; el mercado, niveles de exportaciones y principales usos del musgo; la cadena de comercialización asociada a este recurso; y finalmente la institucionalidad y reglamentaciones relacionadas con la actividad extractiva de la turba y del musgo.

A partir de la información entregada en este capítulo el lector podrá conocer de manera resumida los principales aspectos que rodean y aquellos que tienen mayor relevancia sobre el negocio asociado a la comercialización del musgo.

Plan de negocios: En este capítulo se detallan todos los aspectos técnicos relacionados con el desarrollo de un negocio basado en la producción artificial del musgo. Dentro de este capítulo se destacan los contenidos relacionados a como se concibe la idea de negocios y explicar cuales son los principales fundamentos que la sustentan; se indican como se realiza el proceso productivo y de masificación artificial; se dan a conocer los problemas y restricciones principalmente técnicas que puede tener el negocio; y se dan a conocer los niveles de productividad que se pueden alcanzar en base a las experiencias alcanzadas en el proyecto. En las secciones finales se explica el plan de marketing a realizar focalizándolo en 4 aspectos principales: el producto a obtener, la determinación del precio estimado para los productos, las estrategias de promoción del producto, y los posibles lugares donde este puede ser comercializado. Dentro de la última parte del documento se señalan los aspectos principales del negocio, los cuales se relacionan con los costos para los distintos ítems necesarios para llevar a cabo esta emprendimiento (infraestructura, equipos, insumos, materiales, recursos humanos, producción y operación); las depreciaciones de los bienes materiales; los ingresos por venta de los productos; los flujos de caja que establecen los movimientos futuros y los indicadores de rentabilidad VAN y TIR; y finalmente un análisis de sensibilidad que permite visualizar el comportamiento de los indicadores de rentabilidad al modificar los precios de venta del productos y los niveles de productividad del sistema de producción artificial.

Cabe destacar muy especialmente que el plan de negocios establece dos escenarios para el desarrollo de un emprendimiento relacionado con la producción. El primero de ellos, llamado "situación en proyecto" tiene como base los costos asociados a infraestructura, equipos y herramientas menores utilizados en el proyecto. El segundo escenario, denominado "alternativa artesanal" basa los costos en un sistema de producción de menor costo que no implican elevadas inversiones en infraestructura y equipos, pero que cumple con las condiciones para generar un sistema de producción que perfectamente podría equiparar la situación bajo invernadero (Figura 38). Se asume que esta última alternativa es más realista desde el punto de vista de los recursos que podría invertir un pequeño propietario o productor interesado en este tipo de negocio. Se asumió además que ambas alternativas pueden generar niveles similares de productividad por temporada, y que la única posibilidad de rentabilizar el negocio es a partir de la generación de productos de mayor valor agregado, para lo cual se consideraron como base los nuevos formatos de venta propuestos en el proyecto. Los análisis de sensibilidad se realizaron para ambas alternativas descritas.



Figura 38. Ejemplo de sistema artesanal para la masificación artificial.

Los resultados generales indican que una propuesta de negocios basada en la situación en proyecto no es rentable debido a los altos costos de infraestructura y equipos, los cuales son imposibles de recuperar con los flujos futuros de fondos. A su vez, la alternativa artesanal muestra rentabilidades positivas debido a los menores costos de inversión. Los resultados específicos relacionados con ello serán desarrollados en el capítulo 5 del presente informe.

Otro resultado importante, y derivado también a partir del plan de negocios generado durante el proyecto fue la **obtención de los indicadores de rentabilidad (VAN y**



TIR) en un horizonte de 10 años. En este caso y tal como se mencionó, dentro del documento del plan de negocios se consigna la evaluación de los indicadores de rentabilidad VAN y TIR para ambos escenarios descritos (situación en proyecto y alternativa artesanal) (Cuadros 3 y 4). Dentro de este documento se incorporan todos los detalles relacionados con sus cálculos a partir de los flujos de caja. El horizonte de evaluación fue realizado a 10 años, considerando para ambos escenarios similares niveles de productividad y un ingreso por ventas basado en la obtención de productos con un mayor valor agregado pero que a su vez utilizan menores volúmenes de musgo, optimizando de esta forma la actividad productiva.



Cuadro 3. Flujo de caja para la alternativa "situación en proyecto"

Detalles	Inversión	Operación									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por venta de productos		9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000
Costos variables (producción)		6.673.830	6.749.377	6.828.324	6.910.824	6.997.036	7.297.808	7.181.273	7.279.656	7.382.465	7.489.901
Depreciaciones		3.211.678	3.211.678	3.211.678	3.141.451	3.141.451	3.211.678	3.159.178	3.159.178	3.088.951	2.778.999
Utilidad antes de impuesto		-785.508	-861.055	-940.002	-952.275	-1.038.487	-1.409.486	-1.240.451	-1.338.834	-1.371.416	-1.168.900
Impuesto (22,5%)		-176.739	-193.737	-211.501	-214.262	-233.660	-317.134	-279.102	-301.238	-308.569	-263.002
Utilidad Neta		-608.769	-667.318	-728.502	-738.013	-804.828	-1.092.351	-961.350	-1.037.596	-1.062.848	-905.897
Depreciaciones		3.211.678	3.211.678	3.211.678	3.141.451	3.141.451	3.211.678	3.159.178	3.159.178	3.088.951	2.778.999
Subtotal		2.602.909	2.544.360	2.483.176	2.403.438	2.336.624	2.119.327	2.197.828	2.121.582	2.026.104	1.873.101
Inversiones	-36.887.391	0	0	0	0	0	210.680	0	0	0	0
FLUJO NETO (\$)	-36.887.391	2.602.909	2.544.360	2.483.176	2.403.438	2.336.624	1.908.647	2.197.828	2.121.582	2.026.104	1.873.101
VAN (14,7% Tasa de descuento)	-25.020.144										
TIR	-8,5%										



Cuadro 4. Flujo de caja para la alternativa artesanal

Detalles	Inversión	Operación									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por venta de productos		9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000
Costos variables (producción)		6.673.830	6.749.377	6.828.324	6.910.824	6.997.036	7.297.808	7.181.273	7.279.656	7.382.465	7.489.901
Depreciaciones		368.352	368.352	368.352	298.125	298.125	368.352	315.852	315.852	245.625	117.240
Utilidad antes de impuesto		2.057.818	1.982.271	1.903.324	1.891.051	1.804.839	1.433.841	1.602.875	1.504.493	1.471.910	1.492.859
Impuesto (22,5%)		463.009	446.011	428.248	425.486	406.089	322.614	360.647	338.511	331.180	335.893
Utilidad Neta		1.594.809	1.536.260	1.475.076	1.465.565	1.398.750	1.111.227	1.242.228	1.165.982	1.140.730	1.156.966
Depreciaciones		368.352	368.352	368.352	298.125	298.125	368.352	315.852	315.852	245.625	117.240
Subtotal		1.963.161	1.904.612	1.843.428	1.763.690	1.696.875	1.479.578	1.558.080	1.481.833	1.386.355	1.274.206
Inversiones	-3.324.286	0	0	0	0	0	210.680	0	0	0	0
FLUJO NETO (\$)	-3.324.286	1.963.161	1.904.612	1.843.428	1.763.690	1.696.875	1.268.898	1.558.080	1.481.833	1.386.355	1.274.206
VAN (14,7% Tasa de descuento)	5.305.522										
TIR	54,6%										



Los resultados indicaron para la alternativa de situación en proyecto (de acuerdo a las inversiones realizadas en el proyecto) que el valor del VAN fue de \$-25.020.144, y un valor para la TIR de -8,5%. Claramente ambos indicadores justifican la no realización del proyecto debido a los altos costos involucrados en infraestructura y equipos. A su vez la alternativa relacionada con la producción artesanal mostró valores para el VAN de \$5.305.522 y para la TIR de un 54,6%, indicando que es posible llevar a cabo este proyecto.

Objetivo específico 3: "Generar información relevante para difundir esta experiencia".

En el caso de este O.E. se puede mencionar como resultado que se **generaron variadas estrategias de comunicación para poner en conocimiento del público objetivo los alcances y objetivos del proyecto**. En este caso destacan como resultados la participación de miembros del equipo del proyecto como expositores en 7 seminarios (Figura 39):

Segunda versión del seminario "Biodiversidad nativa de la Araucanía: Un patrimonio en peligro", realizado en la ciudad de Temuco los días 22 y 23 de mayo de 2013, donde participaron alrededor de 70 personas y se realizaron dos presentaciones con antecedentes derivados del proyecto. Los participantes correspondieron a académicos, profesionales de diversas reparticiones públicas y privadas, además de estudiantes.

Tercera versión del seminario "Biodiversidad nativa de la Araucanía: Un patrimonio en peligro", realizado en la ciudad de Temuco los días 4 y 5 de junio de 2014, donde participaron alrededor de 140 personas y se realizaron dos presentaciones con antecedentes derivados del proyecto. Los participantes correspondieron a académicos, profesionales de diversas reparticiones públicas y privadas, además de estudiantes.

"Reunión anual de botánica criptogámica", realizado en la ciudad de Santiago los días 26 y 27 de septiembre de 2014, donde participaron alrededor de 150 personas y donde se realizó una presentación derivada de los antecedentes del proyecto. Los participantes correspondieron a académicos, profesionales de diversas reparticiones públicas y privadas, además de estudiantes.

Cuarta versión del seminario "Biodiversidad nativa de la Araucanía: Un patrimonio en peligro", realizado en la ciudad de Villarrica los días 4 y 5 de junio de 2015, donde participaron alrededor de 130 personas se realizó una presentación con antecedentes derivados del proyecto. Los participantes correspondieron a académicos, profesionales de diversas reparticiones públicas y privadas, además de estudiantes.



Cuarto seminario Mesa de Humedales de Chiloé: Patrimonio de todos, realizado los días 3 y 4 de diciembre de 2015 en la ciudad de Chonchi, donde participaron alrededor de 70 personas, los que correspondieron a autoridades regionales de la Gobernación Provincial, autoridades comunales (Alcalde), seremis, representantes de instituciones estatales (Conaf, Indap, Sernageomin entre otras), académicos de distintas universidades del país, productores de musgo y propietarios de turberas.

Seminario "Plan piloto de producción artificial del musgo Sphagnum", organizado por el equipo de trabajo y dentro del cual se realizaron 3 presentaciones con los principales avances y resultados del proyecto. Este seminario fue realizado en la ciudad de Temuco, Universidad de La Frontera, el día 20 de noviembre de 2015, y contó con la participación de 30 personas, los que correspondieron a académicos, profesionales y estudiantes.

Seminario "Producción artificial del musgo Sphagnum", organizado por el equipo de trabajo y dentro del cual se realizaron 4 presentaciones con los principales avances y resultados del proyecto. Este seminario fue realizado en la ciudad de Quemchi, Universidad de La Frontera, el día 25 de noviembre de 2015, y contó con la participación de 20 personas, los que correspondieron a pequeños propietarios de turberas de la comuna de Quemchi, autoridades de INDAP y personas interesadas en esta temática.



Figura 39. Fotografías de participación en seminarios.

Junto a ello se generaron varias instancias de difusión a través de notas de prensa y técnicas escritas y digital, publicadas en la revista campo sureño del Diario Austral (Figura 40), a través del sitio web de la Universidad, Sitio web de FIA. Los antecedentes también fueron replicados en otros sitios web relacionados con el agro (e.g mundoagro).

LUNES 23 DE NOVIEMBRE DE 2015 CAMPO SUREÑO

agenda

Seminario que se realizará en Chiloé abordará producción artificial del musgo pompón

El 25 de noviembre desde las 9:30 horas en la Biblioteca Pública de la comuna de Quinchil, Chiloé, se realizará un seminario sobre la producción artificial del musgo pompón. Las actividades se enmarcan en un proyecto financiado por FIA y ejecutado por la Universidad de La Frontera que contempla un plan piloto para la producción artificial del musgo que crece en el Sur de Chile y apteclado por los mercados extranjeros por su alta capacidad de absorción de agua, hasta 20 veces su peso en seco. Más información con el director del proyecto nbaucamilo@ufrofrontera.cl, al fono 45 2325639 y en el sitio web www.produccionmusgo.cl

Lanzamiento de la variedad lupino Alboroto Inia

Este jueves 26 de noviembre, a partir de las 14:30 horas, en dependencias del Centro Regional Inia Carillanca, se realizará el lanzamiento de la nueva variedad de lupino Alboroto Inia. Destaca por su alto potencial de rendimiento de grano: hasta 6950 kg/ha en ensayos, alto contenido de proteína: 39% en el grano entero; 48% en el grano descascado. Variedad de arquitectura compacta y posición de vainas inferiores a suficiente altura del suelo, que permiten ser cosechado fácilmente por automotrices convencionales a velocidad regular. Buen nivel de resistencia a antracnosis.

En Loncoche se dictará seminario de la temática ovina

El seminario de Producción Ovina de Loncoche se realizará el 27 de noviembre en la Parroquia Municipal Marcelo Foucaud. Expondrá la doctora Patty English, médico veterinario de Carreteras Andes Sur. Ella entregará datos del primer matadero móvil de Chile. También participará el doctor Jaime Piloto, investigador en genética y biotecnología, quien hablará del Programa Genético Ovíno Nacional. Otro de los expositores será Daniel Troncoso, ingeniero agrónomo de SG 2000, quien dictará la charla "Mejora su producción ovina con su pradera". Interesados en participar pueden inscribirse en ovinosloncoche@gmail.com. Para más información visiten la página en facebook Ovinos Loncoche

Figura 40. Nota de prensa informativa aparecida en el suplemento Campo Sureño.

Se desarrollo un sitio web del proyecto (Figura 20), dentro del cual se dieron a conocer los principales alcances del proyecto (resumen ejecutivo), equipo de trabajo, los objetivos del mismo, los hitos críticos, los organismos asociados y patrocinadores de la iniciativa. Junto a ello se alojaron todos los productos generados durante su ejecución tales como tesis de pregrado, documentos técnicos y otros. Finalmente dentro de este sitio web se publicaron de manera permanente noticias relacionadas con eventos ser ejecutados durante el proyecto tales como participación en seminarios y charlas, además de los avances del mismo. Como elemento adicional a ello se generaron instancias de difusión a través de la redes sociales mediante un fan page en Facebook dentro del cual se publicaron noticias de importancia, se subieron los links a videos realizados durante el proyecto, los cuales también estuvieron disponibles en una página de youtube.

Se generaron alrededor de 250 trípticos de difusión (Figura 19), dentro del cual se dan a conocer la situación problema que abordó el proyecto, el objetivo general y específicos, los hitos críticos, los principales logros alcanzados y una breve explicación del proceso de masificación artificial, además de datos de contacto y la dirección del sitio web del proyecto.

Otra de las estrategias utilizadas para comunicar los resultados del proyecto fue la realización de 1 taller, 2 charlas y de 2 días de campo. El taller fue realizado en la localidad de Quillaipe de manera posterior al día de campo, el cual se realizó en el mes de octubre de 2014. A este taller y día de campo asistieron pequeños productores del musgo de la provincia de Llanquihue, personas dedicadas al turismo y representantes de la Seremi de Agricultura y Medioambiente. Las charlas fueron realizadas en la ciudad de Quemchi en el mes de agosto de 2016 contando con la participación de 15 pequeños propietarios y recolectores de musgo pompón. El segundo día de campo se efectuó el a mediados del mes de enero del año 2015 y en el participaron 10 personas (Figura 41).



Figura 41. Taller y días de campo efectuados en el proyecto.

En base a un resumen de lo expuesto se indica que dentro del proyecto se utilizaron las siguientes estrategias de comunicación: Seminarios y charlas, talleres, día de campo, notas de prensa, sitio web del proyecto, Fan page y videos en redes sociales (Facebook y youtube) y material de difusión impreso correspondiente a los trípticos. De acuerdo a lo expuesto inicialmente en el proyecto se puede mencionar que la meta de generar al menos 4 estrategias de comunicación fue cumplida e incluso superada.

En relación al resultado esperado correspondiente a la **divulgación de avances y resultados obtenidos en el transcurso del proyecto** se indica que estos corresponden a los ya descritos precedentemente.

Otro de los resultados obtenidos en el proyecto dice relación con la **obtención de una base de documentos y material de referencia para la realización de**



proyectos futuros, trabajos o estudios relacionados con la producción artificial del musgo Sphagnum. En este caso se destaca la generación de varios documentos técnicos y científicos que contiene importante información que fue utilizada en el desarrollo del proyecto, la cual quedará a disposición de las personas interesadas en replicar una alternativa de producción artificial del musgo y como fuente de información general. Entre los principales documentos se destacan:

- **5 tesis de pregrado, que corresponden a las siguientes:**
- **Teca, Alejandro (2012).** Respuesta de la biomasa, en la fase gametofítica de *Sphagnum magellanicum* Brid. a la aplicación de luz artificial y fertilizante foliar. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 68 p.

Resumen Tesis A. Teca:

Estos tipos de ecosistemas se distribuyen en ambientes húmedos y en aquellos que Presentan anegamiento temporal, altas precipitaciones y bajas temperaturas son características fundamentales para su establecimiento y desarrollo, en nuestro país existen 16 especies de este género, los cuales 5 se encuentran presentes en la isla grande Chiloé, pero solo se destaca comercialmente *Sphagnum magellanicum* debido a sus propiedades de aireación, porosidad y retención de humedad.

Este musgo tiene la capacidad de retener hasta 20 veces su peso seco en agua, esta propiedad es fundamental ya que tiene gran capacidad de absorción, debido a esto su utilización es diversa, aportando un mejoramiento en los sustratos y suelo para el desarrollo de plantas en cultivos agrícolas y ornamentales.

La demanda de este recurso se incrementa cada año, por lo cual se busca estudiar Y desarrollar un tipo de producción que simule los factores donde se da en forma natural y así reducir la extracción indiscriminada que afecta estos ecosistemas.

Por lo anteriormente expuesto, se procedió a evaluar dos factores en condiciones de laboratorio, con el único objetivo de obtener una producción en un periodo de 5 meses, por lo cual se realizaron tres tratamientos y un control en donde el musgo se incorporo en cubetas de vidrio para su desarrollo, un bloque se le aplico luz artificial y el otro luz natural, donde todos contenían 25 gr en peso fresco de musgo, los datos se tomaron en dos ocasiones que posteriormente fueron sometidos a análisis estadístico.

Al realizar un análisis de comparación múltiple se obtuvieron valores estadísticamente significativos, asociados a la masificación de *Sphagnum magellanicum*, al considerar el



aumento en 6 gr de fertilizante foliar y la incorporación de luz artificial de manera conjunta.

Se espera que esta tesis sea una contribución general al público, en cuanto al conocimiento de las turberas, como el musgo *Sphagnum* vivo propiamente tal, y finalmente estos conocimientos sean abordados o bien trabajados en conjunto para su aplicación de lo que se estime conveniente, a la hora de explotar este recurso generando un mejor manejo sustentable posible, evitando explotaciones indiscriminadas y perturbaciones que cambian el paisaje de estos ecosistemas naturales.

- **Nowajewski, Carlos (2012).** Crecimiento del musgo *Sphagnum magellanicum* Brid. en tres tipos de sustratos, en condiciones de laboratorio. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 72 p.

Resumen Tesis C. Nowajewski:

Botánicamente, *Sphagnum magellanicum* Brid., comúnmente llamado pompón pertenece al Reino de las Plantas, a la División Bryophyta, a la Clase Musci y a la Familia Sphagnaceae. Esta familia comprende sólo un género, *Sphagnum*, compuesto de 200 a 300 especies descritas las que se distribuyen por todos los continentes, excepto en Antártica, representado en Chile por 16 especies de difícil determinación. La especie más común en Chile es *S. magellanicum* Brid y se distribuye desde la Cordillera de Nahuelbuta hasta el cabo de Hornos, siendo muy abundante y diverso en las tierras bajas de las Provincias de Chiloé, Palena y Llanquihue.

Este musgo posee la característica de retener agua hasta 20 veces su peso seco. Debido a esta capacidad de absorción, en la actualidad es utilizado como sustituto del algodón para la elaboración de diversos productos, como pañales desechables y apósitos quirúrgicos. También se aplica como sustrato para la producción y el establecimiento de plantas en invernadero y vivero, se ha incorporado en medios de cultivo microbiológico para la regulación del pH y también se emplea como descontaminante de combustible en ambientes acuíferos entre otros.

Los objetivos de este estudio fueron evaluar el crecimiento en biomasa de *S. magellanicum* Brid y su productividad, además analizar si existe una relación significativa entre el crecimiento de *S. magellanicum* Brid y la incorporación de tres sustratos y aire. El estudio se realizó en el laboratorio de Biología Vegetal de la Universidad de La Frontera, Campus Valentín Letelier, Temuco, Chile; durante un



período de 4 meses (julio 2012- octubre 2012), con una frecuencia en las mediciones de un mes. En el laboratorio se instalaron cuatro cubetas de vidrio para la medición. Las cubetas estuvieron constituidas por tres tratamientos y un control; una con los tres tipos de sustratos (*S. fimbriatum* Wilst.p., turba de *Sphagnum* y gravilla), la cual estuvo más lejana al nivel del agua y las otras dos con dos tipos de sustratos (*S. fimbriatum* Wilst. P.- Gravilla y Turba de *Sphagnum* – Gravilla), las cuales estuvieron más cercanas al nivel del agua. El control se midió solo con sustrato de gravilla, el cual estuvo más cercano al nivel del agua.

La productividad se estimó a través de la determinación de la materia seca de los musgos y los registros de crecimiento. Los datos se evaluaron a través de pruebas de comparación múltiple o Tukey a través del programa JUMP.

Los resultados indican que el crecimiento y la productividad fueron mayores en todos los tratamientos con respecto al control; con ello se comprueba la hipótesis de este trabajo. El crecimiento fue bastante variable, registrando diferencias entre los tratamientos de estudio. Los valores promedio de crecimiento en biomasa fluctuaron de 0,45 g M.V a 0,89 g M.V. Mientras que los valores promedios de productividad en peso seco fluctuaron entre 0,11 g M.S y 0,16 g M.S, reafirmando la hipótesis planteada al comienzo de la investigación, existiendo una relación positiva en la incorporación de sustratos y aire sobre la producción del musgo *Sphagnum magellanicum* Brid.

- **Vera, Felipe (2013).** Estudio comparativo de parámetros morfológicos y diferenciación genética entre distintas poblaciones del musgo *Sphagnum magellanicum* Brid. distribuidas entre las regiones de Los Ríos y de Los Lagos. Tesis Ingeniero en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 68 p.

Resumen Tesis F. Vera:

Las briófitas provienen de la era Paleozoica, se caracterizan por ser plantas que carecen de haces vasculares (llamadas no vasculares), absorben agua y nutrientes por todo su cuerpo vegetativo.

Dentro de la división de las briófitas, se encuentra el género *Sphagnum* quien tiene más de 300 especies descritas en el mundo, de las cuales 16 se registran en Chile. Una que destacada dentro del género debido a su alta demanda comercial es *Sphagnum magellanicum*, el cual posee características como retenedor de humedad,



pudiendo almacenar hasta 20 veces su peso seco en agua, también presenta propiedades aislantes, filtradoras y antimicrobianas.

S. magellanicum presenta dos fases, una gametofítica (dominante) y una esporofítica. Los gametofitos están compuestos por un caulidio (tallo), ramas dispuestas en fascículos que a su vez están compuestas por filidios; son estructuras similares a las hojas, realizan fotosíntesis a través de los clorocistes. Este musgo coloniza terrenos anegados, dentro de los cuales incluye a las turberas. Las turberas son un tipo de humedal ácido, y según su origen pueden ser naturales o antropogénicas. A su vez, pueden ser clasificadas en ombrotroficas, oligotroficas y minerotroficas. En la actualidad almacenan un tercio del carbono de los suelos terrestres.

En Chile, a fines de la década de los 90 comenzó una permanente e irracional extracción de *S. magellanicum* para su comercialización y exportación a mercados internacionales de Europa y Asia, provocando que las tasas de extracción superen las de regeneración del musgo. Regulado en el país por el código minero, se hace indispensable buscar soluciones que hagan sustentable la explotación del musgo. Como consecuencia, una de estas estrategias es la iniciativa del proyecto FIA denominado "Producción artificial del musgo *Sphagnum*" (PYT 0087-2012), ejecutado por la Universidad de La Frontera, en donde está enmarcado este trabajo de título.

Se identificaron taxonómicamente las distintas fuentes naturales de recolección, mediante la diferenciación de las características morfológicas de algunas de las procedencias que actualmente se cosechan y comercializan. En el caso de este trabajo de título fueron 5 áreas muestrales y se utilizaron 3 caminos para lograr los objetivos; una descripción morfológica, un análisis biomolecular y finalmente la elaboración de claves dicotómicas con los resultados obtenidos a partir de la descripción previa.

La descripción morfológica estuvo compuesta por un análisis de parámetros cuantitativos y otro cualitativo. Los parámetros cuantitativos evaluados fueron el largo de ramas extendidas, largo y ancho de filidios. En los parámetros cualitativos se destacan la forma, coloración y concavidad de filidios de rama y de caulidio. Con los resultados se elaboraron las claves dicotómicas.

El análisis biomolecular fue realizado mediante marcadores moleculares ISSR (Inter-Simple Sequence Repeat).

El análisis biomolecular posibilitó la obtención de 3 divergencias genéticas entre las áreas muestrales; 1) Quillaipe, 2) El Palomar-Aucar, 3) Quellón.



Por otra parte, los resultados obtenidos mediante la descripción morfológica cuantitativa y cualitativa consideran diferencias significativas favorables para las áreas muestrales de El Palomar y Aucar, adjudicándose las mejores características comerciales el área muestral de El Palomar. Principalmente obtuvo las mejores evaluaciones gracias a la mayor presencia de biomasa que permitiría una mayor absorción de agua. Las áreas muestrales que le siguen en orden descendiente (con respecto a características comerciales) son Quillaipe, Los Ulmos y finalmente Quellón.

Pacheco, Esteban. (2015). Evaluación del crecimiento del pompón (*Sphagnum magellanicum* Brid.) tratado con las hormonas vegetales BAP y GA3. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Agronomía. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 13 p.

Resumen Tesis E. Pacheco:

Actualmente, el género *Sphagnum*, específicamente *S. magellanicum*, es una parte importante de las turberas, debido a las diversas aplicaciones que se dan a esta especie, siendo el suministro de materia prima para la producción de paneles a la elaboración de pañales y muchas otras aplicaciones, la producción de este musgo representa la posibilidad de desarrollar una actividad económica importante, pero se vuelve cada vez más difícil el equilibrio entre el éxito comercial y la protección del medio ambiente, así desarrollar formas eficientes de producción se convierte en un problema importante. Por esta razón, se realizó un ensayo para producir el *S. magellanicum* en ambientes controlados y evitar la destrucción de las turberas que representan sitios de alta biodiversidad y de lenta recuperación.

En el experimento se pusieron a prueba dos fitohormonas promotoras del crecimiento (BAP y GA3) en tres concentraciones diferentes: 0,5; 1,0; 2,0 μM , durante un período de 60 días. Después de la experiencia se concluye que los tratamientos no hacen una diferencia significativa en comparación con el control (medio de cultivo QL), sin embargo, teniendo en cuenta el lento crecimiento de la especie, cuyos segmentos alcanzan un tamaño alrededor de 2,5 mm en promedio al año, los valores obtenidos en dos meses parecen ser significativos con valores de aproximadamente 1,3 a 2,31 mm.



Guzman, Jorge (2015). Efecto de la acidez del medio de cultivo sobre el crecimiento de los musgos *Sphagnum magellanicum* y *Sphagnum fimbriatum*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Agronomía. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 12 p.

Resumen Tesis E. Pacheco:

Los musgos del género *Sphagnum* son parte importante en la diversidad vegetal ya que juegan un rol fundamental en los ecosistemas naturales y pueden fijar grandes cantidades de carbono y nitrógeno, además pueden impedir el drenaje del hábitat donde se encuentran colonizando las zonas completamente inundadas sintetizando materia orgánica. En esta investigación se evaluó el efecto de la acidez del medio de cultivo sobre el crecimiento de las especies *S. magellanicum* y *S. fimbriatum* con una medida estándar inicial de longitud en un individuo de 55 mm y obteniendo un promedio de peso fresco. Los tratamientos fueron cinco en distintos pH de acidez (3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5) con tres repeticiones. Se determinó ganancia de peso fresco (g) y longitud de la fibra (mm). Los resultados obtenidos en ganancia de peso fresco indican que el *S. magellanicum* presentó diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en relación a los diferentes pH revelando que en el pH 4,0 hay un mayor crecimiento en ganancia de peso fresco, para el caso del *S. fimbriatum* hubo diferencias entre los rangos intermedios respecto a los extremos señalando que se adapta bien en los pH 4,0; 4,5; y 5,0. En relación al crecimiento de longitud de la fibra del *S. fimbriatum* donde hubo diferencia significativa ($P \leq 0,05$) en el pH 4,5 con respecto a los pH 3,5; 5,0; 5,5. Sin embargo, en el crecimiento de peso fresco de *S. magellanicum* no hubo diferencia significativa ($P \leq 0,05$). Según los resultados obtenidos en esta investigación indican que en ganancia de peso fresco la especie *S. magellanicum* presentó un mejor resultado con pH 4,0 y en el crecimiento de longitud de la fibra el mejor resultado se obtuvo con el *S. fimbriatum* en el pH 4,5.

- **Documento "análisis de variabilidad genética en poblaciones de *Sphagnum magellanicum* mediante marcadores moleculares ISSR.**

Dentro de este documento se concluye que se logró obtener estimaciones de identidad y distancias genéticas entre las poblaciones analizadas reflejadas en el dendograma. Las poblaciones analizadas corresponden a los musgos que fueron obtenidos de los 5 sitios de muestreo considerados dentro del proyecto.

Otra importante conclusión establece que el análisis de grupos generado según método UPGMA indica 3 grupos divergentes: 1) Quillaipe 2) El Palomar y Aucar y 3)

Chadmo. Estos resultados señalan la diferenciación de 3 ecotipos distintos en base al comportamiento que genera la especie en distintos ambientes (Figura 42)

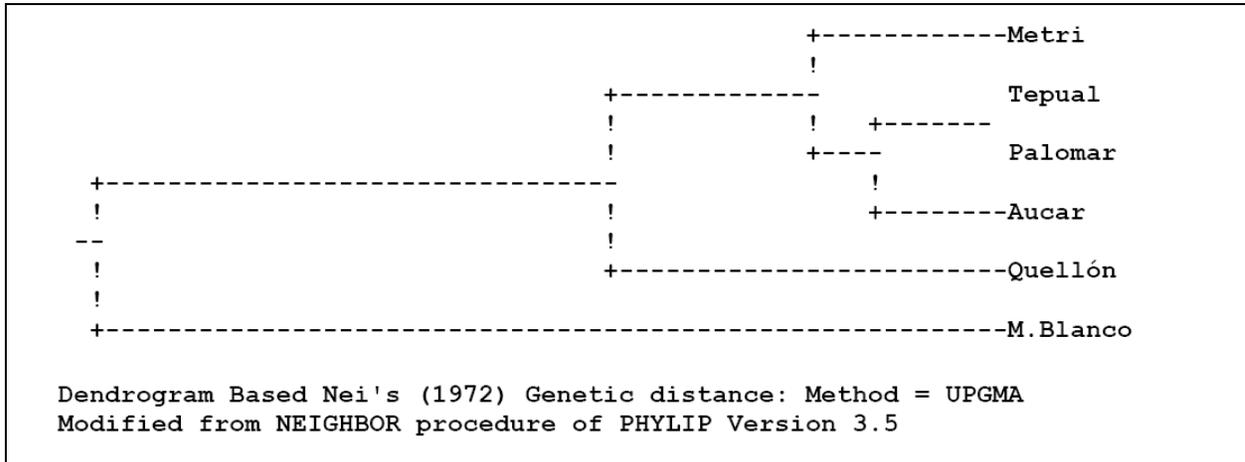


Figura 42. Dendrograma obtenidos en base al análisis de la distancia génica entre las poblaciones de *S. magellanicum* consideradas en los muestreos del proyecto.

Principales conclusiones del Documento:

- 1.- Cinco (ISSR-AGT; ISSR-ACT; ISSR-AGC; ISSR-ACC; ISSR-AGG) de los 17 marcadores ISSR evaluados generaron datos reproducibles para análisis poblacional en musgos.
- 2.- Se definieron 33 loci en total considerando los cinco ISSR utilizados, lo cual demuestra la potencia de este método para la evaluación de parámetros genético poblacionales en musgos
- 3.- Los datos generados se obtuvieron con muestras de tres individuos por población lo cual permitió estandarizar y validar marcadores ISSR en musgos.
- 4.- Se logró obtener estimaciones de identidad y distancias genéticas entre las poblaciones analizadas reflejadas en el dendrograma (Figura 38).
- 5.- Paralelamente se incluyo en el análisis una muestra de un musgo de características formoloicas distintivas y diferentes (*Sphagnum fimbriatum*) al resto de las muestras clasificadas como *Sphangnum magellanicum*, el cual presenta la mayor distancia genética respecto al todas los demás individuos analizados. Posiblemente se trate de una especie distinta.



- 6.- El análisis de grupos generado según método UPGMA muestra tres grupos divergentes 1) Metri, 2) Tepual-Palomar-Aucar 3) Quellon
 - 7.- Los análisis de parámetros poblacionales (variabilidad genética intrapoblacional, heterocigocidad, flujo génico, parámetros de Fisher y otros no es posible aun hacerlos por el bajo numero de individuos muestreados.
- ***Primer informe de resultados de compuestos extraíbles del musgo *S. magellanicum* y análisis antimicrobiano de éstos.***

Dentro de este documento se indican como resultados que fue posible obtener extractos etanólicos, acetónicos y metanólicos del musgo, para los cuales fue probada su actividad antimicrobiana. En este último aspectos el documento indica que *Sphagnum magellanicum* presenta actividad antimicrobiana especialmente frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomona fluorescens* y *Pseudomanos syrinage*, no presenta actividad antimicrobiana frente a *Listeria* sp.

Principales conclusiones del Documento:

1. *Sphagnum magellanicum* presenta actividad antimicrobiana especialmente frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomona fluorescens* y *Pseudomanos syrinage*, no presenta actividad antimicrobiana frente a *Listeria* sp.
2. De acuerdo a los resultados preliminares obtenidos *Sphagnum magellanicum* no presenta polisacáridos de acuerdo a la metodología utilizada por Mendoza (2013).

Principales resultados del documento:

En los Cuadros 5, 6 y 7 se presentan los resultados de las evaluaciones de la actividad antimicrobiana. Es importante señalar la importante diferencia que se observa entre los resultados obtenidos de cada uno de los extractos y el control positivo Gentamicina utilizado al 2% que corresponde a una concentración de 0,2mg/ml, razón por la cual para los análisis estadístico se excluyó el control positivo Gentamicina.

<i>Pectobacterium carotovorum</i>	0	0.6	0.04	0.2	0	0	0	0	0.2	0	0	0.1
<i>Pseudomonas syringae</i>	1.0	0.2	0.1	0.4	0	0	0.2	0.1	0	0	0	0
<i>Salmonella sp.</i>	0	0.4	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
Control (+) Gentamicina 2% (0,2 mg/ml)	14 mm											

En la Figura 43 se puede observar que los extractos de *Sphagnum magellanicum* no tienen ningún efecto sobre las cepas *Listeria sp.*, *Salmonella sp.* y *Pectobacterium carotovorum* evaluadas en este ensayo.

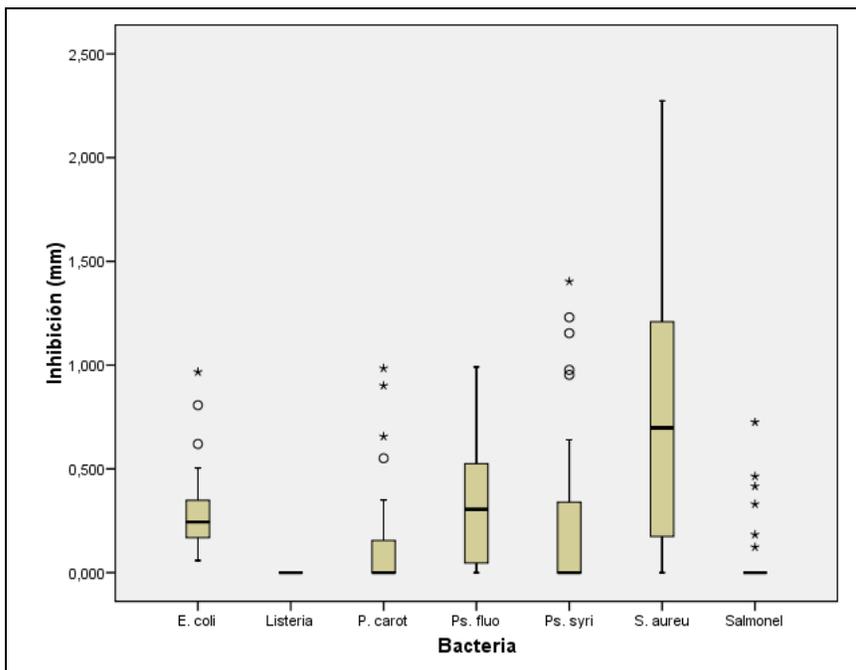


Figura 43: Gráfica donde se observa que *S. aureus* es la cepa que se ve más afectada por los extractos de *Sphagnum magellanicum*.

Cuando se realizan los análisis considerando la acción de los extractos frente a las diferentes cepas bacterianas en evaluación podemos observar que es el extracto acetónico el que presenta una mayor inhibición, diferenciándose del extracto metanólico. El extracto etanólico se presenta con valores intermedios, pero si es importante señalar que este extracto es el que presenta una mayor dispersión de datos (Figura 44).

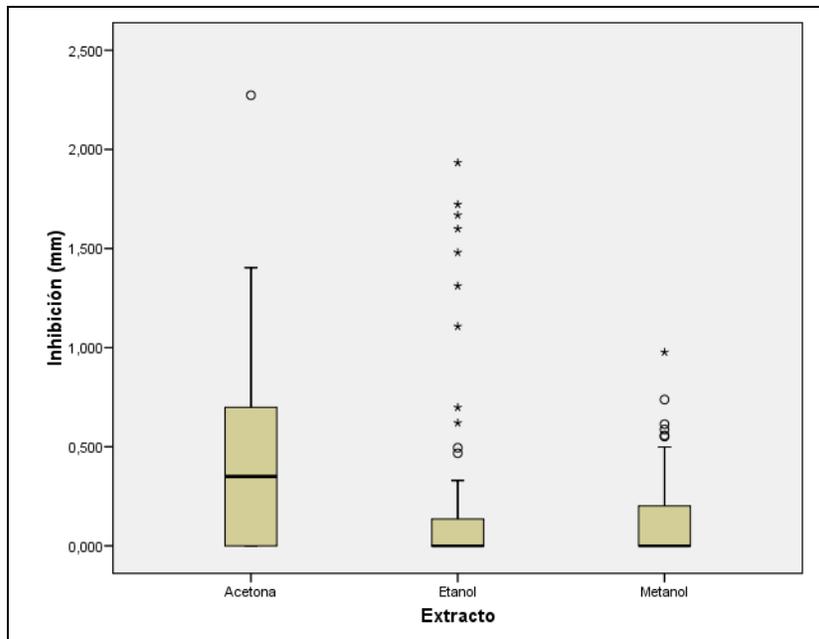


Figura 44: Gráfica donde se observa que existen diferencias significativas entre el extracto acetónico y el metanólico de *Sphagnum magellanicum* frente a la acción antimicrobiana de las cepas bacterianas en estudio.

Cuando se analiza la acción antimicrobiana de los extractos a través de las diferentes fases obtenidas, se observa que la fase 1 que corresponde a la parte superior del eppendorf, difiere significativamente de la fase 2 que para el caso del extracto etanólico corresponde a la fase intermedia y para los extractos acetónico y metanólico corresponde al pellet, esto nos indica que los compuestos que realizan la acción antimicrobiana se encuentran presentes en las fases superiores. La fase 3 en los extractos acetónico y metanólico corresponde a la mezcla entre las fases 1 y 2 razón por la cual comparten grupo tanto con la fase 1 como con la 2 (Figura 45).

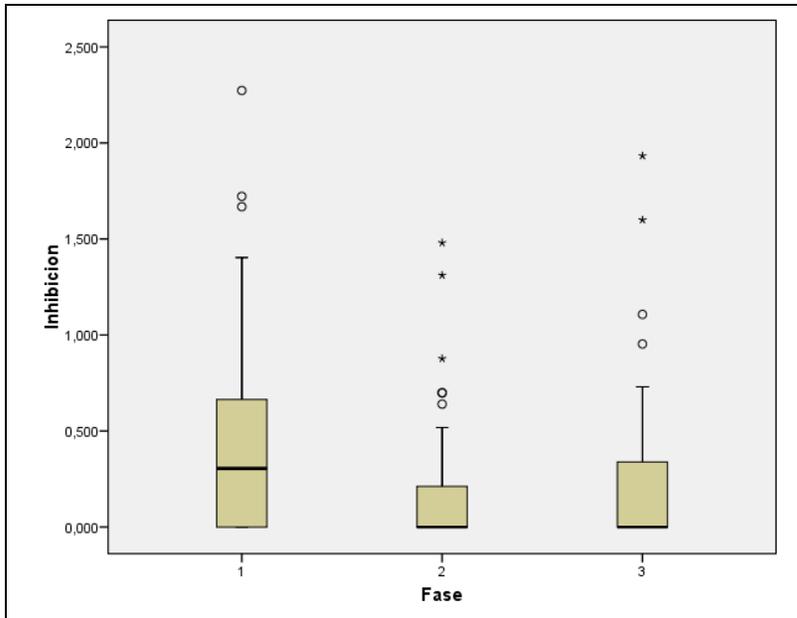


Figura 45: Gráfica donde se comparan las tres fases de cada uno de los extractos de *Sphagnum magellanicum* frente a las diferentes cepas bacterianas evaluadas.

La interacción entre las bacterias en estudio y los diferentes extractos preparados muestran que hay diferencias significativas entre ellos. Se destaca la interacción entre el extracto etanólico y la cepa bacteriana *Staphylococcus aureus* (Figura 46).

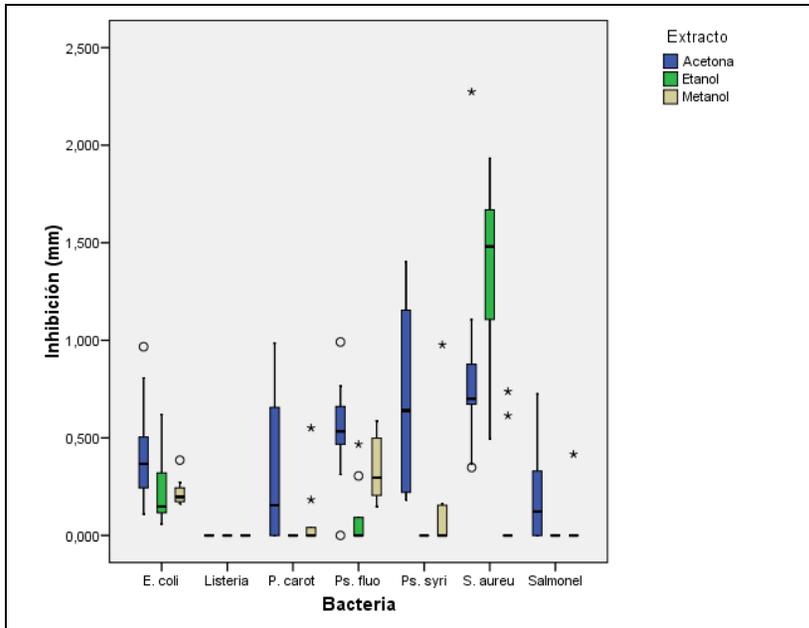


Figura 46: Resultados de la Interacción entre las bacterias y los extractos de *Sphagnum magellanicum*, donde se ha identificado sólo los extractos que muestran diferencias estadísticamente significativas.

Respecto a la interacción Bacteria y las diferentes fases en evaluación, los resultados indican que el total de los resultados se dividen en tres grupos homogéneos, entre los que la interrelación de *S. aureus* y la fase 1 difiere estadísticamente con *Listeria* sp. en las 3 fases y con *Salmonella* sp. en la interacción con la fase 2 (Figura 47).

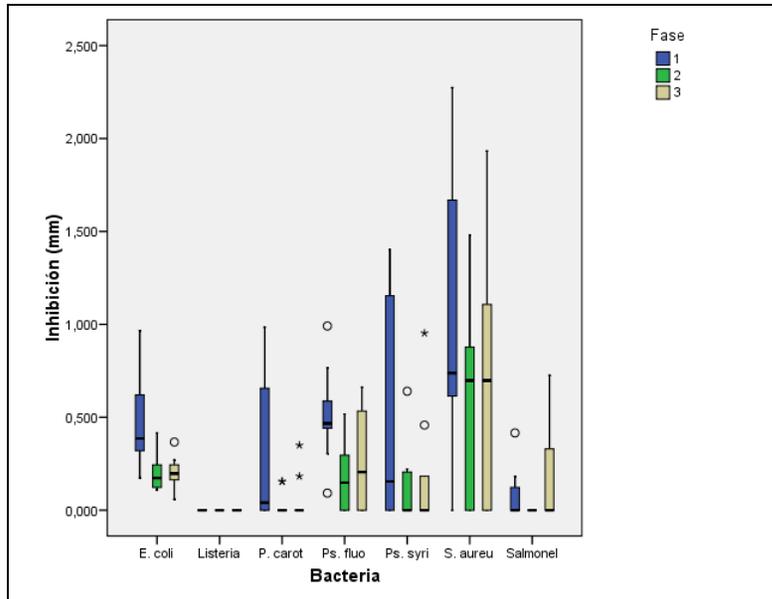


Figura 47: Resultados de la Interacción entre las bacterias y las 3 fases obtenidas de los extractos de *Sphagnum magellanicum* y donde se ha identificado sólo los extractos que muestran diferencias estadísticamente significativas.

- **Prospección e identificación de compuestos bioactivos derivados de extractos de *S. magellanicum*.**

Dentro de este documento se obtienen resultados a partir de muestras de musgo obtenidas desde una turbera natural (TN) en el sector de Quillaípe y desde la producción artificial (TI) generada en el proyecto (Figura 48). Se realizaron muestras de extracto de hexano a partir del cual se lograron identificar 27 compuestos distintos. También se realizó una muestra de extracto cloroformo, donde se lograron identificar 7 compuestos extraíbles. Finalmente se obtuvieron extractos a partir de una fase muestra de hexano donde se identificaron otros 5 compuestos extraíbles. No se logró determinar el efecto antimicrobiano y antifúngico de cada uno de los compuestos determinados ya que este tipo de actividad requiere de una serie de pruebas de laboratorio que excedieron los límites de recursos y tiempo de ejecución del proyecto.



Figura 48. Parte de los extractos obtenidos de las muestras de *S. magellanicum* provenientes de turbera natural (lado izquierdo figura) y bajo invernadero (lado derecho figura).

Principales resultados del documento:

Las muestras fueron limpiadas de forma manual y se mantuvieron en condiciones de refrigeración a -80°C , tras lo cual se procedió a un proceso de secado en liofilizador a -55°C hasta peso constante, lo cual significó dos días de secado (Figura 49).



Figura 49. Liofilización de las muestras de *S. magellanicum* provenientes de turbera natural (TN) y bajo invernadero (TI).

De la figura 50 se desprende la presencia de numerosos pics correspondientes a diversos compuestos, entre los cuales por ejemplo, destaca el compuesto 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester, para el que se ha reportado actividad biológica como antimicrobiano (Rajeswari et al., 2012).

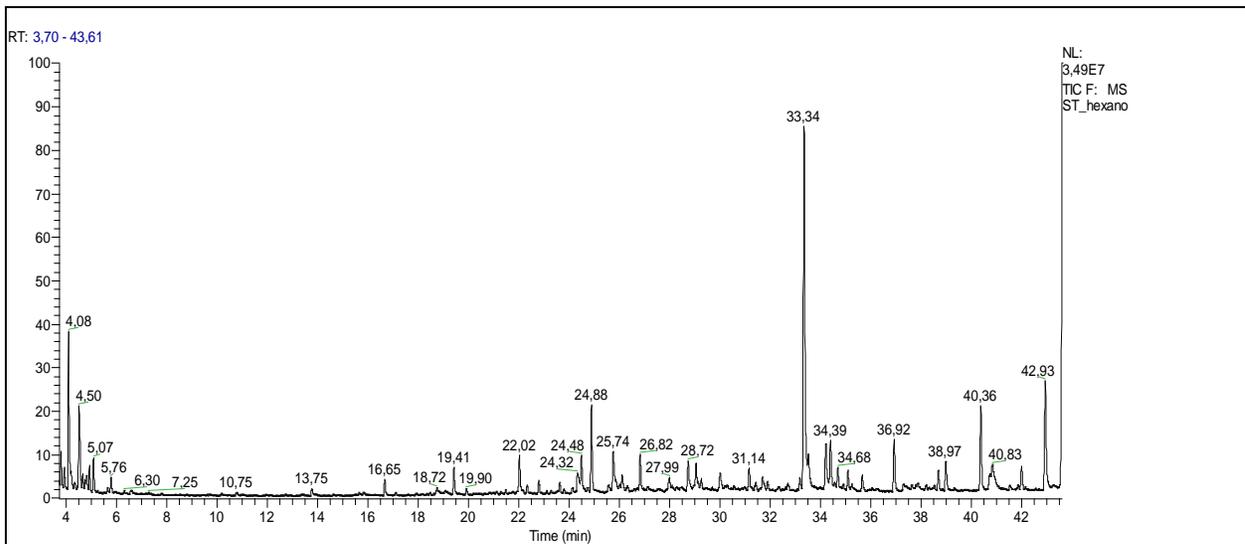


Figura 50. Cromatograma para la fase hexánica de muestra de *S. magellanicum* tratamiento TN.

En el cuadro 8 se presenta la totalidad de los distintos compuestos identificados según librería interna del equipo de trabajo; igualmente se entregan los tiempos de retención (TR) de los compuestos y su porcentaje de área (%A), análisis realizado mediante GC-MS para la fase hexánica de muestras correspondiente al tratamiento TN.

Cuadro 8. Compuestos identificados mediante análisis GC-MS de extracto hexano de *S. magellanicum* proveniente de turbera natural.

Muestra Extracto Hexano		
Compuesto	TR (min)	% Área
Cyclopentane, ethyl-	3,6	5,22
Cyclohexane, 1,3-dimethyl-, trans-	4,44	10,04
Cyclohexane, 1,1-dimethyl-	4,62	1,35
Cyclohexane, 1,4-dimethyl-	5,03	2,92
Cyclohexane, ethyl-	5,72	1,6
Undecane	13,71	0,75
Dodecane	16,61	2
1H-Indene, 1-ethylidene-	18,65	0,82
Tridecane	19,34	3,05
2,4,4-Trimethyl-3-(3-methylbutyl)cyclohex-2-enone	19,87	0,64
Heptylcyclohexane	20,35	0,14
Benzene, (2,4-cyclopentadien-1-ylidenemethyl)-	20,92	0,13
Tetradecane, 2,6,10-trimethyl-	21,06	0,33
Tetradecane	21,94	3,88
1,3-Benzenediol, 5-pentyl-	24,29	2,37
Pentadecane	24,44	3,34
Hexadecane	26,77	3,85
Benzoic acid, 2-ethylhexyl ester	28,69	3,47
Heptadecane	29	1,89
Octadecane	31,08	2,47
1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester	31,62	1,13
n-Hexadecanoic acid	34,13	5,76
Ethyl 9-hexadecenoate	34,32	5,58
Heneicosane	36,86	6,25
Tricosane	40,29	10,64
9-Octadecenamide, (Z)-	40,75	3,29
1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester	42,88	17,07

La figura 51 presenta el cromatograma del extracto fase cloroformo de la muestra proveniente de turbera natural. En esta fase se evidencia un menor número de compuestos indetificados (menos de 10 compuestos) en comparación a la fase hexánica.

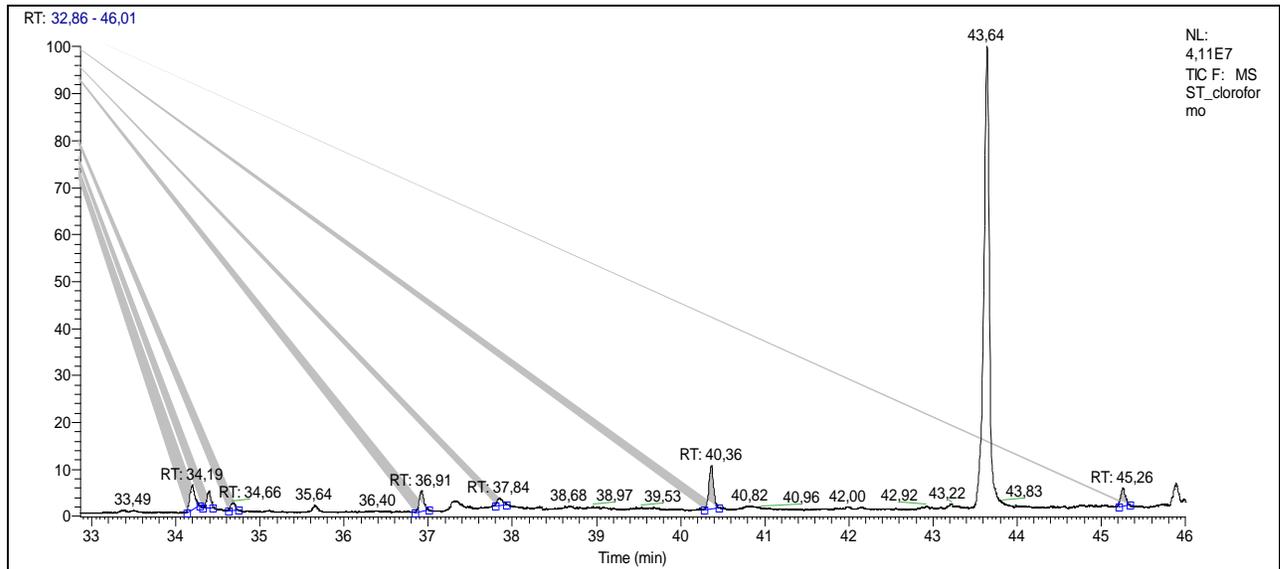


Figura 51. Cromatograma para la fase cloroformo de muestra de *S. magellanicum* tratamiento TN.

El cuadro 9 presenta los compuestos identificados, su tiempo de retención (TR) y su porcentaje de área (%A) mediante GC-MS para la fase cloroformo de muestras correspondiente al musgo creciendo en condiciones naturales (tratamiento TN). Destaca el compuesto n-Hexadecanoic acid, el cual se reporta con propiedades antioxidantes, pesticidas y nematocidas entre otras (Rajeswari et al., 2012) y el compuesto Heneicosane al cual se le atribuyen propiedades antibacterianas (Uma y Parvathavarthini, 2010).

Cuadro 9. Compuestos identificados mediante análisis GC-MS de extracto cloroformo de *S. magellanicum* proveniente de turbera natural.

Muestra extracto cloroformo		
Compuesto	TR (min)	% Área
n-Hexadecanoic acid	34,13	19,43
Ethyl 9-hexadecenoate	34,31	10,53
Hexadecanoic acid, ethyl ester	34,63	5,37
Heneicosane	36,84	15,43
Octadecanoic acid	37,8	6,25
Tricosane	40,28	30,04
22-Tricosenoic acid	45,21	12,95

La figura 52 presenta el cromatograma del extracto hexánico del musgo creciendo en condiciones artificiales bajo invernadero. Comparativamente existe una baja en la cantidad de compuestos identificados (en la misma fase) mediante el análisis GC en comparación al musgo en estado natural, lo cual pudiera interpretarse como una primera diferenciación.

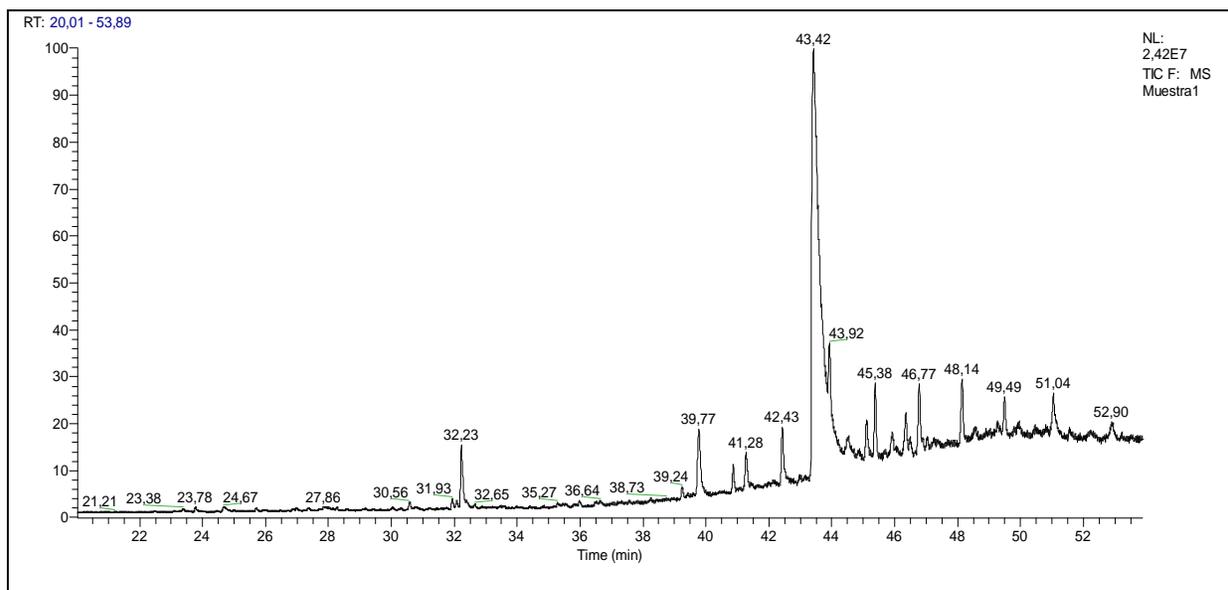


Figura 52. Cromatograma para la fase hexánica de muestra de *S. magellanicum* tratamiento TI.



En el cuadro 10 se aprecian los compuestos identificados, donde Eudesma-5,11(13)-dien-8,12-olide, compuesto de la familia de los sesquiterpenoides pudiera cumplir múltiples actividades biológicas tales como antifúngicas , antibacterianas y antialimentarias (Wu et al., 2006).

Cuadro 10. Compuestos identificados mediante análisis GC-MS de extracto hexano de *S. magellanicum* creciendo en condiciones artificiales bajo invernadero.

Muestra (Hexano)		
Compuesto	TR (min)	% Área
Methyl (11E)-11-hexadecenoate	31,93	0,66
Eudesma-5,11(13)-dien-8,12-olide	32,23	4,26
6a,12a-Dihydro-6H-(1,3)dioxolo(5,6)benzofuro(3,2-c)chromen-3-ol	43,42	86,47
Heptacosane	45,38	4,4
Nonacosane	48,14	4,21

- ***Plan de negocios en base a la masificación artificial del musgo Sphagnum magellanicum.***

Los detalles de este documento ya fueron incluidos en los resultados derivados del O.E N° 2 del proyecto.

- ***Manual de producción artificial del musgo Sphagnum magellanicum***

Dentro de este documento se da a conocer en detalle la experiencia acumulada en el transcurso de ejecución de esta iniciativa. El documento incluye aspectos relacionados con antecedentes generales que fueron considerados dentro del proyecto tales como aspectos generales de los ecosistemas de turbera, los problemas asociados a la explotación de las turberas y el musgo Sphagnum, los principales alcances del proyecto; y dentro del capítulo correspondiente al manual se destacan elementos que se incorporan dentro del documento relacionados con: la prospección de los ecotipos, la selección del ecotipo a masificar, las inversiones realizadas en el proyecto en relación a la infraestructura y el equipamiento, y finalmente una descripción exhaustiva y completa del proceso de masificación artificial.



- **Publicación científica: "Efecto del medio de cultivo sobre el crecimiento del musgo *Sphagnum magellanicum*".**

Esta publicación se encuentra en versión borrador para ser enviada a alguna revista categoría ISI. El paper da cuenta de la evaluación del efecto de la acidez del medio de cultivo sobre el crecimiento de la especie *S. magellanicum* con una medida inicial de longitud de la hebra para los individuos de 55 mm y obteniendo un promedio de peso fresco. Los tratamientos fueron cinco en distintos pH de acidez (3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5) con tres repeticiones. Se determinó ganancia de peso fresco (g) y longitud de la fibra (mm). Los resultados obtenidos en ganancia de peso fresco indican que el *S. magellanicum* presentó diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en relación a los diferentes pH revelando que en el pH 4,0 hay un mayor crecimiento en ganancia de peso fresco, para el caso del *S. fimbriatum* hubo diferencias entre los rangos intermedios respecto a los extremos señalando que se adapta bien en los pH 4,0; 4,5; y 5,0. En el crecimiento de peso fresco de *S. magellanicum* no hubo diferencia significativa ($P \leq 0,05$). Según los resultados obtenidos en esta investigación indican que en ganancia de peso fresco la especie *S. magellanicum* presentó un mejor resultado con pH 4,0.

A continuación se presentan las principales conclusiones de la publicación

1. Para el caso de crecimiento de peso fresco, *S. magellanicum* presentó mejores resultados con un medio de cultivo de pH 4, corroborando un mayor crecimiento en peso en relación a un medio más ácido, no obstante con un pH inferior como 3,5 la ganancia de peso declina bruscamente.
2. De acuerdo a las características morfológicas y patrones de crecimiento de la fibra, *S. magellanicum* logró un mayor crecimiento en términos de ganancia de peso, no así en longitud.
3. Se evalúa la posibilidad del crecimiento *Sphagnum* a nivel productivo bajo condiciones controladas ya que su crecimiento es mayor al que se reportan bajo condiciones naturales.

En relación al resultado esperado relacionado **con informar y capacitar a un grupo de colectores y empresarios del musgo en la nueva tecnología de producción artificial**, se puede indicar que esto fue logrado mediante el desarrollo de los 2 días de campo (Figura 41) realizados en la planta de producción artificial en Quillaipe, el taller realizado (Figura 39) en el mismo lugar y las 2 charlas realizadas en la ciudad de Quemchi. En estas 3 actividades fueron informadas de esta iniciativa, de sus alcances

metodológicos y principales resultados un total de 40 personas dentro de los cuales la mayor proporción correspondió a pequeños productores y recolectores del musgo pompón, un empresario dedicado a este rubro y profesionales de reparticiones públicas tales como INDAP. Si bien no se alcanzó la meta propuesta inicialmente en el proyecto (50 personas), si se alcanzó el 80% de esa meta.

Objetivo específico 4: "Diseñar nuevos formatos de comercialización del producto y desarrollar nuevos productos con valor agregado"

En relación al resultado esperado **Desarrollar un nuevo formato del producto con mayor valor agregado** se destaca a partir de la producción de musgo obtenido mediante el proceso de masificación artificial se ha generado un nuevo producto o formato, el cual consiste en la fabricación de discos de musgo prensado con diferentes diámetros, los cuales se comercializarán con el objetivo de ir dispuestos ya sea en la base o en la parte media de maceteros utilizados para jardinería doméstica.

Para la elaboración de los discos se fabricó un sistema de prensado hidráulico manual, el cual consta de 9 matrices intercambiables de diámetro 55, 65 y 78 mm con sus respectivos pistones, los cuales presan a una presión máxima de 20 toneladas, es decir por cada prensado del sistema se obtienen 9 discos de los diámetros anteriormente mencionados (Figura 52).



Figura 52. Sistema hidráulico manual para prensado de musgo *Sphagnum*.

Los diámetros de los discos a elaborar fueron elegidos teniendo en consideración una exhaustiva recopilación de información en cadenas de retail y otras tiendas especializadas en ventas de suministros para la jardinería, lo cual proporcionó información de primera fuente en relación a los distintos formatos y tamaños de

maceteros para jardinería. Esta información fue proporcionada por personal especializado en ventas de este tipo de implementos para jardines, los cuales dieron a conocer cuáles son las medidas de maceteros que se comercializan en mayor cantidad en sus secciones. Luego de sistematizar la información, se definieron los tamaños de los discos que se elaborarían en este proyecto, decantándose por discos de diámetro 55, 65 y 78 mm.



Figura 53. Cilindros matrices para el prensado de musgo y obtención de discos de *Sphagnum* deshidratado con diferentes diámetros.

Para la confección de los discos se utilizó 3 g de musgo seco para el disco de 55 mm, 4 g para el disco de 65 mm y 5 g de musgo deshidratado para disco de 78 mm respectivamente.

A los discos de musgo se les incorporó mediante aspersión, propágulos de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) en forma de suspensión de esporas del género *Glomus*; este género de HMA estimulan la nutrición y el crecimiento vegetal. Los propágulos de hongos micorrícicos fueron recolectados desde un suelo Andisol de la Región de La Araucanía (CIREN; 2002). Posteriormente, plantas de maíz fueron inoculadas con los propágulos colectados en maceteros (potes trampas), utilizando sustrato inerte (perlita:arena:vermiculita en proporción 1:1:1 v/v) para multiplicar su número y de este modo obtener una alta concentración de esporas en el sustrato. A partir de lo anterior se realizó la recolección de esporas desde el sustrato mediante

tamizado en húmedo y gradiente de sacarosa (Sieverding, 1991), obteniéndose de este modo una solución concentrada de esporas de hongos.



Figura 54. Utilización de cultivos trampas para multiplicar los propágulos de hongos micorrícicos arbusculares, separado en húmedo y obtención de una solución de esporas concentrada.

Los discos desarrollados serán envasados para su comercialización individual en un sachet transparente de material poroso que permita un leve intercambio de aire entre el interior y exterior del envase. A su vez serán etiquetados indicando marca, origen y principales características.

El producto final es un disco natural de aproximadamente 5 mm de espesor, que por un lado contribuye a mantener la humedad del sustrato o suelo del macetero por más tiempo haciendo un uso más eficiente del riego y también estimula el rápido enraizamiento de la planta y la nutrición vegetal debido a la incorporación de esporas de hongos micorrícicos arbusculares. Probablemente este nuevo formato pueda seguirse modificando y perfeccionando hacia el desarrollo e incorporación en el disco de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) u otros agentes que estimulen una mejor performance de las plantas en condiciones de maceteros.



Figura 55. Formato envasado de discos de *Sphagnum* de distintos diámetros.

Respecto al resultado esperado **Comercialización exitosa del nuevo formato de producto** hay que hacer notar que no hay resultados en este caso. A pesar que hubo tiendas que manifestaron interés en probar una eventual comercialización del disco elaborado, la producción de musgo a partir de la masificación artificial en invernadero fue escasa por tanto los volúmenes cosechados se destinaron en su totalidad a realizar los discos en forma de prototipo no existiendo posibilidad de una partida o lote que pudiera comercializarse.

Con respecto al resultado esperado que se relaciona con el **Lanzamiento exitoso del nuevo producto obtenido a partir de compuestos activos al mercado** no fue posible llevar a cabo este proceso por las razones comentadas en los apartados anteriores, es decir, si bien los extractos del musgo presentaron bioactividad frente a hongos y bacterias no alcanza una acción mayor o equivalente a los fungicidas o bactericidas comerciales utilizados como control, por cuanto considerando que el proceso de obtención de extractos e identificación de compuestos bioactivos es un proceso engorroso y a la vez costoso se estableció no continuar con etapas posteriores.



En relación al resultado esperado **Generar una patente para el mecanismo de producción y los productos obtenidos** no existen resultados en este caso, sólo acercamientos con la Dirección de innovación y Trasferencia Tecnológica para abordar y ver la factibilidad de desarrollar una patente.

Cuadro 11: Comparativo de los resultados esperados en la propuesta de proyecto y los alcanzados finalmente.

Resultado Esperado	Meta propuesta en el Proyecto	% de logro alcanzado	Razones que explican las discrepancias entre lo planificado y lo obtenido
Aumentar la producción comercial del musgo Sphagnum por unidad de superficie	Producir al menos 2,5 kilogramos de musgo seco por metro cuadrado en contenedor por temporada	80%	<p>La productividad, en relación a la cantidad de musgo seco que pudo ser obtenida por unidad de superficie (m^2), logro ser aumentada en cada ciclo de producción pero no alcanzo la meta propuesta. Finalmente se obtuvieron valores de productividad de 5 a 6 kg por contenedor, lo que equivale a 250 a 300 gr por m^2. Esta situación se debe a que el crecimiento del musgo es demasiado lento (incluso en condiciones controladas) para alcanzar las metas propuestas, ya que para ello se requieren varias temporadas de crecimiento.</p> <p>Por otra parte, el musgo mostró un adecuado crecimiento en longitud de la fibra, este no fue acompañado de un mayor engrosamiento de la misma, es decir no hubo un mayor desarrollo biomásico reflejando en un mayor número y ramificación de filidios. Esta situación provoco obtener menores pesos del musgo seco por m^2</p>
Mejorar la calidad del musgo comercializado	20 gr./ m^2 de musgo de primera calidad en condiciones artificiales	90%	<p>En este caso la meta cuantitativa planteada en el proyecto fue superada ya que de acuerdo a lo indicado anteriormente se han obtenido 5 a 6 kg de musgo producido artificialmente en 20 m^2 cosechados. Llevado a términos de unidad de superficie se están obteniendo 250 a 300 gr. por m^2. No obstante los resultados cualitativos relacionados con la calidad comercial del musgo basado en parámetros morfológicos de largo y grosor de fibra no fueron alcanzados del todo. Las observaciones realizadas del musgo obtenido en el proceso de cosecha muestran un adecuado largo de la hebra, logrando un producto que alcanza los 20 a 25 cm. Sin embargo el calibre del</p>

			<p>grosor disminuyó en la producción artificial, obteniendo fibras largas y finas que mostraron poca resistencia al daño mecánico provocado por el estiramiento y manipulación excesiva de las mismas.</p>
<p>Generar una producción sostenida de calidad del musgo Sphagnum</p>	<p>Al menos este indicador debe generar un valor igual o mayor a 1.</p>	<p>100%</p>	<p>Los resultados obtenidos a partir del último ciclo productivo aumentaron en un 30% a 40% la cantidad de musgo seco producido en relación a la temporada anterior, llegando a valores de 6 Kg por contenedor. De seguir esta tendencia es muy probable alcanzar mayores valores de peso por contenedor. Dentro del proyecto se fijó como temporada de producción un año cronológico desde realizada la siembra de las hebras, y en base a los resultados obtenidos sí se esta logrando generar una producción sostenida del musgo, ya que este no ha disminuido su productividad.</p>
<p>Venta de la totalidad de la producción a un mejor precio.</p>	<p>Alcanzar el precio del producto 7 estrellas equivalente a 1500 \$/kg de musgo seco</p>	<p>0%</p>	<p>No se pudo realizar la venta de la producción ya que durante el transcurso del proyecto se decidió utilizar todo el musgo generado a partir del proceso de masificación artificial en la obtención de nuevos formatos de mayor valor agregado. Esto debido a que el volumen de producción fue menor al esperado y en términos de comercialización no alcanza a cumplir con la demanda de compradores, los cuales exigen mayor cantidad que calidad para sus requerimientos.</p>
<p>Desarrollar un nuevo formato del producto con mayor valor agregado</p>	<p>Se espera generar un nuevo formato incorporando esporas de hongos micorrízicos</p>	<p>100%</p>	<p>Se generó un nuevo formato el cual se basa en la confección de un disco de musgo deshidratado prensado utilizando un sistema de prensa hidráulica con un sistema de matriz y pistón removibles. Una característica importante del nuevo formato es que los discos generados poseen tres diámetros diferentes y están embebidos de una solución de esporas de hongos micorrízicos concentrada.</p>
<p>Establecer mediante técnicas de laboratorio compuestos activos (C.A) potenciales para el desarrollo de</p>	<p>Se esperan obtener al menos 2 compuestos activos precursores para el desarrollo de</p>	<p>100%</p>	<p>A partir de muestras de musgos desde la turbera natural y de musgo en condiciones artificiales se pudo extraer con éxito extractos en varias fases de polaridad. Posteriormente los extractos fueron probados en su eficacia como antifúngico y</p>



un nuevo producto.	nuevos productos		antibacteriano y fueron identificados los compuestos presentes en los extractos comparándose los matches con resultados bibliográficos que dieran cuenta de bioactividad.
Obtener Prototipo de nuevo producto a partir de los C.A. obtenidos	Se espera desarrollar completamente al menos 1 prototipo de nuevo producto	0%	No se realizó esta actividad por considerar que es un proceso costoso y que no tuvo los resultados esperados, ya que si bien es cierto, los extractos de musgo presentan bioactividad en contra de hongos y bacterias, no igualan el efecto de los antimicrobianos convencionales utilizados en la actualidad.
Generar un plan de negocios para evaluar la rentabilidad del desarrollo de la nueva tecnología	1 plan de negocios alternativo con la implementación de la nueva tecnología.	100%	Durante la última etapa del proyecto y en base a los antecedentes y experiencias logradas se generó el plan de negocios comprometido, dentro del cual se analizaron dos escenarios. El primero escenario contempla toda la infraestructura y equipamiento adquirida durante el desarrollo del proyecto (situación en proyecto), y una segunda alternativa considera una opción artesanal, de bajo costo en cuanto al desarrollo de infraestructura y equipos (producción artesanal). Los resultados indican rentabilidades negativas para el primer escenario producto de la alta inversión. A su vez para el caso de la producción artesanal las rentabilidades son positivas, no obstante ello dependerá en gran medida de la generación de productos a partir de la masificación artificial a los cuales se les entregue mayor valor agregado, ya sea con nuevas características, nuevas aplicaciones o incluso un envasado y etiquetado más atractivos. Dentro del documento se realizan análisis de sensibilidad para ambos escenarios en el caso de existir variaciones de los precios de venta de los productos a obtener y de los niveles de producción.
Medir los indicadores de rentabilidad del proyecto (VAN y TIR) en un horizonte de 10 años	Lograr un VAN mayor al de la producción natural. Lograr una TIR mayor al de la producción natural (al menos 10%)	100%	A partir de la formulación del plan de negocios se generaron los flujos de caja para ambas alternativas descritas en el punto anterior. Tal como se indicó, la rentabilidad para la alternativa en proyecto fue negativa mostrando un VAN de \$-25.020.144 y una TIR de -8,5%. A su vez la propuesta de producción artesanal mostró un valor de VAN de \$5.305.522, y una TIR de 54,6%.

			<p>Esta situación se debe al gran costo que generan las inversiones y equipos considerados en el desarrollo del proyecto, los cuales no pueden ser absorbidos por los flujos futuros de fondos.</p> <p>Junto a ello se realizaron análisis de sensibilidad para el precio de venta y para el nivel de producción en ambos casos.</p> <p>Si bien la meta considerada en el proyecto no fue lograda mediante el sistema de producción implementado debido a los altos costos de inversiones, la meta del VAN y TIR si serían logrados con un sistema de producción artesanal</p>
<p>Generar una estrategia efectiva de comunicación para poner en conocimiento del público objetivo los motivos de desarrollo y objetivos del proyecto.</p>	<p>Generar al menos 4 estrategias de comunicación del proyecto</p>	<p>100%</p>	<p>Tal como fue descrito dentro de este mismo capítulo, dentro del proyecto de generaron un total de 9 estrategias de comunicación, las que correspondieron a las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Notas de prensa escrita y digital - Participación en 5 seminarios externos - Desarrollo de 2 seminarios - Desarrollo de un sitio web - Inclusión del proyecto en redes sociales (Fan Page Factbook y videos en youtube) - Material de difusión impreso a través de 250 trípticos del proyecto - Desarrollo de 1 taller de producción artificial del musgo - Desarrollo de 2 día de campo - Desarrollo de 2 charlas con pequeños propietarios de la comuna de Quemchi
<p>Divulgar los avances y resultados obtenidos en el transcurso del proyecto</p>	<p>Desarrollar al menos una actividad semestral</p>	<p>100%</p>	<p>De acuerdo a los antecedentes entregados en el punto anterior se puede mencionar que fue posible cumplir la meta de desarrollar actividades de divulgación de los avances y resultados del proyecto de manera permanente y regular. Es posible que algunas de ellas se hayan concentrado en algunos períodos de tiempo, pero en el análisis global fue posible cumplir con la meta.</p> <p>Se utilizaron notas escritas, presentaciones en seminarios, talleres, días de campo y charlas principalmente para el logro de esta meta.</p>
<p>Proporcionar una base documental y material de</p>	<p>Desarrollar al menos 2 documentos</p>	<p>100%</p>	<p>En este caso la meta fue cumplida ya que se generaron varios documentos técnicos de referencia durante la ejecución del proyecto.</p>

<p>referencia para la realización de futuros proyectos, trabajos o estudios</p>	<p>técnicos y una publicación científica</p>		<p>Dentro de ellos destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5 tesis de pregrado. Cuyo detalle se encuentra en información precedente de este documento. - Documento técnico: "Análisis de variabilidad genética en poblaciones de <i>Sphagnum magellanicum</i> mediante marcadores moleculares ISSR. - Documento técnico: "Primer informe de resultados de compuestos extraíbles del musgo <i>S. magellanicum</i> y análisis antimicrobiano de éstos". - Documento técnico: "Prospección e identificación de compuestos bioactivos derivados de extractos de <i>S. magellanicum</i>". - Documento técnico: "Plan de negocios en base a la masificación artificial del usgo <i>Sphagnum magellanicum</i>". - Documento técnico: "Manual de producción artificial del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i>". Dentro del cual se consigna toda la experiencia metodológica y de resultados obtenidos durante le ejecución del proyecto. - Publicación científica: "Efecto del medio de cultivo sobre el crecimiento del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i>", la cual se encuentra en formato borrador y será enviada para arbitraje en algún Journal ISI.
<p>Informar y capacitar a un grupo de colectores y empresarios del musgo en la nueva tecnología de producción artificial</p>	<p>Al menos 3 empresas y 50 colectores del musgo</p>	<p>80%</p>	<p>En este caso no se logro la meta propuesta, ya que si bien, mediante las actividades de talleres, charlas, seminarios y días de campo fue posible incorporar y transferir esta opción de masificación a distintos tipos de personas, solo se logro abarcar un total de 40 pequeños propietarios y 1 empresario dedicado a este rubro. No obstante fueron capacitados algunos profesionales de reparticiones públicas que originalmente no estaban considerados. Es posible que las instancias de capacitación, las fechas o los lugares donde se realizaron no hayan sido las más apropiadas. También se observa poca participación de los actores locales dedicados a este rubro.</p>
<p>Desarrollar un nuevo formato de</p>	<p>Desarrollar al menos 1 nuevo</p>	<p>100%</p>	<p>Debido a los escasos volúmenes de musgo obtenidos a partir de la masificación artificial</p>



comercialización del producto con mayor valor agregado	formato de comercialización, orientado a la jardinería doméstica.		de <i>Sphagnum</i> no hubo material suficiente como para elaborar un volumen suficiente para comercializar el producto terminado en su nuevo formato con más valor agregado.
Comercialización exitosa del nuevo formato de producto	Al menos un 5% del total de ventas corresponde al nuevo formato.	0%	Como se explica en el apartado anterior no hubo comercialización del nuevo formato debido al escaso volumen de producción del musgo en condiciones artificiales. La producción íntegramente se destinó a elaborar los prototipos de los formatos.
Lanzamiento exitoso del nuevo producto obtenido a partir de compuestos activos al mercado.	Se esperan comercializar 500 unidades del nuevo producto	0%	Este proceso no se llevó a cabo dado que los extractos del musgo presentaron una actividad menor que los agentes comúnmente utilizados frente a hongos y bacterias, por cuanto considerando que el proceso de obtención de extractos e identificación de compuestos bioactivos es un proceso engorroso y a la vez costoso se estableció no continuar con etapas posteriores.
Generar una patente para el mecanismo de producción y los productos obtenidos	Se espera generar al menos una patente asociada al procedimiento de masificación y una patente para el nuevo producto desarrollado	0%	No existen resultados en este caso, sólo acercamientos con la Dirección de innovación y Trasferencia Tecnológica de la UFRO para abordar el proceso y ver la factibilidad de desarrollar una patente para la masificación de musgo en condiciones artificiales.

5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

Ficha Técnica

La creciente demanda del musgo *Sphagnum* (Pompón) ha causado una intensa actividad extractiva, lo que ha impactado fuertemente en los ecosistemas naturales de los cuales forma parte, disminuyendo las superficies productivas de este recurso. En los últimos años, la comercialización del musgo ha disminuido su rentabilidad, debido al deterioro de la calidad del recurso existente. No obstante la demanda externa continúa aumentando.

La sobreexplotación del musgo ha generado la pérdida de ecotipos comercialmente importantes, resultando un producto exportable de baja calidad. En este marco se vio la oportunidad de implementar un Plan Piloto de Producción Artificial del Musgo



Sphagnum en base a la prospección, selección, recuperación y propagación artificial de ecotipos superiores, que correspondan a un producto de calidad, para su propagación ex situ, mejorando la rentabilidad de este rubro y los ingresos económicos de los recolectores y exportadores. Al replicar este modelo de producción, incorporando nuevos interesados, será posible la obtención de volúmenes de producción que sean destinados a la obtención de un producto con mayor valor agregado, principalmente mediante la obtención de nuevos formatos de venta, tales como la generación de discos prensados de musgo de distintos diámetros a los cuales se les incorpora una solución que contiene esporas de hongos micorrizicos, favoreciendo con ello la mantención de la humedad y promoviendo el desarrollo de las plantas. Este tipo de producto tiene como mercado objetivo la jardinería doméstica.

En la actualidad no existen experiencias descritas que den cuenta de una masificación productiva artificial ex situ de Sphagnum, ni la selección de características comerciales del recurso. Por tanto, el mérito innovador de esta propuesta fue el de generar, de manera inédita, un sistema artificial ex situ de producción del musgo, que permitió resguardar la mantención de la calidad del producto, promover un volumen sostenido y con ello mejorar su rentabilidad.

<p>Origen</p>	<p>Esta opción se ha desarrollado a partir de las experiencias y lecciones aprendidas en el proyecto “Plan piloto de producción artificial del musgo Sphagnum”; ejecutado por la Universidad de La Frontera de Temuco, en asociación con Asociación gremial de pequeños agricultores de musgo pompón y la empresa exportadora de musgo Sphagnum Southermoss., entre Noviembre de 2012 y Agosto de 2016 y que fue financiado por LA Fundación para la Innovación Agraria (FIA).</p>
<p>Tendencias en el mercado del musgo</p>	<p>Las exportaciones chilenas de musgo Sphagnum en la última década han aumentado notablemente. Esto es producto de la mayor demanda internacional para utilizarlo como sustrato agrícola y de jardinería, purificación de aguas contaminadas por petróleo, paneles aislantes y fabricación de pañales y toallas desechables, entre otros (Domínguez <i>et al.</i> 2015). A partir del año 2002 las exportaciones de este recurso han tenido un crecimiento continuo y sostenido con una expansión de la actividad tanto en volumen como en valor de exportación (ODEPA, 2013). Según antecedentes de ODEPA del mes de octubre del año 2014, las exportaciones de Sphagnum en los últimos diez años han aumentado progresivamente, con un promedio de crecimiento para el período comprendido entre los años 2010 y 2014 de un 15%. La producción del año 2009 fue de 3.876,5 toneladas. En el año 2013 alcanzó las 5.197,7 toneladas, llegando en el año 2014 entre los meses de enero a octubre a un total de 3.403,1 toneladas. El musgo es exportado principalmente a países asiáticos dentro de los cuales destacan Taiwán, China, Japón y Corea del Sur. También se transforman en un importante destino Estados Unidos, Holanda, Francia y Alemania (Cuadro 1). A su vez, el cuadro 2 presenta la evolución que han tenido los valores, volúmenes y precios del musgo por kilo exportado desde el</p>



	año 2003 al 2014.
Proyecto de inversión	El proyecto involucró la participación de la Asociación gremial de pequeños agricultores de musgo pompón, y en los terrenos de uno de sus socios fue generada toda la infraestructura para el desarrollo de la masificación artificial. La producción artificial se realiza de manera ex situ bajo un invernadero de 275 m ² construido en estructura metálica y recubierto completamente con policarbonato alveolar. Las hebra de musgo se siembran sobre 6 contenedores de fibra de vidrio cuya superficies de de 20 m ² para cada uno, los cuales tienen un sustrato compuesto de turba y fierrillo. El sistema de riego se realizó mediante la instalación de un sistema automatizado que capta agua de una turbera aledaña al invernadero y mediante la cual se cargan los contenedores de fibra.
Inversiones	<p>Infraestructura:</p> <p>Invernadero: \$10.540.435 Contenedores de fibra de vidrio: \$14.065.800 Sistema hidráulico: \$4.800.000 Malla sombreadora: \$599.433 Extractores de aire: 2.832.968 Tendal: 821.000</p> <p>Equipos y herramientas:</p> <p>Balanza: \$94.225 Medidor multiparamétrico de calidad de agua: \$1.785.000 Máquina prensadora: \$910.350 Materiales e insumos menores: \$112.500 Herramientas menores: \$210.680</p>
Rendimiento y productos	Los rendimientos de la producción artificial de musgo indican para el segundo ciclo productivo un nivel de 6 Kg de musgo seco (deshidratado) por contenedor. Es decir la productividad total por temporada es de 36 Kg. totales. Los productos a obtener corresponden a discos prensados de musgo producido artificialmente de 3 distintos diámetros: 55 mm, 65 mm y 78 mm a los cuales se les incorporó una solución con esporas de hongos micorrizicos y un etiquetado y envoltorio más atractivos. El objetivo es que estos discos puedan ser utilizados en maceteros de jardinería doméstica para como fuente de mantención de la humedad en período de mayor nivel de radiación y temperatura, y como promotor del crecimiento de las plantas
Rentabilidad	Las rentabilidades fueron establecidas para dos escenarios distintos. El primero de ellos corresponde a la "situación en proyecto", donde se consideraron todos los costos de inversiones realizados en el proyecto. El segundo escenario corresponde al denominado "producción artesanal", el cual comprende el desarrollo de un sistema de producción de bajo costo para un productor sin realizar las grandes inversiones realizadas en el proyecto, pero que de todas maneras generaría niveles de producción equivalente a los obtenidos en el proyecto.
Estrategia de implementación	Las estrategias de implementación se encuentran descritas en el plan de marketing a continuación en este mismo documento y también establecidas en el plan de negocios generado en el proyecto



Análisis económico

El análisis económico se realiza a través de los cuadros de costos para ambos escenarios descritos (situación en proyecto y alternativa de producción artesanal) y los ingresos por venta en base a la generación de un producto con mayor valor agregado (discos de musgo prensado).



En el cuadro 12 se presenta un resumen de todos los costos por ítem para el caso de la alternativa “situación en proyecto”.

Cuadro 12. Resumen de costos por ítem situación en proyecto

Ítem	Inversión	Operación									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversiones	36.887.391	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recursos Humanos	3.775.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000
Insumos y materiales para productos	0	1.550.830	1.620.617	1.693.545	1.769.755	1.849.394	1.932.616	2.019.584	2.110.465	2.205.436	2.304.681
Promoción Productos	300.000	30.000	31.350	32.761	34.235	35.776	37.385	39.068	40.826	42.663	44.583
Operación	370.000	98.000	102.410	107.018	111.834	116.867	122.126	127.621	133.364	139.366	145.637
Administración	0	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000
TOTAL COSTOS (\$)	41.332.391	6.673.830	6.749.377	6.828.324	6.910.824	6.997.036	7.087.128	7.181.273	7.279.656	7.382.465	7.489.901

En el cuadro 13 se presenta un resumen de todos los costos por ítem para el caso de la “alternativa artesanal”.

Cuadro 13. Resumen de costos por ítem situación alternativa artesanal

Ítem	Inversión	Operación									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversiones	3.324.286	0	0	0	0	0	210.680	0	0	0	0
Recursos Humanos	3.775.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000	3.675.000
Insumos y materiales para productos	0	1.550.830	1.620.617	1.693.545	1.769.755	1.849.394	1.932.616	2.019.584	2.110.465	2.205.436	2.304.681
Promoción Productos	300.000	30.000	31.350	32.761	34.235	35.776	37.385	39.068	40.826	42.663	44.583
Operación	370.000	98.000	102.410	107.018	111.834	116.867	122.126	127.621	133.364	139.366	145.637
Administración	0	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000	1.320.000
TOTAL COSTOS (\$)	7.769.286	6.673.830	6.749.377	6.828.324	6.910.824	6.997.036	7.297.808	7.181.273	7.279.656	7.382.465	7.489.901



En el caso de los ingresos por venta, para ambas situaciones se establecen los mismos niveles de ingreso por concepto de ventas del producto. En el cuadro 14 se presenta un resumen de todos los ingresos por venta para ambos casos.

Cuadro 14. Ingresos por venta de productos para ambos casos.

Detalles	Inversión	Operación									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por venta de discos de 55 mm		3.300.000	3.300.000	3.300.000	3.300.000	3.300.000	3.300.000	3.300.000	3.300.000	3.300.000	3.300.000
Ingresos por venta de discos de 65 mm		3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Ingresos por venta de discos de 75 mm		2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000
TOTAL INGRESOS (\$)	0	9.100.000									

A continuación, en los cuadros 15 y 16 se presentan los flujos de caja para ambos escenarios analizados. En la base de ambos cuadros se presentan los indicadores de rentabilidad VAN y TIR.



Cuadro 15. Flujo de caja para la alternativa “situación en proyecto”

Detalles	Inversión	Operación									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por venta de productos		9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000
Costos variables (producción)		6.673.830	6.749.377	6.828.324	6.910.824	6.997.036	7.297.808	7.181.273	7.279.656	7.382.465	7.489.901
Depreciaciones		3.211.678	3.211.678	3.211.678	3.141.451	3.141.451	3.211.678	3.159.178	3.159.178	3.088.951	2.778.999
Utilidad antes de impuesto		-785.508	-861.055	-940.002	-952.275	-1.038.487	-1.409.486	-1.240.451	-1.338.834	-1.371.416	-1.168.900
Impuesto (22,5%)		-176.739	-193.737	-211.501	-214.262	-233.660	-317.134	-279.102	-301.238	-308.569	-263.002
Utilidad Neta		-608.769	-667.318	-728.502	-738.013	-804.828	-1.092.351	-961.350	-1.037.596	-1.062.848	-905.897
Depreciaciones		3.211.678	3.211.678	3.211.678	3.141.451	3.141.451	3.211.678	3.159.178	3.159.178	3.088.951	2.778.999
Subtotal		2.602.909	2.544.360	2.483.176	2.403.438	2.336.624	2.119.327	2.197.828	2.121.582	2.026.104	1.873.101
Inversiones	-36.887.391	0	0	0	0	0	210.680	0	0	0	0
FLUJO NETO (\$)	-36.887.391	2.602.909	2.544.360	2.483.176	2.403.438	2.336.624	1.908.647	2.197.828	2.121.582	2.026.104	1.873.101
VAN (14,7% Tasa de descuento)	-25.020.144										
TIR	-8,5%										



Cuadro 16. Flujo de caja para la alternativa artesanal

Detalles	Inversión	Operación									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por venta de productos		9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000	9.100.000
Costos variables (producción)		6.673.830	6.749.377	6.828.324	6.910.824	6.997.036	7.297.808	7.181.273	7.279.656	7.382.465	7.489.901
Depreciaciones		368.352	368.352	368.352	298.125	298.125	368.352	315.852	315.852	245.625	117.240
Utilidad antes de impuesto		2.057.818	1.982.271	1.903.324	1.891.051	1.804.839	1.433.841	1.602.875	1.504.493	1.471.910	1.492.859
Impuesto (22,5%)		463.009	446.011	428.248	425.486	406.089	322.614	360.647	338.511	331.180	335.893
Utilidad Neta		1.594.809	1.536.260	1.475.076	1.465.565	1.398.750	1.111.227	1.242.228	1.165.982	1.140.730	1.156.966
Depreciaciones		368.352	368.352	368.352	298.125	298.125	368.352	315.852	315.852	245.625	117.240
Subtotal		1.963.161	1.904.612	1.843.428	1.763.690	1.696.875	1.479.578	1.558.080	1.481.833	1.386.355	1.274.206
Inversiones	-3.324.286	0	0	0	0	0	210.680	0	0	0	0
FLUJO NETO (\$)	-3.324.286	1.963.161	1.904.612	1.843.428	1.763.690	1.696.875	1.268.898	1.558.080	1.481.833	1.386.355	1.274.206
VAN (14,7% Tasa de descuento)	5.305.522										
TIR	54,6%										



Al analizar los valores finales del flujo para cada año de evaluación, los montos son positivos en cada alternativa. No obstante al revisar los indicadores de rentabilidad VAN y TIR en cada caso, se evidencia con claridad que la situación en proyecto no tiene viabilidad financiera en comparación con la alternativa artesanal. En términos financieros es una opción que debe ser rechazada. Esta condición era de esperar ya que la alternativa en proyecto consideró una inversión muy elevada en infraestructura y equipos, la cual fue financiada en este caso por el proyecto de innovación, situación que difícilmente podría ser absorbida por un grupo de pequeños o medianos propietarios que quieran dedicarse a este negocio. No obstante, a pesar de esa fuerte inversión, las rentabilidades no son positivas, dejando en claro que es necesario reducir costos, aumentar la productividad del sistema o generar productos con un valor agregado aun mayor a los propuestos en este ejercicio.

Por otra parte el sistema de producción artesanal genera rentabilidades positivas al tener un nivel de inversión mucho menor, principalmente en el ítem referido a infraestructura y algunos equipos. No obstante esta alternativa no ha sido explorada en un 100%, ya que si bien dentro del proyecto se generó una propuesta demostrativa a través de la confección de una zanja para la siembra del musgo, esta no contó con las mismas condiciones que la producción bajo invernadero, especialmente en lo referido al abastecimiento de agua y sombreado. Es por tanto necesario generar esta experiencia piloto de masificación a bajo costo con el fin de sondear si los niveles de crecimiento del musgo y su productividad pueden equipararse al de la producción bajo invernadero. En el caso específico de esta alternativa de producción se recomienda la posibilidad de utilizar una geomembrana en reemplazo del polietileno para sellar el lecho y las paredes de la zanja, ya que ello entrega más garantías de una buena impermeabilización y duración del material, a pesar de que su costo es mucho mas elevado.

Otra situación que se evidencia dentro de este ejercicio es la imperiosa necesidad de generar productos con un alto valor agregado que se deriven directamente del musgo Sphagnum, ya que con ello se generan dos beneficios importantes. El primero de estos beneficios se relaciona directamente con el negocio ya que se aumentarían los ingresos para el productor por unidad de producción (kilo de musgo deshidratado) incrementado la calidad de vida de los pequeños productores al tener una alternativa de ingresos dentro de sus actividades tradicionales. El otro beneficio tiene directa relación con los impactos ambientales sobre las turberas, ya que mediante la utilización de un sistema de masificación artificial y la generación de productos con mayor valor agregado la extracción de musgo desde los pomponales se reduciría ostensiblemente, dando la posibilidad para que estos ambientes se recuperen y sigan prestando todos los servicios ecosistémicos que de ellos dependen.



Las perspectivas del rubro siguen siendo auspiciosas, lo que se evidencia en los niveles de exportaciones registradas para los últimos años. A partir del año 2002 las exportaciones de este recurso han tenido un crecimiento continuo y sostenido con una expansión de la actividad tanto en volumen como en valor de exportación (ODEPA, 2013). El continuo aumento de la demanda, especialmente externa, ha generado que los niveles de explotación del musgo sean excesivos a partir de una intensa actividad extractiva. Esto ha ocasionado que los ecosistemas donde crece el musgo, denominadas turberas, este mostrando claros signos de degradación afectando de este modo la productividad del musgo por una parte y mermando de manera importante todos las funciones y servicios ecosistémicos que éstos entregan.

El desarrollo de un sistema de producción artificial debe estar asociado necesariamente a la generación de productos con mayor valor agregado que permitan la obtención de mayores ingresos a partir del uso de pequeñas cantidades del musgo, permitiendo de este modo su recuperación en los ambientes naturales.

Plan de Marketing

Producto: Productos a obtener a través de la masificación artificial.

Si bien la productividad no es elevada, la cantidad (peso) de musgo obtenido mediante este proceso de masificación artificial debe ser utilizado exclusivamente en la obtención de un producto de mayor valor agregado. El producto considerado para el proyecto consiste en la elaboración de discos de musgo prensado de diferentes diámetros, a los cuales les será incorporada una solución que contiene elementos naturales precursores del crecimiento en los vegetales tales como esporas o micelio de hongos micorrízicos. En este caso se utilizará una solución correspondiente a un pool de micelio o esporas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), dentro de los cuales se destacan especies de los géneros *Glomus* y *Trametes*. El objetivo de este producto es que sea utilizado en maceteros de jardinería doméstica con un doble propósito; por una parte el musgo propiciará la retención de la humedad especialmente para períodos de alta radiación y elevadas temperaturas y por otra, las esporas o el micelio del hongo favorecerán el establecimiento y la nutrición de la planta, ya que este tipo de organismos establecen una relación simbiótica con los vegetales, situación en la cual ambos se ven beneficiados. El disco de musgo puede ser dispuesto en la zona basal o media del macetero, luego de lo cual se puede agregar el suelo o sustrato requerido. Durante el proyecto se trabajaron 3 diámetros distintos para los discos considerando como antecedente base aquellos maceteros de mayor venta en el mercado del retail, para lo cual fue necesario realizar consultas a personal

especializado en este tipo de tiendas. Las medidas de diámetro de los discos a producir son de 55 mm, 65 mm y 78 mm. La altura de cada disco es de 5 mm, ya que de acuerdo a las pruebas realizadas es un espesor suficiente para provocar un aumento del volumen del musgo una vez que este es rehidratado en el macetero (Figura 56). En el caso de la solución de HMA que se aplicará a los discos, se destaca que esta será diferenciada en cuanto al volumen a aplicar, no obstante los niveles de concentración de elementos precursores será la misma en cada caso. De esta manera para los discos de 55 mm se aplicarán 3 ml de la solución, para el caso de los discos de 65 mm se aplicarán 4 ml y finalmente para los discos de 78 mm se aplicarán 5 ml.



Figura 56. Discos de musgo prensado de 3 distintos diámetros

Para el desarrollo de estos formatos es necesario realizar la adaptación o modificación de una prensadora hidráulica que permita la obtención de los mismos. En el caso del proyecto se adaptó un maquina prensadora hidráulica manual de 20 Ton con distintos cilindros y pistones que permiten ejercer la presión sobre una porción de musgo y de esta manera generar los discos. La maquina dispone de 9 dispositivos de presión, es decir, mediante una aplicación se pueden obtener 9 discos de un mismo diámetro. Los cilindros y pistones son intercambiables, permitiendo con ello generar los discos de los distintos diámetros (Figura 57).



Figura 57. Máquina prensadora hidráulica manual adaptada para la obtención de discos de musgo prensado

En relación a la cantidad de musgo necesario para la obtención de los discos, las pruebas realizadas en el proyecto indican que para generar un disco de 55 mm son necesarios 3 gr. de musgo deshidratado; a su vez para un disco de 65 mm se utilizan 4 gr. de musgo, y para el caso del disco de 78 mm se utiliza un peso de 5 gr. de musgo seco.

En base a los rendimientos y productividad indicados en el punto 2.5 es posible determinar que en cada período de crecimiento (1 año) se podrán obtener **5 Kg de musgo deshidratado por contenedor, es decir, una producción total de 30 kilos para los 6 contenedores por temporada.** En base a estos niveles de producción, se pueden obtener 10.000 discos de 55 mm; 7.500 discos de 65 mm y 6.000 discos de 78 mm, no obstante la generación de productos considerará distribuir equitativamente la producción total en peso para generar los 3 formatos de discos. En resumen, se destinarán 10 kilos para la producción de cada formato.

Envasado y Etiquetado del producto

El producto final será envasado y etiquetado de manera atractiva para que pueda ser comercializado favorablemente. Para ello cada disco será envasado en un sachet transparente correspondiente a una bolsa cuyo material sea poroso con el fin de permitir una adecuada aireación del disco considerando que en su interior hay material correspondiente a hongos micorrízicos. La bolsa a utilizar corresponderá al tipo zipper en diferentes medidas de acuerdo al diámetro de cada disco. Sobre la bolsa se instalará la etiqueta con un atractivo diseño que indique la marca del producto, el origen del mismo y sus principales características. La idea es que el sachet pueda ser

colgado en una góndola de venta similar a las que se utilizan en las zonas de las cabeceras de las cajas de supermercados (Figura 58).

Por el momento solo se utilizará el formato de venta por unidad, pero a futuro se espera generar una nueva presentación del producto, en la cual dentro de un solo sachet se dispongan 2 ó 3 discos de musgo generando un formato de venta mas económico para el cliente al compararlo con el formato de venta individual.



Figura 58. Vista anterior y posterior del producto envasado y etiquetado

Plaza: Puntos de comercialización del producto.

De acuerdo a los productos que se esperan obtener de la masificación artificial del musgo, el mercado objetivo estará focalizado inicialmente en algunas florerías, jardinerías y viveros menores de la ciudad de Temuco y Pto. Montt, cuyo negocio se centra en la venta de plantas y flores para jardines domésticos (Figura 59). Se espera que los discos puedan ser vendidos como un producto complementario a la venta de plantas de exterior e interior, flores y maceteros, y que pueda ser ofrecido como una opción para disminuir el uso del agua en las plantas del hogar o para prolongar la hidratación de las plantas en aquellos casos donde la familia abandona el hogar por algunos días en el período estival sin que las plantas sufran consecuencias fisiológicas

por falta de agua. Junto a ello el producto puede ser ofrecido en conjunto con sustratos que permitan la germinación de las semillas y establecimiento posterior de la planta considerando que la incorporación de la solución HMA permitirá un adecuado desarrollo y vigor de la planta. Se espera por tanto que este producto satisfaga este tipo de necesidades y que junto a ello se transforme en un factor que permita el uso más eficiente del recurso hídrico.

A futuro, y dependiendo de las ventas del producto en este tipo de establecimientos se estudiará la posibilidad de escalarlo para ser promocionado y vendido en los sectores de jardinería de las grandes tiendas de retail ubicadas en las ciudades mas grandes del país.



Figura 59. Puntos de venta del producto. Fuente: Vivero Eden

PRECIO.

Para la estimación de los precios se realizó una investigación de mercado basada en la búsqueda de venta de productos similares a través de Internet para conocer si un producto de características similar esta siendo comercializado en el mercado interno y con los propósitos establecidos para nuestro producto. La mayoría de estos productos se ofrecen para el cultivo de orquídeas, kokedamas y para el establecimiento de jardines verticales. A través de esta vía fue posible detectar la venta de musgo deshidratado sin ningún otro agente adicional en un formato de 1 Kg sin especificar su empaquetado. El precio de venta para este producto es de \$5.000. En otro sitio de ventas por Internet se realiza la comercialización del musgo en bolsas de 50 gr. cuyo valor es de \$2000. Otro proveedor realiza venta de musgo seco de baja calidad en formato de 1 Kg con un valor de \$4000. Junto a ello se puede mencionar la venta de placas de musgo prensado y deshidratado de 1 Kg a un precio de \$15.000 y de cubos de musgo prensado empaquetado en bolsa cuyo formato de venta es de 5 Kg a un precio de \$50.000. Finalmente fue posible encontrar la venta de un producto de



similares características en cuanto a su formato, el cual corresponde a discos pero en este caso de turba prensada. Este formato se vende por cajas de 1000 unidades y su precio de venta es de \$100.000. Otro proveedor realiza la venta de este mismo producto pero en el formato de cajas que contienen 10 unidades y su precio de venta es de \$2.990 (Figura 15).

Como se puede observar la gama de precios es bastante amplia y en distintos formatos de peso, no observándose venta de discos de musgo prensado y menos aún con la incorporación de agentes promotores del crecimiento vegetal.

En segundo lugar se realizaron visitas a distintos locales de venta de insumos para jardinería tales como florerías, viveros, tiendas de retail entre otras. Los resultados originados de este estudio indican que al menos en la ciudad de Temuco no se observaron productos para venta al público relacionado cuya base principal sea el musgo prensado. En la ciudad de Pto. Montt fue posible observar en una tienda de retail un formato de venta del musgo prensado (bloque) en un formato de 250 gr envasado únicamente en una bolsa transparente sin etiquetado. El precio de este producto es de aproximadamente \$6.500.

De acuerdo al análisis de precios realizados en productos de similares características al producto que se pretende ofrecer al mercado es posible concluir que el precio de venta llevado a una unidad de gramo oscila entre los \$10 a \$50, en este caso sin ningún tipo de etiquetado y sin la adición de algunos otros agentes precursores. En el caso de los discos el precio por unidad esta entre los \$100 a \$300.

Después de realizado el análisis de precios de productos similares y conociendo las bondades y ventajas del producto a ofrecer, además de su formato de venta, el precio determinado para cada disco se presenta en el cuadro N°12. Cabe destacar que para la determinación del precio de venta de cada formato se consideró muy especialmente los costos asociados a la producción de cada uno de ellos.

Cuadro 12. Precios de venta para los distintos formatos del producto

Tipo de producto	Precio de venta (\$ por unidad)
Disco de musgo prensado formato 55 mm	1.000
Disco de musgo prensado formato 65 mm	1.200
Disco de musgo prensado formato 78 mm	1.400



Promoción

La promoción del nuevo producto se realizara mediante la entrega de muestras gratis en los puntos de venta para que sea comercializada sin ningún tipo de compromiso contractual. De esta manera el producto se podrá ofrecer a los clientes para que sea testeado por ellos y con ello se espera generar confianza en la calidad y propiedades del producto. En el corto plazo se espera que el producto sea conocido en estos puntos de venta para su comercialización.

Otra estrategia a utilizar será la intervención activa mediante la entrega de muestras gratis en la vía pública a los transeúntes con el fin de dar a conocer el producto.

Una tercera vía de promoción corresponderá al uso de las redes sociales para lo cual se generará una fan page del producto en Facebook, además de elaborar videos que demuestren las bondades del mismo, los cuales serán subidos a una pagina de youtube.

Se participará además en ferias y exposiciones relacionadas con las temáticas de producción de plantas, horticultura y similares en la cuales se dispondrán de muestras para ser entregadas a los visitantes.

Finalmente se contempla la elaboración de una página web que contenga toda la información relacionada al producto, su proceso de elaboración, las ventajas de su uso y los beneficios que genera esta técnica para la mantención del medioambiente en general y de los ambientes donde se desarrolla el musgo de manera natural (pomponales en particular). Se agregaran galerías fotográficas y videos demostrativos.



6. Impactos y Logros del Proyecto:

- Descripción y cuantificación de los impactos obtenidos, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias.
- Indicadores de impactos y logros a detallar dependiendo de los objetivos y naturaleza del proyecto:

Impactos Productivos, Económicos y Comerciales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio	No aplica		
Producción (<i>por producto</i>)	Musgo Sphanum (Producción artificial)	Productividad de 5 a 6 Kg. de musgo seco por contenedor, lo que equivale a valores de entre 250 a 300 gr por m ² .	
Costos de producción			
Ventas y/o Ingresos	No aplica		
	<i>Nacional</i>		
	<i>Internacional</i>		
Convenios comerciales	No aplica		

Impactos Sociales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual			
Nuevos empleos generados			
Productores o unidades de negocio replicadas			

Impactos Tecnológicos

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto				
Proceso				
Servicio				



Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes	Sin resultados	
Solicitudes de patente	Sin resultados	
Intención de patentar	En evaluación	
Secreto industrial	No aplica	
Resultado no patentable		
Resultado interés público	Masificación artificial de Spahgnum	

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica		
Generación nuevos proyectos		

Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (<i>Citas, título, descripción</i>)
Publicaciones	1	Efecto del medio de cultivo sobre el crecimiento del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> : En esta investigación se evaluó el efecto de la acidez del medio de cultivo sobre el crecimiento de la especie <i>S. magellanicum</i> con una medida estándar inicial de longitud en un individuo de 55 mm y obteniendo un promedio de peso fresco. Los tratamientos fueron 1 cinco en distintos pH de acidez (3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5) con tres repeticiones.
		(<i>Por Ranking</i>)
Eventos de divulgación científica		
Integración a redes de investigación		

Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (<i>Título, grado, lugar, institución</i>)
Tesis pregrado	5	Teca, Alejandro (2012) . Respuesta de la biomasa, en la fase gametofítica de <i>Sphagnum magellanicum</i> Brid. a la aplicación de luz artificial y fertilizante foliar. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 68 p. Nowajewski, Carlos (2012) . Crecimiento del musgo

		<p><i>Sphagnum magellanicum</i> Brid. en tres tipos de sustratos, en condiciones de laboratorio. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 72 p.</p> <p>Vera, Felipe (2013). Estudio comparativo de parámetros morfológicos y diferenciación genética entre distintas poblaciones del musgo <i>Sphagnum magellanicum</i> Brid. distribuidas entre las regiones de Los Ríos y de Los Lagos. Tesis Ingeniero en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 68 p.</p> <p>Pacheco, Esteban. (2015). Evaluación del crecimiento del pompón (<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.) tratado con las hormonas vegetales BAP y GA3. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Agronomía. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 13 p.</p> <p>Guzman, Jorge (2015). Efecto de la acidez del medio de cultivo sobre el crecimiento de los musgos <i>Sphagnum magellanicum</i> y <i>Sphagnum fimbriatum</i>. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Agronomía. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 12 p.</p>
Tesis postgrado		
Pasantías		
Cursos de capacitación		

7. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:

Los principales problemas enfrentados en el proyecto tienen relación con complejidad administrativa de nuestra Universidad que impidieron poder agilizar los procesos de compra y venta de servicios con los proveedores, ya sea para la confección de los contenedores de fibra de vidrio como para la construcción del invernadero. Otro aspecto que comentar tiene relación con la logística, ya que al desarrollarse el proyecto a gran distancia se hace menos eficiente el seguimiento del mismo.

8. Otros Aspectos de Interés



9. Conclusiones y Recomendaciones:

Del presente proyecto se concluye que es posible poder realizar una masificación o producción artificial del musgo *Sphagnum* de manera exitosa, obteniéndose una producción sostenida en el tiempo y de calidad, lo cual contribuye a mejorar las sustentabilidad del recurso.

Se identificó la existencia de al menos un ecotipo del musgo de turbera *Shagnum magellanicum* con características comerciales, para el cual se generó una metodología de producción artificial, que considera los elementos y factores básicos que permiten su masificación.

A partir de la producción artificial del musgo fue posible generar un nuevo formato con mayor valor agregado, en relación al producto que se comercializa en la actualidad, pudiendo tomarse este prototipo generado como un precursor para que los productores puedan generar un mayor retorno en su producción.

Este proyecto permitió sensibilizar a personas y autoridades vinculadas a la temática de los recursos naturales y en especial a quienes trabajan este musgo de turbera, a la necesidad de su manejo y sustentabilidad.

Se hace necesario extrapolar esta experiencia a un sistema que implique el abaratar los costos de implementación de infraestructura, con la finalidad que quede monetariamente al alcance de pequeños propietarios, que les permita aumentar volúmenes de producción, así como para mantener la calidad de sus ecotipos y posibilitar la resiembra en sus turberas.

IV. INFORME DE DIFUSIÓN

Las labores de difusión de las actividades y resultados de este proyecto han sido comentadas en detalle en los apartados anteriores de este informe.

V. ANEXOS

“Efecto del medio de cultivo sobre el crecimiento del musgo *Sphagnum magellanicum* “

“Effect of the culture medium on the growing of *Sphagnum magellanicum* moss”

Mario Rodríguez^{a*}, Rubén Carrillo^b, Patricio Pacheco^b y Gustavo Curaqueo^b

*Autor de correspondencia: a Universidad Católica de Temuco, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Agronomía, Temuco, Chile

^b Universidad de La Frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Departamento de Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales, Temuco, Chile.

ABSTRACT

Sphagnum are important in vegetal diversity because they play a fundamental role in natural ecosystems and can fix large amounts of carbon and nitrogen. Also, they can prevent habitat's drainage where they are colonizing the completely flooded areas synthesizing organic matter. Here the acidity effect of the culture medium on the growing of *Sphagnum magellanicum* specie was assessed with an initial standard measure of 55 mm obtaining and average weight. Treatments were five in different acidity pH (3, 5; 4, 0; 4, 5; 5, 0; 5, 5) with three replays. Fresh weight gain (g) and fiber's length (mm) was determined. Results obtained in fresh weight gain indicate that *S. magellanicum* presented significant differences ($P \leq 0.05$) regarding different pH revealing that in pH 4, 0 there is a further growth on fresh weight gain. In the case of *S. fimbriatum* there were differences between intermediate pH with respect to the extremes pH indicating that it fits well in the pH 4, 0; 4, 5; and 5, 0. *S. magellanicum* fresh weight growth there were no significant differences ($P \leq 0, 05$). The results here indicate that on fresh weight gain the *S. magellanicum* specie in the pH 4, 0 presented a better result.

Key words: moss, WPM culture medium, *S. magellanicum*.

RESUMEN

Los musgos del género *Sphagnum* son parte importante en la diversidad vegetal ya que juegan un rol fundamental en los ecosistemas naturales y pueden fijar grandes cantidades de carbono y nitrógeno, además pueden impedir el drenaje del hábitat donde se encuentran colonizando las zonas completamente inundadas sintetizando materia orgánica. En esta investigación se evaluó el efecto de la acidez del medio de cultivo sobre el crecimiento de las especies *S. magellanicum* con una medida estándar inicial de longitud en un individuo de 55 mm y obteniendo un promedio de peso fresco. Los tratamientos fueron

cinco en distintos pH de acidez (3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5) con tres repeticiones. Se determinó ganancia de peso fresco (g) y longitud de la fibra (mm). Los resultados obtenidos en ganancia de peso fresco indican que el *S. magellanicum* presentó diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en relación a los diferentes pH revelando que en el pH 4,0 hay un mayor crecimiento en ganancia de peso fresco, para el caso del *S. fimbriatum* hubo diferencias entre los rangos intermedios respecto a los extremos señalando que se adapta bien en los pH 4,0; 4,5; y 5,0. En el crecimiento de peso fresco de *S. magellanicum* no hubo diferencia significativa ($P \leq 0,05$). Según los resultados obtenidos en esta investigación indican que en ganancia de peso fresco la especie *S. magellanicum* presentó un mejor resultado con pH 4,0..

Palabras claves: musgo, medio de cultivo WPM, *S. magellanicum*.

INTRODUCCIÓN

Los musgos son un componente importante de la diversidad vegetal en los ecosistemas de bosques que predominan en sectores húmedos y climas fríos (Larraín, 2007), generalmente pequeños, pero pueden alcanzar unos 50 cm de longitud, formando densos cojines o tapices sobre el sustrato del suelo, roca o corteza de árboles u otras plantas (Ardiles *et al.*, 2008). Se han reconocido alrededor de 13.000 especies de musgos, distribuidas en 700 géneros a nivel mundial (Barrera y Osorio, 2006) entre los que destaca el género *Sphagnum*, que es reconocido con numerosas especies que predominan en las turberas al Sur de Chile y constituyen más del 50% de los humedales en el mundo. Estas plantas son capaces de absorber y retener agua en grandes cantidades (Iturraspe y Roig, 2010). En Chile se han descrito 16 especies de *Sphagnum* siendo el más abundante el *Sphagnum magellanicum* (Salinas y Cartes, 2009) que es conocido en la Región de Los Lagos como musgo pon-pón, término que proviene del vocablo mapuche *poñ-poñ* que significa esponja (Whilhelm de Mosbach, 1992). Su estructura está conformada por un eje llamado caulidio (tallo), filidios que son los apéndices fotosintéticos capaces de obtener su propio alimento en el ambiente y los rizoides que son filamentos de anclaje al sustrato (Díaz *et al.*, 2005). Son conocidas como plantas terrestres no vasculares jugando un rol importante en el ecosistema natural, ya que son capaces de fijar grandes cantidades de carbono y nitrógeno, reducir la erosión del suelo y ayudar a los bosques a mantener una significativa carga de humedad para la existencia de otras especies (Barrera y Osorio, 2006). Además, pueden controlar e impedir el drenaje del hábitat donde se encuentran colonizando las zonas completamente inundadas generando materia orgánica (Scholfield, 1985; citado por Ramírez *et al.*, 2005). Los usos del musgo *Sphagnum* son diversos, ha tenido un notable crecimiento en los últimos 10 años; se utilizan principalmente como sustrato para la elaboración del cultivo de orquídeas, purificación de aguas contaminadas por petróleo y también como material aislante y de empaque (Vargas, 2013). En el mercado

los precios pagados al productor se han mantenido estables, donde en invierno alcanza un máximo debido a las condiciones climáticas que afectan la etapa de secado (Dominguez *et al.*, 2015). *S. magallenicum* se describe como una especie botánica de musgo de la familia de las Sphagnaceae que se encuentra vinculado a la presencia de la turba lo cual es provocado por la ausencia de aire, un medio ácido y saturado de agua que facilita la producción y acumulación de ésta (Domínguez, 2014). Globalmente las turberas cubren 4 millones de km², se distribuyen ampliamente en el hemisferio Norte y tan solo un 4% se encuentran en América del Sur, principalmente en Chile y Argentina (Landry *et al.*, 2010). Se formaron posterior al retroceso de los glaciares formando paisajes cubiertos por hielos y material sedimentario provocando un descenso de la actividad glacial formando lagos someros en los valles glaciares que con el tiempo fueron colonizados por el musgo *Sphagnum* (De Miguel, 2011) donde el tejido muerto se acumula formado y en un lento proceso se va transformando en turba donde se han acumulado en terrenos anegados. Se desarrolla en ambientes con temperatura baja, precipitaciones abundantes y suelos ácidos (Domínguez y Bahamonde, 2012), cumpliendo importantes funciones ecológicas ya que juegan un papel fundamental para conservar la biodiversidad, actuando como refugio para algunas especies de la flora y fauna. (Ramsar, 2004; citado por León, 2012). En el Sur de Chile es posible encontrar turberas que colonizan los bordes de las lagunas llamadas turberas antropogénicas o secundarias que se forman tras la quema o tala rasa de bosques en sitios con drenaje pobre generando un ecosistema natural relativamente ácido (Díaz y Armesto, 2007). Como señala Domínguez (2014) los musgos del género *Sphagnum* en este ecosistema natural intercambia hidrones por cationes de calcio, magnesio y sodio, provocando una fuerte acidez en estos ambientes eliminando por completo la competencia con otras especies vegetales debido a la toxicidad de aluminio, manganeso e hidrógeno y deficiencia de nutrientes esenciales como el calcio, magnesio y fósforo (Zapata, 2002). Este tipo de suelo es llamado Histosol donde se mantienen acumuladas en grandes cantidades las fibras muertas, bajo condiciones húmedas y frías en donde el material mineral no influye en sus propiedades (Martínez *et al.*, 2009), a medida que el pH disminuye, aumenta la disponibilidad aluminio y manganeso llevándolo a un exceso de aluminio afectando a las plantas con la inhibición del crecimiento radicular lo que reduce su crecimiento y desarrollo (Bernier y Alfaro, 2006). Los síntomas de toxicidad por manganeso afecta principalmente a las enzimas disminuyendo la respiración y destruyendo por completo la hormona auxina (Casierra-Posada y Poveda, 2005), en cambio la deficiencia de nutrientes esenciales en las plantas como el calcio afecta a los tejidos jóvenes y zonas meristemáticas de raíces, la deficiencia de magnesio presenta clorosis y el molibdeno que afecta a las hojas intermedias y las más viejas (Ascon-Bieto y Talón, 2008), la deficiencia de fósforo demuestra que las esporas de *Sphagnum* son incapaces de germinar y formar nuevas plantas donde hay otras adultas ya que la concentración de este nutriente en aguas naturales son insuficientes (Díaz *et al.*, 2005). Es por ello que esta investigación, busca cultivar *Sphagnum* en ambientes controlado teniendo como objetivo evaluar

el medio de cultivo más adecuado respecto a las sales del medio y nivel de pH para el desarrollo de *S. magellanicum* bajo condiciones controladas, en el medio de cultivo Woody Plant Medium (WPM).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos, los que a continuación se detallan:

Ensayo 1. Con el propósito de determinar el medio de cultivo y la concentración más apropiada para el crecimiento del musgo se utilizaron 11 tratamientos, producto de la combinación de 5 medios de cultivo (Gamborg, B5; Quoirin y Lepoivre, QL; Anderson, AND; Murashige y Skoog, MS; y Woody Plant Medium, WPM; en dos concentraciones (completo y $\frac{1}{2}$ de la concentración), más un tratamiento control al cual se le aplicó solo agua destilada (Tabla 1). El pH se ajustó a 4,5 para todos los tratamientos de este ensayo

Ensayo 2. Para determinar el pH más adecuado para el desarrollo del musgo se empleó el mejor medio del Ensayo 1 con diferentes niveles de pH (3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5) totalizando 5 tratamientos.

Las variables respuestas evaluadas para ambos ensayos fueron ganancia de peso fresco (g) y longitud de la fibra (mm). La ganancia de peso fresco se determinó por diferencia entre el peso fresco final, menos el peso inicial. La longitud de la fibra medida con pie de metro digital, se determinó por la diferencia de la longitud de fibra final menos la inicial.

Material vegetal

El material vegetal seleccionado para el estudio corresponde a segmentos apicales de fibra de la especie *Sphagnum magellanicum* proveniente del sector de Quillaípe, Puerto Montt, Región de los Lagos, Chile (latitud: -41,55 y longitud: -72,7667). Los musgos se extrajeron de ecosistemas naturales denominados turberas y fueron cosechados manualmente en junio del 2013.

Preparación de medios de cultivo y siembra

Los componentes del medio fueron diluidos en agua destilada y dispensados en dosis de 100 ml en matraz Erlenmeyer de 250 ml. El pH fue ajustado con 1,0 N hidróxido de potasio (KOH) y 1,0 N de ácido clorhídrico (HCl). Se sembraron 5 fibras por matraz con una longitud inicial de 55 mm. Al finalizar la siembra los matraces fueron tapados con papel aluminio y parafilm.

Tabla 1 Tratamientos del Ensayo 1

Nº de tratamiento	Tipo y concentración de medio de cultivo
1	MS
2	½ MS
3	WPM
4	½ WPM
5	ANDERSON
6	½ ANDERSON
7	QL
8	½ QL
9	B5
10	½ B5
11	TO

Condiciones del cultivo

Las fibras fueron incubadas por 60 días en cámara de cultivo a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, con tubos fluorescentes de luz fría blanca bajo un fotoperíodo de 16 h luz, 8 h de oscuridad y una intensidad lumínica de $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (tubos Philips TLD 36W/54). Durante el período de luz, un agitador orbital mantuvo una rotación constante de 50 rpm en los medios de cultivo, los cuales fueron renovados semanalmente.

Análisis estadísticos

El diseño experimental fue completamente al azar, Los datos fueron analizados por medio de análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de comparación múltiple Tukey con un 5% de significancia, a través del programa estadístico SPSS versión 15,0. La unidad experimental correspondió a un matraz con 5 fibras de musgo , cada tratamiento se repitió tres veces.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 presenta el efecto de la ganancia de peso fresco en distintos rangos de acidez para el género *S. magallanicum* y *S. fimbriatum*. Se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

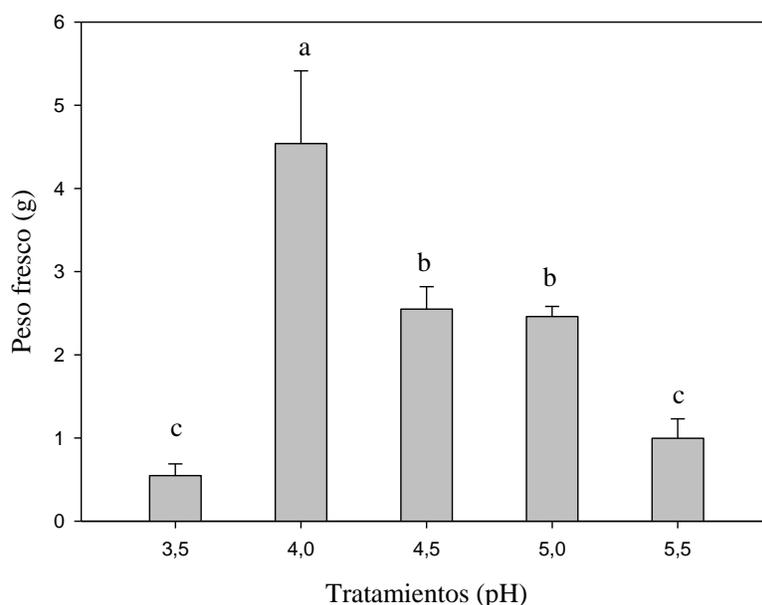


Figura 1. Efecto del pH en la ganancia de peso en *S. magellanicum*. Letras diferentes en cada barra espacio indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figure 1. pH effect on weight gain in grs in *S. magellanicum*. The different letters in each bar indicate significant differences according to Tukey test ($P \leq 0.05$).

En cuanto a la ganancia de peso fresco en gramos *S. magellanicum* presentó diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) en el rango de pH 4,0 en relación a los demás rangos de pH. Estos resultados se relacionan con investigaciones sobre la distribución espacial, humedad y pH en un turbal de *S. magellanicum* donde se ha mostrado que el incremento de la acidez estimula el crecimiento (Rochefort, 1990; citado por Teneb y Dollenz, 2004). Por otro lado, en el pH 4,0 ocurrió el mayor crecimiento en ganancia de peso fresco de la especie *S. magellanicum*. Estos datos coinciden con los resultados obtenidos por Vásquez (2008), sobre la medición de pH y conductividad de agua retenida por gametofitos de distintas procedencias de la Región de Los Lagos, donde a pH 3,82 se desarrollan adecuadamente. En el peso inicial del *S. magellanicum* fue de 4,143 obteniendo un mayor crecimiento en el pH 4,0 con 4,54 g.

Crecimiento en longitud de la fibra

En relación a la longitud de la fibra (Figura 2), *S. magellanicum* no tuvo diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$). Los resultados obtenidos no concuerdan con los que señalan Haraguchi *et al.* (2003) a través del estudio de la dependencia del pH, fotosíntesis y el alargamiento de *sphagnum*, donde

la elongación de las especies *S. squarrosum* y *S. girgensohnii* tuvieron un mejor crecimiento en el pH 3,8. En relación al pH Glime (2007) menciona que debido a la utilidad económica y étnica de musgos señala que la briofita *Pleurozium schreberi* crece más rápido aumentando su cobertura cuando toma contacto con agua acidificada con un pH de 4,5. *S. magallanicum* tuvo un crecimiento promedio de 13mm. Estos resultados también indican que *S. magallanicum* presentó un mayor crecimiento durante 2 meses en condiciones controladas superior a datos reportados anteriormente donde se mencionan que la tasa de crecimiento en condiciones naturales fluctúa extensivamente de $3,38 \pm 2,87$ cm al año (Díaz *et al.*, 2012). Así también se indica que los patrones de crecimiento de los musgos de la clase Briofitas varían en zonas donde la humedad es la apropiada pueden seguir creciendo en grupos, aunque con los gametofitos más vistosos y separados (Murray, 2006).

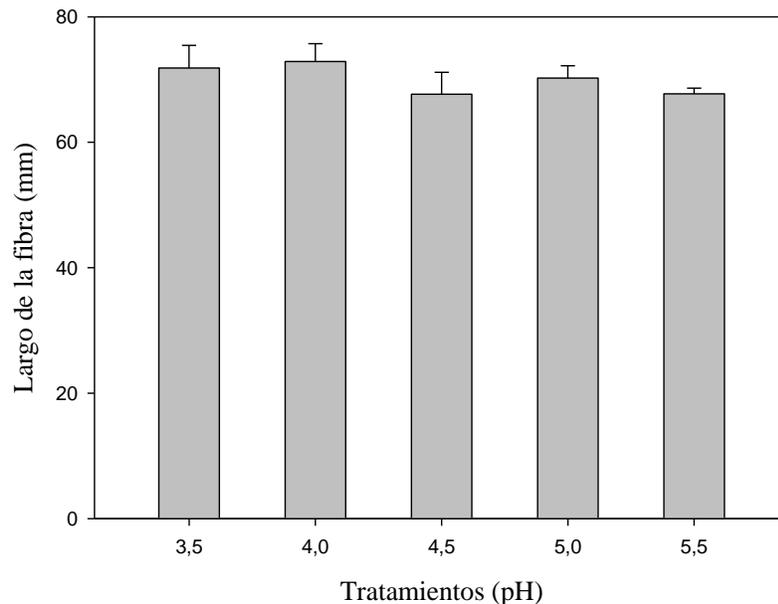


Figura 2. Efectos del pH en el crecimiento longitudinal de la fibra en *S. magallanicum* bajo condiciones de laboratorio.

Figure 2. pH effects on fiber's longitudinal growth in *S. magallanicum* in laboratory conditions.

AGRADECIMIENTOS. La presente investigación ha sido realizada con fondos del FIA a través del proyecto denominado “Plan piloto de masificación artificial de musgo Sphagnum” (PYT 2012 – 0087).

CONCLUSIONES

- Para el caso de crecimiento de peso fresco, *S. magallanicum* presentó mejores resultados con un medio de cultivo de pH 4, corroborando un mayor crecimiento en peso en relación a un medio más ácido, no obstante con un pH inferior como 3,5 la ganancia de peso declina bruscamente.
- De acuerdo a las características morfológicas y patrones de crecimiento de la fibra, *S. magallanicum* logró un mayor crecimiento en términos de ganancia de peso, no así en longitud.
- Se evalúa la posibilidad del crecimiento *Sphagnum* a nivel productivo bajo condiciones controladas ya que su crecimiento es mayor al que se reportan bajo condiciones naturales.

REFERENCIAS

- Ardiles, V., J. Cuvertino y F. Osorio. 2008. Guía de campo briófitas de los bosques templados de Chile. Una introducción al mundo de los musgos, hepáticas y antocerotes que habitan los bosques de Chile. 168 p. Editorial Corporación Chilena de la madera. Corma. Concepción, Chile.
- Azcón-Bieto, J., y M. Talón. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. 655 p. 2da edición. McGraw-Hill - Interamericana de España, S.A.U. Madrid, España.
- Barrera, E., y F. Osorio. 2006. Briófitas: musgos, hepáticas y antocerotes. Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos. 351p. Editorial CONAMA. Santiago, Chile.
- Bernier, R., y M. Alfaro. 2006. Acidez de los suelos y efectos del encalado. 46p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 151. Osorno, Chile.
- Casierra- Posada, F., y J. Poveda. 2005. La toxicidad por exceso de Mn y Zn disminuye la producción de materia seca, los pigmentos foliares y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp. cv. *Camarosa*). *Agronomía Colombiana* 23: 283-289.
- De Miguel, E. 2011. Manuales de desarrollo sostenible, conservación y restauración de turberas. 57p. Editorial Fundación Banco Santander. Madrid, España.
- Díaz, F., G. Zegers y J. Larraín. 2005. Antecedentes sobre la importancia de las turberas y el pompoñ en la Isla de Chiloé. 33p. Editorial Fundación de senda Darwin y Caseb. Isla Chiloé, Chile.
- Díaz, M., C. Tapia, and P. Jiménez. 2012 Bacigalupe. L. *Sphagnum magellanicum* growth and productivity in Chilean anthropogenic peatlands. *Revista Chilena de Historia Natural* 85: 513-518.
- Díaz, M., y J. Armesto. 2007. Limitantes físicos y bióticos de la regeneración arbórea en matorrales sucesionales de la Isla Grande de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 26.

- Domínguez, E., 2014. Manual de buenas prácticas para el uso sostenido del musgo *Sphagnum magellanicum* en Magallanes. 113p. Editorial INIA. Chile.
- Domínguez, E., y N. Bahamonde. 2012. Manual de evaluación de turberas de *Sphagnum* caso de estudio efectos de la extracción de turba sobre el paisaje, Región de Magallanes, Chile. 81p. Editorial INIA Kampenaike. Punta Arenas, Chile.
- Dominguez, E., M. Doorn, R. Navarro, y L. Arancibia. 2015. Bases comerciales para el desarrollo sostenible del musgo *Sphagnum* en Magallanes, Chile.
- Glime, J. 2007. Economic and ethnic uses of Bryophytes. *Economic and Ethnic Uses* 27:14-41.
- Haraguchi, A., T. Hasegawa, T. Iyobe, and H. Nishijima. 2003. The pH dependence of photosynthesis and elongation of *Sphagnum squarrosum* and *S. girgensohnii* in the *Picea glehnii* mire forest in Cape Ochiishi, north-eastern Japan. *Aquatic Ecology* 37: 101-104.
- Hurtado, D., y M. Merino. 1987. Cultivo de tejidos vegetales. 232p. Reimp (2000). Mexico.
- Iturraspe, R. 2010. Las turberas de Tierra del Fuego y el cambio climático global. 32p. Editorial Fundación para la Conservación y el uso Sustentable de los Humedales. Buenos Aires, Argentina.
- Landry, J., N. Bahamonde, J. García Huidobro, C. Tapia, and L. Rochefort. 2010. Canadian peatland restoration framework: A Restoration experience in Chilean peat bogs. *Peatlands International* 2: 50-53.
- Larraín, J. 2007. Musgos (Bryophyta) de la estación biológica Senda Darwin, Ancud, Isla de Chiloé: lista de especies y claves para su identificación. *Chloris Chilensis*. Disponible en <http://www.chlorischile.cl>. Leído 10 de septiembre de 2015
- León, C. 2012. Taller las turberas como recurso educativo. 44p. Editorial MINEDUC; MMA; Mesa humedales de Chiloé; FSD; IEB; Turberas de Chiloé. Chiloé, Chile.
- Martínez, C., X. Pontevedra, J. Novoa, R. Rodríguez, y J. López. 2009. Turberas ácidas de esfagnos. 64p. Editorial VV.AA. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Santiago de Compostela, España.
- Murray, N. 2006. Introducción a la botánica. 744 p. Addison-Wesley. Massachusetts, Estados Unidos.
- Pierik, R. 1990. Cultivo *in vitro* de las plantas superiores. 326p. Editorial S.A. Mundi. –prensa libros. Madrid, España.
- Ramírez, C., J. Armesto, y C. Valdovinos. 2005. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. 647 p. Editorial Universitaria, S.A. Santiago, Chile.
- Salinas, M., y F. Cartes, 2009. Resultados y lecciones en uso y manejo del musgo *Sphagnum*. 39p. Fundación para la Innovación Agraria. Aysén, Chile.
- Tapia, C. 2008. Crecimiento y productividad del musgo *Sphagnum magellanicum* Brid. en turberas secundarias de la provincia de Llanquihue, Chile. 74p. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

- Teneb, E., y O. Dollenz. 2004. Distribución espacial de la flora vascular, la humedad y el ph en un turbal de esfagno (*Sphagnum magellanicum* brid.), magallanes, Chile. *Revista Anales Instituto Patagonia* 35: 12.
- Vargas, C. 2013. Desarrollo de un plan de negocio del musgo pompón (*Sphagnum magellanicum*) para exportación extraído de humedales en la Región de Los Lagos. 100p. Universidad Austral de Chile. Puerto Montt, Chile.
- Vasquez, J. 2008. Características anatómicas, propiedades físico-químicas y capacidad de retención de agua en gametofitos de *Sphagnum magellanicum* brid. en un gradiente latitudinal. 84p. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Whilhelm de Mosbach, E. 1992. Botánica Indígena de Chile. 140p. Editorial Andrés Bello. Santiago, Chile.
- Zapata, R. 2002. Química de la acidez del suelo. 208p. Editorial Sede Medellín, Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia.



VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

CIREN, 2002. Descripciones de Suelos, Materiales y Símbolos. Estudio Agrológico IX Región. Publicación 122. Santiago, Chile. 338 p.

Díaz, M.F., C. Tapia, P. Jiménez y L. Bacigalupe. 2012. *Sphagnum magellanicum* growth and productivity in Chilean anthropogenic peatland. *Revista Chilena de Historia Natural* 85: 513-518.

Domínguez, E. 2014. Manual de buenas prácticas para el uso sostenido del musgo *Sphagnum magellanicum* en Magallanes, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile. Boletín INIA N° 276. 113 pp.

Domínguez, E. y D. Vega-Valdés (eds.) 2015. Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes. Colección de libros INIA N° 33. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile. 334 pp.

León, C. 2012. Caracterización florística y ecológica de turberas esfagnosas de la isla grande de Chiloé-Chile: una herramienta para la conservación y el desarrollo sostenible. Memoria para optar al grado de doctor Universidad Complutense de Madrid Facultad de Ciencias Biológicas Departamento de Biología Vegetal I. 234 p.

Munín, E. & Fuertes, E. 2001. Revisión taxonómica del género *Sphagnum* L. Sección Cuspidata (Musci, Sphagnaceae) en la Península Ibérica *LAZAROA* 22: 21-50.

ODEPA. 2013. Musgo *Sphagnum*: manejo sostenible del recurso. Santiago. Chile. 9 p.

Rajeswari, S. 2012. Evaluation of phytochemical constituent in conventional and non conventional species of curcuma. *International Research journal of Pharmacy* 3

Sieverding, E., 1991. Vesicular–Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agroecosystem. Deutsche Gesellschaft Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn.

Uma, B. y Parvathavarthini, R. 2010. Antibacterial Effect of Hexane Extract of Sea Urchin, *Temnopleurus alexandri* (Bell, 1884). *International Journal of PharmTech Research*. Vol.2, No.3, pp 1677-168



Varnet, L. 2006. Evaluación del crecimiento de la fase gametofítica de *Sphagnum magellanicum* Brid. en condiciones de laboratorio. Tesis Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. La Universidad de La Frontera. 67 p.