

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



RESPUESTA DE LA BIOMASA, EN LA FASE GAMETOFÍTICA DE *Sphagnum magellanicum* Brid. A LA APLICACION DE LUZ ARTIFICIAL Y FERTILIZANTE FOLIAR.

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.

JUAN ALEJANDRO TECA PEÑA

TEMUCO-CHILE

2012

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



RESPUESTA DE LA BIOMASA, EN LA FASE GAMETOFÍTICA DE *Sphagnum magellanicum* Brid. A LA APLICACION DE LUZ ARTIFICIAL Y FERTILIZANTE FOLIAR.

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.

JUAN ALEJANDRO TECA PEÑA
PROFESOR GUÍA: RUBÉN FERNANDO CARRILLO LÓPEZ

TEMUCO-CHILE

2012

Agradecimiento al **Proyecto FIA**

Plan piloto de producción artificial del musgo *Sphagnum* **PYT-2012-0087**



RESPUESTA DE LA BIOMASA, EN LA FASE GAMETOFÍTICA DE
Sphagnum magellanicum Brid. A LA APLICACION DE LUZ ARTIFICIAL
Y FERTILIZANTE FOLIAR.

Profesor Guía:

Rubén Carrillo López Bachiller en Cs. Biológicas Magíster en Ciencias - Mención Botánica Dpto. Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales
--

Profesor Consejero:

Jorge Baraona Venegas Ingeniero Agrónomo Magíster en Cs Agropecuarias - Mención en Producción Frutícola Dpto. Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales
--

Calificación de Tesis :

Dedicada a:

Mis padres Juan y María.

"AMIGOS; quería recordarles que en mi persona encontrarán SIEMPRE: Un par de oídos para escucharlos. Dos hombros para que puedan secar sus lágrimas. Un par de manos para ayudarlos. Dos piernas para ir corriendo , cuando me necesiten. Un par de ojos para ayudarlos a ver el camino a seguir. Y un corazón que los banca sin excusas ; porque aprendió a quererlos , desde el inicio de nuestra AMISTAD." ("Gonga")

AGRADECIMIENTOS

De manera especial a mi profesor guía Rubén Carrillo, por todo el apoyo entregado durante la etapa de elaboración de esta tesis.

A don Jorge Baraona, por su disposición en los momentos requeridos.

Al profesor Horacio Miranda, por su disposición y voluntad para la realización del análisis estadístico.

A mis hermanos, Jessica, Danilo, Marwin y Roció, por estar siempre a mi lado entregándome todo su apoyo incondicional.

A mi tía Graciela y abuela Benilde.

A mis amigas, Cesia Jara, Gissel Toloza, Nataly Aedo y Brenda Álvarez.

A mis amigos, Jorge Vera, Edgardo Vera, Magdiel Mora, Francisco Acevedo, Carlos Nowajewski, Sebastián González, Francisco Galecio, Ignacio Fuentes, Alejandro Villaman y Carlos Silva.

A Consuelo por su amor, apoyo y motivación incondicional.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en este proceso, como también me entregaron una fuente constante de motivación.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo	Página
1	1
2	4
2.1	4
2.2	5
2.2.1	6
2.3	8
2.4	10
2.5	12
2.5.1	14
2.5.2	16
2.5.3	18
2.6	20
2.6.1	20
2.6.2	22
2.7	27
2.7.1	29
2.7.2	30
2.8	31
3	34
3.1	34
3.2	35
3.3	36

3.3.1	Diseño experimental	36
3.3.2	Descripción de los Tratamientos	37
3.3.3	Proceso realizado para la evaluación del crecimiento en <i>Sphagnum magellanicum</i>	40
3.3.4	El secado	41
3.3.5	Análisis estadístico	43
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1	Crecimiento de la microalga <i>Protococcus</i>	44
5	CONCLUSIONES	53
6	RESUMEN	55
7	SUMMARY	57
8	LITERATURA CITADA	59
9	ANEXOS	62

1 INTRODUCCIÓN

El origen de las turberas aconteció aproximadamente 12,000 años antes del presente, corresponden a un tipo de humedal ácido en el cual se ha acumulado materia orgánica. Estas se describen como cuencas lacustres de origen glaciario, que presenta material vegetal.

El cubrimiento de la región por grandes mantos de hielo glaciario comenzaron a derretirse, dejando en sí lagos y lagunas; posterior a esto, con la interacción de la vegetación se fueron formando grandes extensiones en donde se originó una de las plantas más importantes como lo es el musgo *Sphagnum magellanicum* Bridel, el cual aparece en terrenos totalmente anegados y con una escasa disponibilidad de oxígeno y nutrientes.

Entre los distintos beneficios que entrega este tipo de planta inferior es que actúa como reservorio de agua dulce y regulación del ciclo hidrológico, así como también actúa como filtro natural hacia las aguas subterráneas, retiene compuestos tales como metales pesados y es almacenadora de carbono.

Sphagnum magellanicum Bridel es un musgo que pertenece a la familia *Sphagnaceae*, comúnmente llamado pon pón, es uno de los principales musgos comercializados en el sur de Chile. Actualmente a nivel mundial se han identificado más de 200 especies de este género.

En la actualidad este recurso se utiliza en viveros como sustrato para la propagación y establecimiento de plantas en invernadero, empaquetado de flores y portainjertos para la

exportación, decoración de maceteros, elaboración de pañales desechables y apósitos quirúrgicos, también se emplea como descontaminante en ambientes acuíferos y como material de embalaje, para transporte de vegetales frescos, frutas y flores.

Hoy en día en nuestro país las cantidades demandadas de este recurso son cada vez mayor, pero su calidad ofertada es menor, debido a la extracción indiscriminada, lo que incluso ha afectado la permanencia de diversos ecotipos de *Sphagnum magellanicum* Brid.

Por todas estas cualidades beneficiosas será indispensable a futuro poder contar con un manejo artificial adecuado para su masificación y explotación, para con ello evitar las malas prácticas de cosecha de *Sphagnum magellanicum*, que solo causan un agotamiento y pérdida de este recurso.

En la presente tesis se aborda una posible alternativa de propagación artificial del musgo *Sphagnum magellanicum* Bridel, de tal manera que exista la posibilidad de obtener a través de su masificación cierta producción, por lo tanto evitar su extracción intensa, así como también poder contar con una posible solución al problema de su conservación y el uso sustentable de este recurso y de los humedales en particular.

Objetivo General:

Determinar el aumento de biomasa de *Sphagnum magellanicum*, en condiciones de laboratorio.

Objetivos Específicos:

Evaluar la incorporación de luz artificial, en el aumento de la biomasa en *Sphagnum magellanicum*.

Determinar el aumento de la biomasa en *Sphagnum magellanicum*, con la incorporación de tres dosis de fertilizante.

Hipótesis:

H0: La aplicación de luz artificial y las diferentes dosis de fertilizante, no tienen incidencia en el aumento de la biomasa de *Sphagnum magellanicum*.

H1: La incorporación de luz artificial y las diferentes dosis de fertilizante, tienen incidencia en el aumento de la biomasa de *Sphagnum magellanicum*.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes generales de *Sphagnum magellanicum*.

La distribución natural de esta especie se concentra en Chile, Perú y Argentina, clasificada como endémica para esta área de distribución.

Sphagnum es el género más abundante de las briófitas (musgos), con alrededor de 350 especies y consta con una amplia distribución geográfica, Se caracterizan por formar cojines sobre las rocas, troncos y suelos en condiciones de anegamiento y se les denomina comúnmente como musgo de turbera (Salinas *et al.*, 2009).

Una de las amenazas más destacada en la erradicación definitiva de este recurso natural, es su creciente demanda y su reemplazo por forestaciones, dado el otorgamiento de planes de manejo y bonificaciones por parte del estado, ello hace que los agricultores opten en realizar plantaciones de especies exóticas de rápido crecimiento, como lo es el caso de especies del genero *Eucalyptus*, pensando en un mejor aprovechamiento en sus terrenos inundados para obtener mayores ingresos (Blanco y de la Balze V, 2004).

En Chile aun no existe una normativa que se aplique a la extracción del recurso y esto se debe principalmente al desconocimiento que se tiene de estos ecosistemas, por ende actualmente no hay organismos públicos que se preocupen por el manejo sustentable de las turberas de *Sphagnum magellanicum* (Salinas *et al.*, 2009)

2.2 Taxonomía.

Taxonómicamente este musgo está clasificado en la Clase *Bryopsida*, Subclase *Sphagnidae*, Orden es *Sphagnales* a la cual pertenece la Familia *Sphagnaceae* y cuyo único género corresponde a *Sphagnum*, con alrededor de 350 especies en el mundo (cosmopolita), es un grupo antiguo y especializado de musgos acrocárpicos que pueden llegar a tener un metro de alto, inmersos en turberas (Tapia, 2008).

En la figura 1 se muestra es crecimiento típico del musgo.



Figura 1. *Sphagnum magellanicum* Bridel.

Fuente: Autor

2.2.1 Características morfológicas, del musgo *Sphagnum magellanicum*.

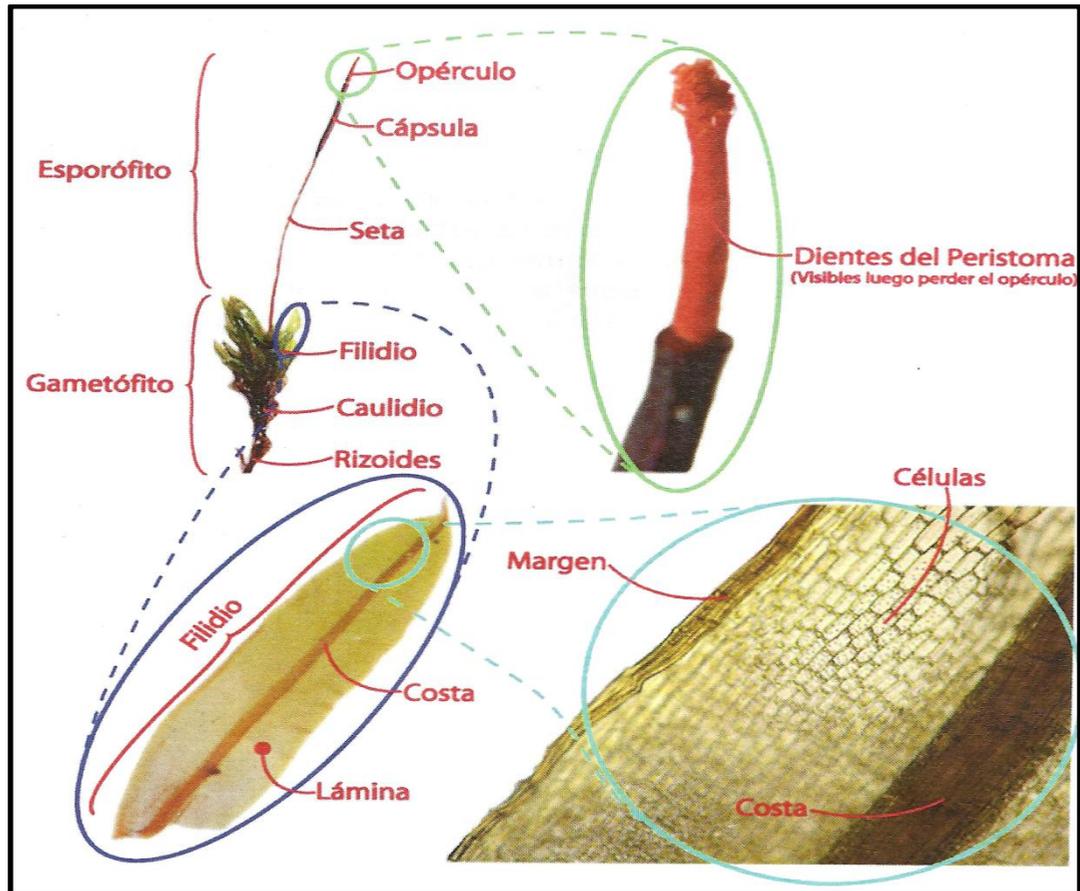


Figura 2. Estructuras reproductivas principales, del musgo *Sphagnum magellanicum* Bridel.

En la figura 2 se esquematiza la morfología de un musgo típico con sus dos fases (gametofito y seta esporofito), en la Fase esporofítica se encuentra la seta y cápsula, las cuales contienen las esporas; durante la apertura de la cápsula se pueden encontrar los dientes del peristoma y esta estructura ayuda a la liberación de las esporas que se dispersan constituyendo la unidad fundamental por el cual este tipo de musgo se propaga, mientras tanto en la otra fase

encontramos el Gametofito, donde podemos diferenciar el caulidio, que corresponde al eje central de la estructura y a los filidios que son análogos a hojas en plantas con flores (Díaz *et al.*, 2005).

Sphagnum magellanicum se caracteriza por tener un tallo principal o eje, el cual se conoce como caulidio, es el órgano de sostén de los briófitos, la inserción de los filidios es en forma de espiral y es el órgano fotosintetizador, carece de cutícula en comparación con plantas vasculares que si la poseen, para evitar la desecación; por esta particularidad los musgos se desarrollan en ambientes húmedos que es indispensable para su reproducción. El órgano principal de anclaje de esta estructura son los rizoides, el cual no es considerado como una raíz porque no cumple la función de absorber nutrientes, como ocurren en las plantas vasculares; son multicelulares con pared oblicuas o diagonales, la seta corresponde a una estructura que sostiene a la cápsula (Figura 2) y conecta al esporófito con el gametofito, la cápsula se ubica en el extremo del esporófito, en su interior está el esporangio, órgano donde ocurre la meiosis y se producen las esporas, en el ápice de la capsula se encuentra el opérculo, que corresponde a una estructura como tapa tipo disco, que cubre al peristoma y esta regula la apertura de la capsula como también la salida de las esporas, las condiciones ideales para la liberación de las esporas al exterior son, situaciones cálidas y soleadas, la capsula entra en un proceso de maduración, los tejidos internos se contraen ingresando aire, por ende se secan las paredes y se genera presión interna, abriéndose la capsula para su posterior liberación de las esporas (León *et al.*, 2011).

2.3 Distribución geográfica del musgo *Sphagnum magellanicum* Bridel en Chile.

La distribución geográfica de *Sphagnum magellanicum* (pon pon) en Chile cubre extensas áreas Regionales en la zona Sur, debido a las condiciones climáticas que estas plantas requieren para su desarrollo. Su presencia se ha descrito en la cordillera pelada, ubicada en la costa de la provincia de Valdivia, Isla de Chiloé y en el Seno Ultima Esperanza , su límite austral se encuentra en la Isla de Navarino, Seno Almirantazgo y Estrecho de Magallanes, en la Península Brunswick (Blanco y de la Balze, 2004).

En Chile, existen grandes depósitos de turbas, en las Regiones XI y XII, que alcanzan un gran desarrollo debido a que cumplen con las condiciones y características esenciales para un buen establecimiento (Blanco y de la Balze, 2004).

En Chile existen 16 especies del género *Sphagnum* (Villagrán y Barrera, 2002) de las cuales se han reportado y descrito 5 especies en la Isla de Chiloé, estas son: *S. acutifolium*, *S. cuspidatum*, *S. falcatulum* Besch., *S. fimbriatum* Wils y *S. magellanicum* Brid. (figura 3)



Sphagnum magellanicum Brid.



Sphagnum fimbriatum Wils.



Sphagnum falcatulum Besch



Sphagnum cuspidatum



Sphagnum acutifolium

Figura 3. Especies de musgos del género *Sphagnum* presentes en la Isla de Chiloé.

2.4 Ciclo de vida *Sphagnum magellanicum*.

Los musgos poseen múltiples características que los diferencian de otros grupos vegetales. Entre ellas está la de presentar alternancia generacional y que se manifiesta por la presencia de una fase denominada gametofítica, la cual genera los gametos y tiene un rol fotosintético y de acumulación de agua en *Sphagnum magellanicum*, debido a la presencia de células denominadas hidrocitos, con dotación de sus cromosomas haploides y otra fase esporofítica la cual por división reductiva genera esporas. Estas al germinar originan una estructura ramificada denominada protonema la que forma las yemas que darán origen a los gametangios masculinos y femeninos. El protonema tiene una forma talosa y en esta especie carece de rizoides, con un crecimiento ilimitado desde el ápice y a la vez su base muere para la formación de turba. Durante todo el proceso descrito del ciclo, es necesario un ambiente acuoso (Varnet, 2006).

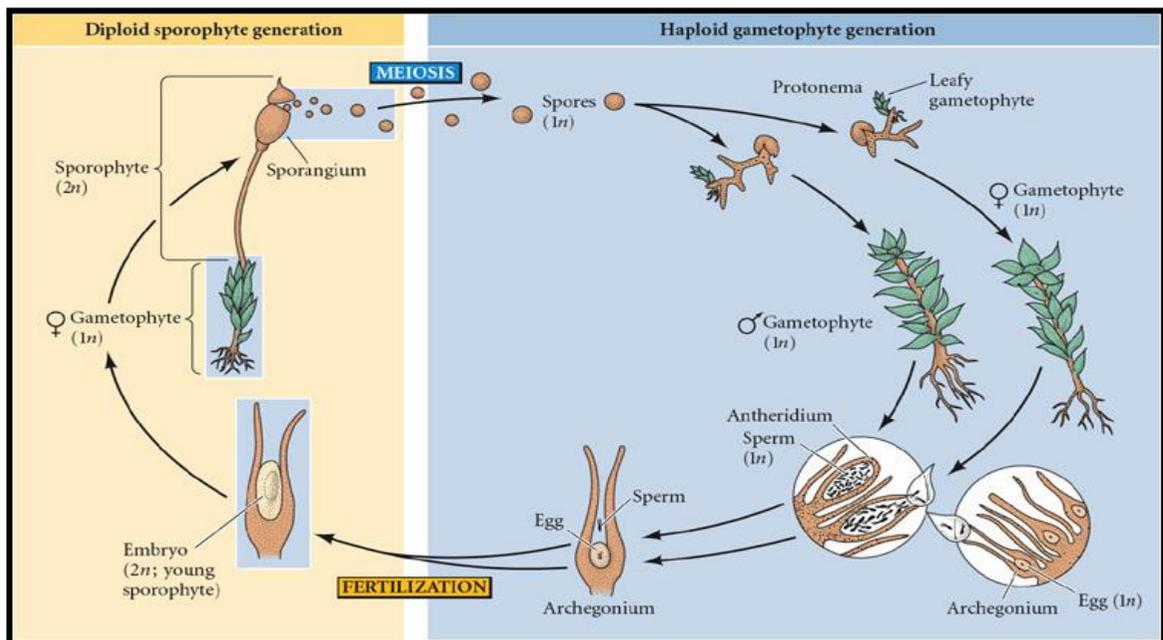


Figura 4. Ciclo biológico de *Sphagnum magellanicum* Bridel

Los arquegonios corresponden a los gametos femeninos, tienen forma de botella, con un cuello alargado y contienen el óvulo, que es fecundado para el desarrollo del cigoto (Izco, 2004). Este esporofito contiene y produce las esporas que dependen nutricionalmente del gametofito y su tiempo de vida es corto; esta estructura está formado por un filamento, que en su ápice presenta la cápsula donde se liberan las esporas, las que se dispersan y germinan formando los protonemas, los cuales finalmente originan a los nuevos gametofitos (Tapia, 2008).

Sphagnum magellanicum Bridel, se caracteriza por poseer dos tipos de células, las cuales son las responsables de la retención de agua. Algunas especies de estas se ha visto que puede llegar a retener hasta 20 veces su peso seco en agua, gracias a su combinación de células (Schofield, 1985), esta cualidad es significativa al ser comparado con el algodón, que solo llega a absorber 6 % de su peso seco (León *et al.*, 2011). Estas células son comúnmente llamadas hialinas, pueden absorber y contener rápidamente mucha agua a través de sus poros, pudiendo abarcar alrededor del 80% del volumen del musgo (Van Breemen, 1995).

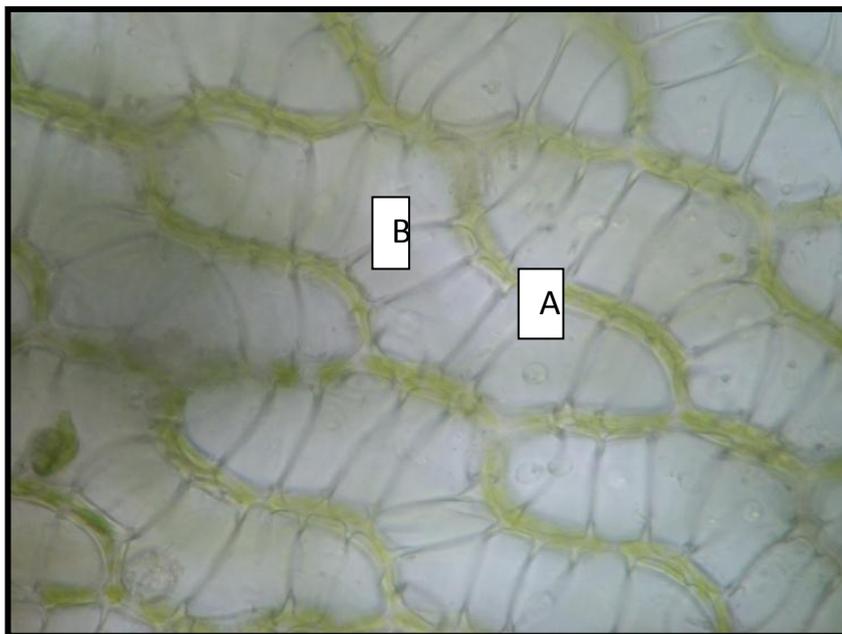


Figura 5 a. Presencia de células hialocistos (A) y clorocistos (B), en *Sphagnum magellanicum* (foto del autor)



Figura 5 b. Filidios de *Sphagnum magellanicum*, con presencia de células hialocistos y clorocistos (foto del autor)

2.5 Turbera de *Sphagnum magellanicum* Bridel.

Sphagnum es un género cosmopolita con alrededor de 350 especies. La forma física con la cual se puede apreciar en condiciones de campo, tiene las siguientes características: forma extensas áreas de céspedes planos o bien en forma de almohadillas (figura 6) de colores variables como verdes, amarillentos, parduzcos o rojizos (León *et al.*, 2011). El crecimiento empieza por la parte superior apical y al mismo tiempo la base que la compone se muere y acumula, transformándose en turba (Clymo, 1970).



Figura 6. Deposito superficial del musgo *Sphagnum magellanicum*, en forma de almohadillas.
(foto del autor)

Indiscutidamente todas las especies del grupo *Sphagnum* cuentan con la gran capacidad de almacenar agua en todo su cuerpo, esto es debido a sus células de gran tamaño que poseen, tanto en sus tallos como hojas (Blanco y de la Balze, 2004).

Las turberas aportan un tipo de habitat único, que conserva la flora y fauna autóctona; contienen un tercio del carbono del suelo mundial y el 10 por ciento del volumen de agua dulce del mundo (Muñoz-Pedreros *et al.*, 2000).

La especie *Sphagnum magellanicum*, cubre la turba tal como se puede apreciar en la Figura 7, constituyendo extensas áreas en forma de cojines laxos y de color rojizo, debido a la radiación solar, en donde este último no afecta su crecimiento y desarrollo (Robson *et al.*, 2003).

Las turberas son áreas en donde la turba se genera y acumula continuamente, su espesor es variable dependiendo de las zonas en donde se desarrolla, pero siempre se encuentra por sobre los 50 cm de profundidad (Blanco y de la Balze, 2004).



Figura 7. *Sphagnum magellanicum*, cubriendo la turbera (turbera dominante en Chiloé).

2.5.1 Factores que inciden en el crecimiento de *Sphagnum magellanicum*.

El factor que demanda más importancia, en cuanto a la sustentabilidad de este recurso, son las malas técnicas aplicadas al momento de la cosecha, lo cual se podría aminorar con un manejo, uso y protección apropiado de la especie (Pardo, 2002).

Otro factor que influye en el crecimiento, es el tipo de turba en el cual se desarrolla actualmente el musgo *Sphagnum magellanicum*, en donde una turba que nunca ha sido perturbada el desarrollo es muy lento, por otra parte en superficies secas y con la turba desnuda

el crecimiento es intermedio y por ultimo en sitios en donde se ha realizado extracción de turba el crecimiento es relativamente rápido, por ende se requiere un estudio más profundo y detallado de acuerdo a la altitud y clima que presenta cada localidad (Díaz *et al.*, 2006).

La disponibilidad de agua anualmente, son indispensables para el crecimiento de *Sphagnum magellanicum* (Grosvernier *et al.*, 1997), si bien toda la zona sur de Chile, suministra espontáneamente este recurso debido a las condiciones climáticas con altas precipitaciones, esta no sería una limitante por ahora, pero la ubicación topográfica de *Sphagnum magellanicum*, respecto al nivel freático sería un factor a considerar ya que existen tres microhábitats, las húmedas que corresponden a las más bajas (cerca del nivel freático), las intermedias que se concentran entre las húmedas y secas, finalmente las más altas llamadas cojines, que presentan menor disponibilidad de agua por estar más lejos del nivel freático, por lo tanto dentro del gradiente hidrológico hay diferentes especies de *Sphagnum* que crecen más cerca o más lejano del nivel freático, dependiendo de la anatomía que presenta. *Sphagnum magellanicum* se caracterizan por formar pequeños cojines perteneciendo a las especies de zonas húmedas intermedias, debido a esto presenta mayor tasa de crecimiento en comparación de aquellas especies que crecen en un microhábitat mas alto, sería esencial buscar sitios donantes donde se puedan remover todo el musgo que se encuentra en sitios alejados del nivel freático, generándole suministro de agua para los capítulos donde es el lugar de crecimiento y donde se realiza la mayor fotosíntesis (Tapia, 2008), en *Sphagnum* el nivel de agua es relativo, porque además de la importancia de los niveles freáticos, la humedad ambiental también influye en el proceso de estrés hídrico en los musgos (Sherriffs *et al.*, 2004).

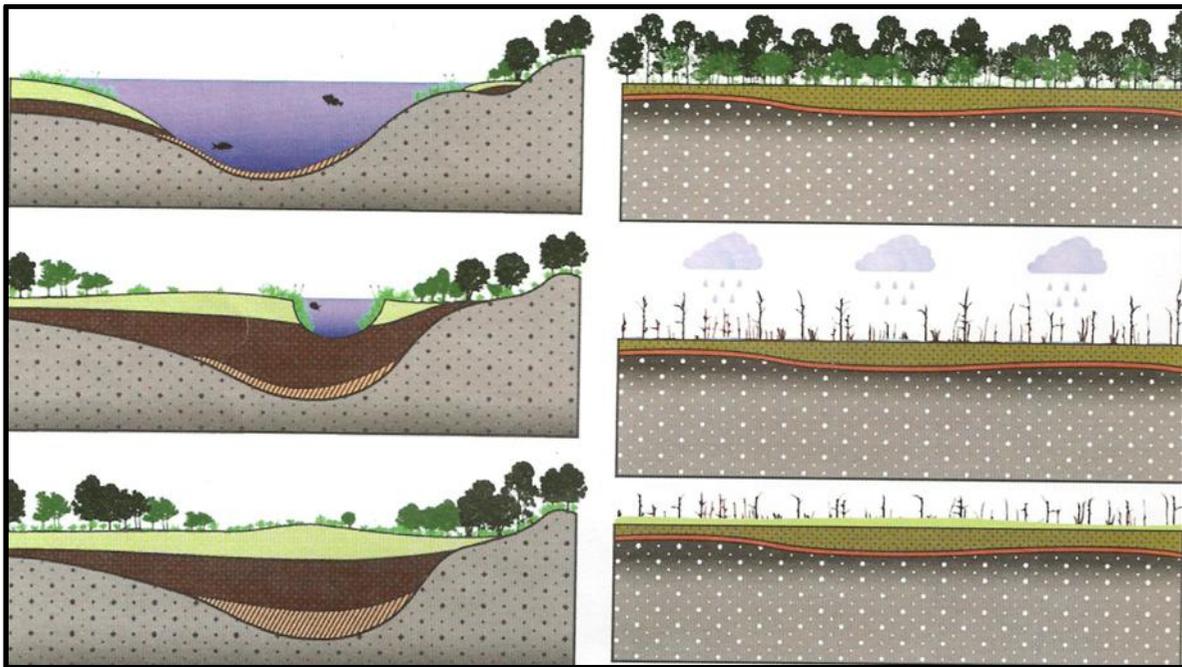
2.5.2 Origen de las turberas.

Las turberas tienen distintos orígenes, uno de los cuales se dio naturalmente durante el último periodo glacial, hace 18 a 20 mil años, grandes masas de agua cubrieron extensas áreas de terreno en toda la Decima Región, incluyendo la Isla Grande de Chiloé (Villagrán, 1988).

El descenso de los glaciares, debido al aumento de las temperaturas, originaron tipos de humedales, con características variables, las cuales se destacaron por la gran capacidad de acumular y almacenar grandes cantidades de carbono en forma de materia orgánica semi descompuesta y que recibe el nombre de turba (Salinas *et al.*, 2009).

El *Sphagnum magellanicum* en Nueva Zelandia, también fue formado por procesos antropogénicos, el inicio de la colonización de este musgo, fue debido a las actividades humanas, como quemar y la tala de bosques nativos y que dieron condiciones ideales para el desarrollo de las turberas, las cuales hoy en día, son las áreas de mayor extracción comercial (Whinam *et al.*, 1997)

En la región de Los Lagos, el principal tipo de suelo que origina las turberas, es de origen volcánico que consta de una capa de ripio (fluvioglacial) y posteriormente a ésta le cubre una capa impermeable de fierrillo (óxido de hierro, sílice y aluminio), debido a la fineza de las partículas les otorga una condición de saturación de aguas con drenaje limitado y finalmente se deposita una capa de materia orgánica, que tiene distintos estados de degradación anaeróbica, dada a las circunstancias de estas condiciones que se presentan durante todo el año, la turba coloniza se establece y finalmente forma el *Sphagnum* vivo, que también es llamado pon pon localmente (León *et al.*, 2011).



Turbera Origen Glaciar

Turbera Origen Antropogénica

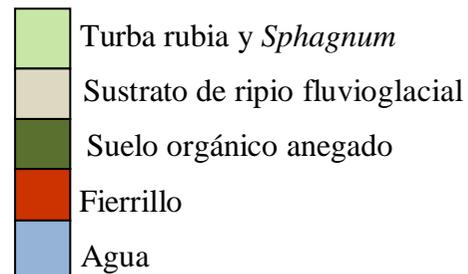
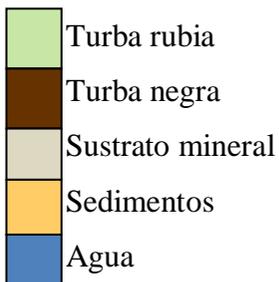


Figura 8. Esquema de los tipos de turberas originadas en el sur de Chile (León *et al.*, 2011).

Las turberas principalmente se originan en zonas de baja evaporación y climas húmedos, por ende las especies vegetales viven en condiciones de saturaciones, como baja disponibilidad de nutrientes y un contenido de oxígeno limitado, por último el agua presenta un PH ácido a levemente alcalino. Los aportes de nutrientes que tienen las turberas principalmente provienen de aguas lluvias y de polvo atmosférico (Blanco y de la Balze, 2004).

Una manera de poder diferenciar los orígenes de las turberas naturales y antropogénicas, es la composición florística que poseen, ya sean líquenes, briofitas y plantas vasculares; otra alternativa de diferenciación corresponde a la superficie de los niveles freáticos, ya que tanto las naturales, como las antropogénicas sin extracción, son menos superficiales en comparación con turberas antropogénicas con extracción del musgo vivo (Díaz *et al.*, 2008)

2.5.3 Uso de la Turba y de *Sphagnum magellanicum* (pon pon).

La turba tiene una amplia gama de uso ya sea individualmente o mezclada con otros materiales. Se emplea preferentemente en cultivos hortícolas y ornamentales en forma de sustrato, debido a sus propiedades naturales de porosidad, aireación y retención de agua y nutrientes, cabe señalar por otra parte, que la turba también se utiliza para formar parte de los horizontes orgánicos, de los terrenos enarenados, potenciando la calidad en suelos inutilizables (Cadahía-López *et al.*, 2008).

La turba es muy apetecida comercialmente, obteniendo gran demanda en el mercado nacional y extranjero, acondiciona suelos para distintos cultivos agrícolas y ornamentales, los cuales se pueden destacar su uso como sustrato en la producción de champiñones, por otra parte sus condiciones de poder absorber y filtrar partículas la hacen imprescindible en el tratamiento de aguas residuales, en la industria se procesa dejándolo totalmente comprimido y así adquiere propiedades de aislamiento térmico y acústico (Salinas *et al.*, 2009).

La turba se destaca por poseer múltiples atributos esenciales para la utilización en la agricultura, de las cuales la mas apetecida, es el uso como materia prima para la elaboración de sustratos para cultivos, plantación de semilleros, enmienda orgánica y biofiltros, debido a estos aportes en el rubro agrícola, su importancia en las exportaciones es fundamental, ya que sus destinos de mercado o demanda abarca una gran cantidad de Países como Israel, Japón, Holanda y Estados Unidos (Domínguez *et al.*, 2011).

Cada vez se incrementa su importancia en el uso agrícola, como fertilizante orgánico y humus condicionado, con propiedades ideales para un buen desarrollo de las plantas que se propagan con este medio, como por ejemplo retienen gran cantidad de agua y volumen de aire, también contienen nutrientes que son fácilmente obtenidos y aprovechados por las plantas, por ultimo un uso en el área de balneología, terapias y propiedades medicinales (Blanco y de la Balze, 2004).

Otra alternativa interesante de uso destacado, es la incorporación de este musgo para la elaboración de alimentos de consumo humano, debido a que presenta índices de fibra dietaría superiores a restos de subproductos de cereales y leguminosas, tales como salvado de trigo arroz y lupino (Villarroel *et al.*, 2002).

2.6 Expectativas de comercialización y nuevos usos del producto.

Existe una amplia gama de usos de estos productos, tanto de la turba como del *Sphagnum* vivo, y cada vez va en aumento su demanda y utilización (León *et al.*, 2011), incluso por el índice de fibra que posee se ha incorporado a productos alimenticios (Villarroel *et al.*, 2003).

El conocimiento y búsqueda de nuevos usos de este recurso, mas la asociación de técnicas modernas en la cadena de explotación, generarán un incremento en el interés por la extracción de *Sphagnum magellanicum*, en el proceso de exportación solo existen normas comerciales y sanitarias, no se hace referencias que impliquen certificación al momento de la extracción e impacto ambiental que estas conllevan (Blanco y de la Balze, 2004).

Las demandas internacionales va en aumento y a la vez ofrece una oportunidad de negocio para los pequeños productores, sin embargo, presentan una desventaja con el sustento de dicho recurso, cuando es sobreexplotado de forma indiscriminada, principalmente en la Región de Los Lagos (Salinas *et al.*, 2009).

2.6.1 Extracción y comercialización de *Sphagnum magellanicum*.

Al momento de formular un método de extracción de este recurso natural es fundamental tener en cuenta la serie de consecuencias negativas que pueden causar, si se emplean malas prácticas de cosecha y una sobreexplotación, lo cual genera un agotamiento del recurso y la regeneración será muy lenta o bien se perderá el producto en esa área, (León *et al.*, 2011) cabe destacar que la mayor zona productora y exportadores de *Sphagnum magellanicum* vivo, se

concentra en la Región de los lagos, específicamente Llanquihue y la Isla grande de Chiloé (Salinas *et al.*, 2009).

Al momento de la cosecha hay que tener presente que la turba está expuesta a ser contaminada con especies exóticas invasoras que pueden alterar la calidad del producto y por ende su comercialización como sustrato. Por lo anterior, se deben considerar estrategias de manejo que contribuyan al control de las especies invasoras durante la actividad de extracción (Domínguez *et al.*, 2011).

En la Región de Magallanes el proceso de extracción se lleva a cabo inicialmente con un drenaje completamente del área a explotar, posteriormente se retira la capa viva superior, en donde se pueden encontrar especies como: briofitas, hepáticas, líquenes, hongos y plantas vasculares como también insectos y nematodos, el motivo por el cual se realiza este manejo es principalmente por la inocuidad del producto, ya que se pueden ver contaminadas con estructuras reproductivas de plantas que no pertenecen al sustrato turba, por ende se evita realizar controles fitosanitarios, manteniendo una buena calidad al momento de ser evaluada y certificada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para su posterior exportación (Domínguez *et al.*, 2011).

El musgo cosechado puede estar acompañado por restos de vegetales, hierbas, gramíneas o fragmentos leñosos, los cuales deben ser separados para no influir en la calidad. Los recolectores se dedican a extraer el musgo de forma manual desde los ponponales, a la vez este trabajo le aporta un ingreso económico familiar. En la cadena de comercialización de cualquier recurso natural que es explotado, participan tres actores principales, que corresponden a:

- Recolectores y propietarios productores de *Sphagnum magellanicum*
- Intermediarios o compradores que almacenan o acopian el producto
- Consumidor final, empresas que la procesan o que se dedican principalmente a su exportación



Figura 9. Área de turbera, en la cual se muestra la extracción del recurso. (foto del autor)

2.6.2 Secado y Limpieza de *Sphagnum magellanicum*.

El musgo es secado de manera natural exponiendo el material al aire libre, con la ayuda de tendales de mallas en forma lineal (Figura 10 y 11), para un óptimo secado el musgo es removido y es dado vuelta a diario. El tiempo de secado es dependiente de las condiciones climáticas que se encuentren en la zona; En la estación de verano dura 4 días aproximadamente y en invierno unos 15 días, por esto mismo los precios pagados por kilo varían debido a lo difícil de producir un kilo seco de musgo en invierno.



Figura10. Tendal Lineal (foto del autor)



Figura 11. Mallas filtrante de aire, para el secado (foto del autor)

En el proceso de limpieza se retira todo el material contaminante y aquel que no pertenezca a las fibras del musgo, con el único objetivo de obtener un producto limpio y de calidad (Figura 12). El musgo seco y limpio es colocado en sacos de aproximadamente 47 kilos de peso, y es transportado en camiones a empresas que lo procesan y envasan para su comercialización nacional y exportación directa (Figura13).



Figura 12. Proceso de limpieza y secado del musgo, en tendales. (foto del autor)



Figura 13. Envasado del musgo *Sphagnum magellanicum*, previamente secado

El embalaje posterior es realizado en galpones con el equipamiento necesario para el acopio de este producto (Figura 14)



Figura 14. Galpones de proceso, para *Sphagnum magellanicum* Bridel. (foto del autor)

El embalaje del musgo se realiza una vez que está seco, limpio y clasificado, este pasa al proceso de prensado en una maquina hidráulica especializada, que forma los bloques para su posterior sellado y etiquetado (Figura 15).

Los bloques prensados, constan de distintos pesos y dimensiones esto depende de las exigencias de mercado, los cuales fluctúan entre 3 a 5 kilos (Figura 16).



Figura15. Prensa metálica, de acción manual para fabricar bloques de musgo, correspondiente a formatos de 5 Kg (foto del autor)



Figura 16. Embalaje y Almacenado de *Sphagnum magellanicum* (foto del autor)



Figura 17. Transporte de los bloques a exportar

Todo el proceso desde la recolección o productores, pasa por intermediarios o bien a empresas exportadoras directas que ofertan el recurso, para llegar al mercado externo.

Un punto importante es la oferta de un musgo de buena calidad, con un largo de fibra óptimo, lo que implica considerar una buena y cuidadosa limpieza que permita mantener los estándares de calidad del producto, para su comercialización en el mercado externo.

2.7 Impacto de la extracción de turba e importancia global.

La extracción de este producto natural causa gran daño en los ecosistemas, dada a la explotación indiscriminada que existe actualmente, la alteración e intervención de áreas superficiales origina múltiples perjuicios en la persistencia en el tiempo de las turberas, estas aportan importantes servicios ecosistémicos entregando beneficios a la humanidad y al planeta.

El desarrollo de la explotación y a la vez destrucción de estos humedales, se deben primordialmente a tres aspectos, en donde los cuales cabe señalar, un aumento en el mercado de este recurso, nuevos países que se incorporaron a la demanda, adaptándolos a diversos usos, lo cual abre nuevas ventanas de exportaciones y por último los campesinos que optan por destruir estos ecosistemas en busca de nuevos usos de estos terrenos que para ellos son inútiles actualmente, el cambio sería adaptar estos terrenos para el uso agrícola y ganadero (Blanco y de la Balze, 2004).

La importancia de los aportes ecosistémicos se refleja, en la conservación de la biodiversidad, de distintas especies de seres vivos que pertenecen a la flora y fauna de este ecosistema, estos son dependientes de estos humedales para su existencia, las turberas son grandes captadores y almacenadores de carbono, aportando 1/3 de las reservas de este en el mundo, por poseer condiciones de retener agua ayuda a regular el ciclo hidrológico, estos ecosistema se abastecen de las aguas caídas por precipitaciones, las cuales posteriormente son drenadas por un sistemas de drenaje natural los cause de ríos y lagos, aporta en la calidad del agua, actuando como filtro natural, reteniendo partículas sedimentarias y metales pesados (León *et al.*, 2011).

El proceso de establecimiento y formación de este recurso natural, se inicio hace miles de años y actualmente se encuentra de la forma que se puede apreciar en la Figura 21, por ende la explotación de las turberas debe ser controlada y rigurosa, disminuyendo el impacto ambiental que influye directamente en la biodiversidad existente en estos tipos de humedales (Domínguez *et al.*, 2011).



Figura 18. Turbera de *Sphagnum*, ubicada en la localidad de Quellón-Chiloé (foto del autor).

Los turbales a nivel mundial, han adquirido mucha importancia tanto económico como ecológico, estas representan el 50 % de todos los humedales existentes en el mundo, por lo cual constituyen inmensos reservorios de aguas dulces y contribuyen a su calidad como también resguardan la integridad de los ciclos hidrológicos, podemos encontrar estos ecosistemas en los cinco continentes, en donde su predominancia satisfactoria se da en condiciones de bajas temperaturas y altas precipitaciones, con un promedio de 2000 mm anuales (Díaz *et al.*, 2008).

2.7.1 Consecuencias de la extracción de turba en el crecimiento de *Sphagnum magellanicum*.

Las plantas exóticas invasoras de turberas es una problemática a considerar en todos los ecosistemas naturales, ya que su presencia causa la pérdida de biodiversidad, recientemente se encontraron un total de 7 plantas exóticas y catalogadas como invasoras en áreas de *Sphagnum magellanicum*, se destaca *Hieracium pilosella* sp. La invasión biológica de esta maleza es considerada como la más peligrosa en ecosistemas húmedos (Domínguez *et al.*, 2011).



Figura 19. Plantas de *Hieracium pilosella* L. en turberas al descubierto.

La colonización que logra esta especie en terrenos o áreas de *Sphagnum*, se debe principalmente a turbales que han sido explotados intensivamente y posteriormente abandonados por años, sin la consideración de un manejo adecuado (Domínguez *et al.*, 2011).

En la región de Magallanes, se encuentran varias especies presentes del género *Hieracium*, el que pertenece a la familias *Asteraceae*. Esta planta consta con una morfología estolonifera en forma de roseta, teniendo la capacidad de excluir cualquier otro tipo de vegetación, siendo considerada como una amenaza para la conservación de las especies nativas, como es el caso del *Sphagnum magellanicum* (Salinas, 2002).

2.7.2 Consecuencia ecológica de la extracción del musgo.

Los ecosistemas han sufrido una importante degradación y desgaste dada a la extracción del musgo vivo y simultáneamente la explotación de la turba, afectando directamente los servicios ecosistemicos que proporcionan y la pérdida de la actividad económica que sustenta a pequeños agricultores del sur de Chile (Figura 20). Muchos beneficios ecológicos lleva a cabo este recurso, por tal motivo es muy importante mantener y valorizar su existencia. En las áreas donde existe un limitado suministro de aguas dulce, es indispensable la presencia de este musgo, actúa como un gran banco de reservorio de agua, específicamente en la isla de Chiloé donde la única fuente de agua proviene de las precipitaciones (León *et al.*, 2011).

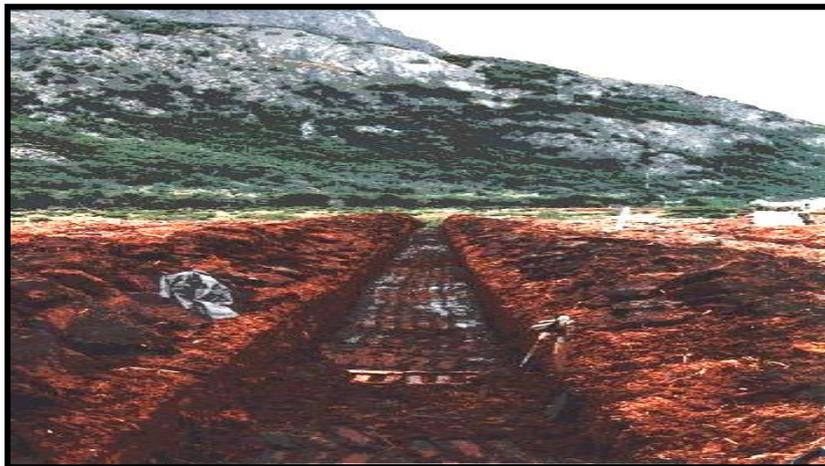


Figura 20. Extracción de turba.

2.8 Producción, exportación e importancia económica.

En las regiones de Aysén, Magallanes y Tierra del Fuego se encuentran las mayores extensiones de *Sphagnum magellanicum* Bridel, donde hoy en día el destino de las exportaciones de este recurso se realizan a los principales países como:

Taiwán, Estados Unidos, Japón, Corea del sur, China y Holanda (Salinas *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Exportación del musgo seco (kg) desde el año 2005 hasta mayo del año 2012.

Año	Monto Exportado FOB\$US	Kg Netos	\$ /Kg
2005	5.901,0	2.148.100	2.74
2006	6.615,3	2.348.000	2.81
2007	8.377,4	2.721.000	3.07
2008	8.900,3	2.809.200	3.16
2009	8.203,3	2.636.800	3.11
2010	13.976,7	4.567.800	3.05
2011	14.207,6	4.509.800	3.15
Mayo 2012	6.513,4	2.005.800	3.24

Fuente: ODEPA con información del Servicio Nacional de Aduanas.

Variación de precios musgo exportado desde 2005, hasta Mayo del año 2012

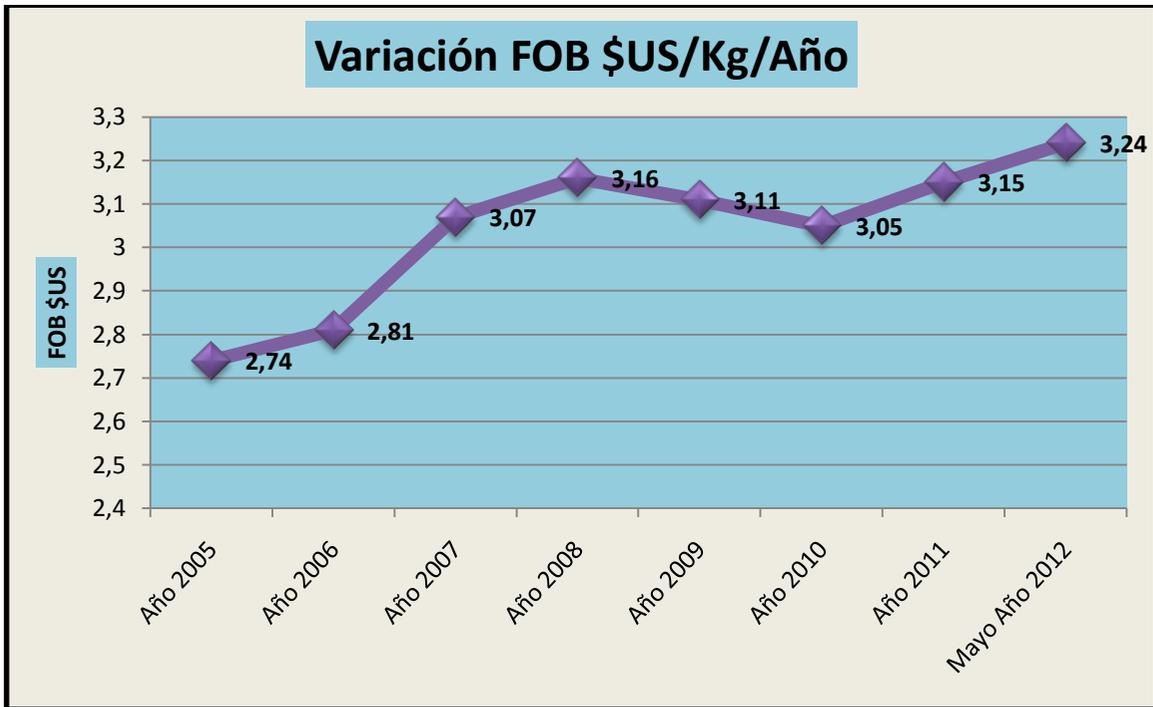


Figura 21. Variación de precios musgo exportado desde 2005 hasta mayo de 2012.

Fuente: ODEPA con información del Servicio Nacional de Aduanas.

Chile se ha posicionado en el mercado a comienzos de la década 2000, por ende afecto las exportaciones y precios de Nueva Zelanda, llevando a muchos productores de ese país a dedicarse a otras actividades agrícolas que sean mucho más rentables, en cuanto a los valores pagados a productores de nuestro país, su variación no ha fluctuado considerablemente, pero en periodos de invierno tiende a variar aumentando su valor debido a las condiciones climáticas en la zona, que principalmente complica el secado del musgo (Salinas *et al.*, 2009).

Variación de Kg de musgo seco, exportado por año

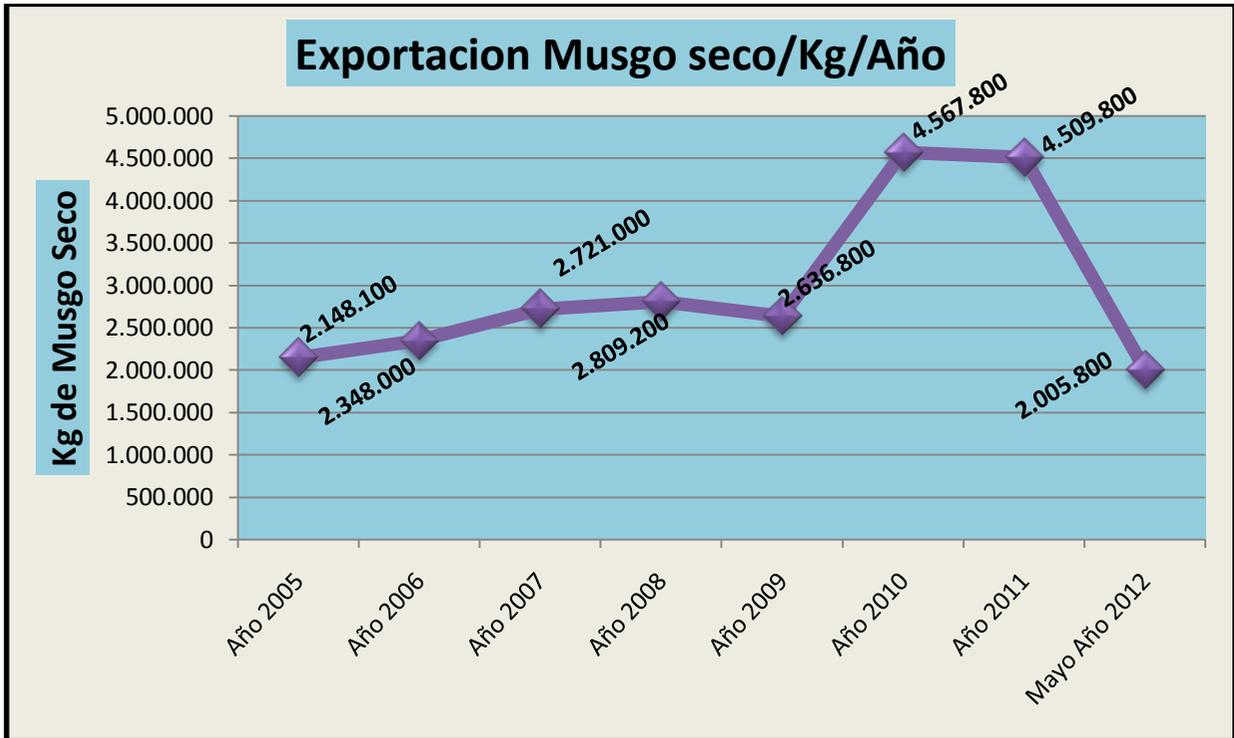


Figura 22. Monto exportado por todas las empresas chilenas, del producto 1404902000 Musgos secos, distintos de los utilizados para ramos o adornos y de los medicinales

Fuente: ODEPA, con información del Servicio Nacional de Aduanas.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó, en el laboratorio de Biología Vegetal de la Universidad de La Frontera, Temuco, durante el período comprendido entre marzo 2011 y mayo 2012.

3.1 Obtención del material vegetal.

La Extracción del musgo *Sphagnum magellanicum* Brid se realizó el 22 de abril del año 2011, desde un área de 6 ha naturales, sector Chadmo km 18, comuna de Quellón-Chiloé, Décima Región de Los Lagos. Altitud 42°58'07.30"S Longitud 73°39'56.42"O

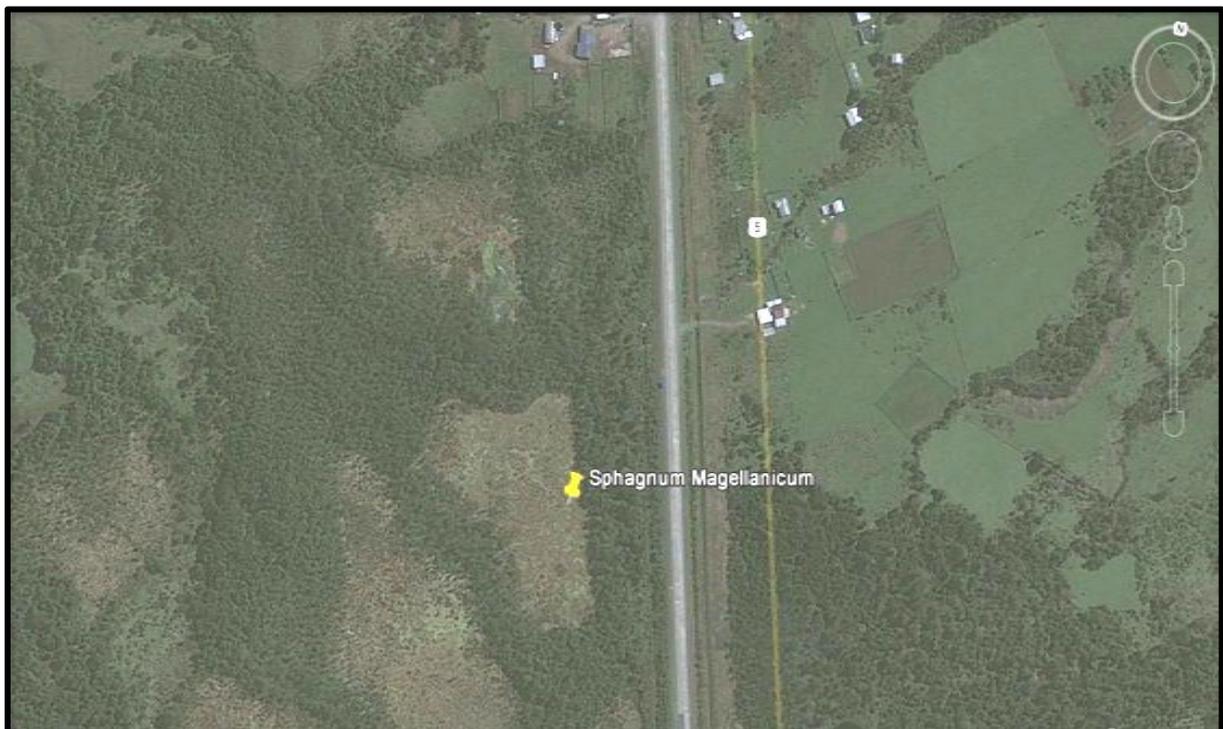


Figura 23. Área de extracción de *Sphagnum magellanicum* Bridel. (Localidad de Quellón-Chiloé, X Región)

3.2 Materiales utilizados en el ensayo

Los materiales utilizados en esta tesis fueron las siguientes:

1. Doce Contenedores de vidrio (Cubetas) de 247 cm²
2. Cuatro Bombas de inyección de aire
3. Doce difusores de aire
4. Mangueras de polietileno
5. Luxómetro
6. Gravilla
7. Balanza electrónica
8. Lupa
9. Fertilizante foliar (Plantfood)

Nitrógeno Total N 14.0 %, Nitrógeno nítrico N 8.0 %, Nitrógeno amoniacal N 3,5 %, Nitrógeno ureic N 2.5 %, Pentóxido de Fósforo P₂O₅ soluble en citrato de amonio neutro y agua 10.0 % (P 4.4%), Pentóxido de Fósforo P₂O₅ soluble en agua 10.0 % (P 4.4 %), Óxido de potasio (K₂O) soluble en agua 27.0 % (K 22.4 %), Otros elementos secundarios Mg, Fe, S, Ca, Mn, Cu, Zn, B, Mo

10. Asperjador manual
11. Marco de madera
12. Tubo fluorescente
13. Agua de grifo
14. Lupa estereoscópica
15. Microscopio óptico

3.3 Métodos

3.3.1 Diseño experimental. El ensayo se efectuó en condiciones de laboratorio, en donde se procedió a estandarizar los pesos de las muestras con una balanza electrónica digital, de tal manera que todas tuvieran un peso igual a 25 gramos de peso fresco de musgo, el cual se incorporo en contenedores de vidrio con sustrato de gravilla y 600 cc de agua (los cuales no sobrepasaron el volumen del musgo).

Se realizaron 4 tratamientos de fertilización y 2 de iluminación, los cuales fueron evaluados en un período de 5 meses. En este lapso de tiempo se obtuvieron datos del ensayo a los 75 y 150 días.

Para la evaluación del crecimiento de la biomasa del musgo se utilizó el criterio de las diferencias de peso seco constante (peso inicial-peso final), para lo cual se requirió la utilización de una pesa electrónica.



Figura 24 . Vista general de los tratamientos, a los que fue sometido *Sphagnum magellanicum*, con luz artificial y luz natural.

Las variables que se ocuparon en el ensayo fueron las siguientes:

- Adición de distintas dosis de fertilizante foliar el medio de sustrato, considerando pre-ensayos realizados anteriormente (Varnet 2006).
- Aplicación de Luz artificial constante en un bloque y luz natural en el otro bloque.

Los factores mencionados anteriormente ya se sabía que eran relevante en la masificación y crecimiento del musgo, pero no obstante a esto se estaba buscando cuál de estos factores obtenían la mayor producción de la biomasa en *Sphagnum magellanicum*.

3.3.2 Descripción de los Tratamientos.

En este trabajo se consideraron los resultados obtenidos por Varnet el año 2006, para la masificación de la fase gametofítica de *Sphagnum magellanicum*. de tal manera que sobre los resultados obtenidos en esa instancia serán comparados con este trabajo, en donde los factores a considerar son, la incorporación de luz artificial y aumento de 4 dosis de fertilizante foliar.

En el ensayo se implementaron cuatro tratamientos de fertilización, cada uno de ellos con tres repeticiones lo que consideraron la incidencia de luz artificial y luz natural (Fig. 25 y 26), como también se utilizaron distintas dosificaciones de fertilizante para cada tratamiento.

Cada tratamiento de los distintos bloques consto de tres repeticiones y cada una de estas contenía dos porciones de 25 gr de *Sphagnum magellanicum*, 600 cc agua de grifo por tratamiento, sustrato de gravilla, fertilizante foliar en cuatro dosis diferente de 3, 4, 5, 6 gr respectivamente para cada tratamiento, cada bloque con sus tratamientos fueron etiquetados para su identificación (Figura 25).



Figura 25. Bomba inyectora de aire y tratamientos con sus respectivos etiquetados de identificación.



Figura 26. Vista general de los dos bloques por separado, tanto luz artificial como natural.



Figura 27. vista del tratamiento con luz artificial.



Figura 28. Vista normal del tratamiento con luz natural.

Una vez montado el ensayo con todas sus condiciones descritas, se procedió a la observación de las posibles reacciones negativas que podrían tener en caso de cualquier factor que lo alterara como luz, agua, higiene y suministro de oxígeno, etc.

La descripción de los tratamientos fertilizante y luz es la siguiente:

Control. (C)

3 gr fertilizante foliar diluido en 100 cc de agua

Agua de grifo

Sustrato grava

31.5 l/hr aire

Luz artificial directa (°)

Luz natural (°°)

Sphagnum magellanicum 25 gr

Tratamiento 2

5 g fertilizante foliar diluido en 100 cc de agua

Agua grifo

Sustrato grava

31.5 l/hr aire

Luz artificial directa (°)

Luz natural (°°)

Sphagnum magellanicum 25 gr

Tratamiento 1

4 g fertilizante foliar diluido en 100 cc de agua

Agua grifo

Sustrato grava

31.5 l/hr aire

Luz artificial directa (°)

Luz natural (°°)

Sphagnum magellanicum 25 g

Tratamiento 3

6 g fertilizante foliar diluido en 100 cc de agua

Agua grifo

Sustrato grava

31.5 l/hr aire

Luz artificial directa (°)

Luz natural (°°)

Sphagnum magellanicum 25 g

Estos tratamientos, sus repeticiones se separaron en dos bloques, uno con luz natural y otro con luz artificial directa.

La disposición física de los tratamientos fue la que se indica a continuación:

LUZ ARTIFICIAL (B1)						LUZ NATURAL (B2)					
T1	T1	T1	T3	T3	T3	T1	T1	T1	T3	T3	T3
a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
T2	T2	T2	C1	C2	C3	T2	T2	T2	C1	C1	C1
a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c

Figura 29. Bloques de luz artificial y natural, donde fue sometido el material de *Sphagnum magellanicum*. **C:** Control **T:** tratamiento **B:** Bloque **a,b,c:** Repeticiones

3.3.3 Proceso realizado para la evaluación del crecimiento en *Sphagnum magellanicum*.

En primera instancia se procedió a tomar 5 porciones de musgo, cada uno de ellas con un peso de 25 g respectivamente, posteriormente se eligieron 2 muestras de estas y se incorporaron a las cubetas, a las tres restantes se le determinó el peso seco constante inicial (PSi) y peso húmedo inicial (PHi).

El ensayo se realizó en un periodo de cinco meses, en donde se procedió a tomar datos en dos ocasiones, la primera a 75 días y la última a los 150 días. En la primera toma de datos, (75 días) se tomó una porción de musgo, a cada una de las cubetas, correspondientes tanto del bloque con luz natural como artificial y se obtuvieron los promedios del peso húmedo (PH1) y una vez secos, se tomó el peso seco uno (PS1).

La última toma de datos fue a los 150 días y constó con el mismo procedimiento que se realizó a los 75 días, se pesaron las porciones de musgo restantes que contenían las cubetas, determinando peso húmedo final (PHf) y peso seco final (PSf), el secado del musgo se efectuó de forma natural, a una temperatura promedio de 22°C.



Figura 30. Secado natural del musgo.

3.3.4 El secado. Los musgos por poseer un alto contenido hídrico, fueron secados en bolsas de papel. Su manipulación durante este proceso fue cuidadosa evitando prensarlo para impedir se deterioro.



Figura 31. Pesa electrónica para la toma de datos.

La productividad del musgo *Sphagnum magellanicum* se cuantifico en base a las siguientes expresiones:

$$\text{Prod. S} = \text{PSf} - \text{PSi}$$

$$\text{Prod. H} = \text{PHf} - \text{PHi}$$

Para determinar el crecimiento entre mediciones, se aplico la siguiente fórmula.

$$\text{Crec.1 S} = \text{PS1} - \text{PSi}$$

$$\text{Crec.1 H} = \text{PH1} - \text{PHi}$$

$$\text{Crec.2 S} = \text{PSf} - \text{PS1}$$

$$\text{Crec.2 H} = \text{PHf} - \text{PH1}$$

Después de los cinco meses que contemplo este ensayo, se procedió a su análisis, para identificar , discutir y concluir si existen diferencias significativas en el desarrollo del musgo, mediante los factores aplicados.

3.3.5 Análisis estadístico.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con estructura factorial, de 4 tratamientos de fertilización y 2 de iluminación con 3 repeticiones cada uno. La unidad experimental (repetición) correspondió a una cámara de vidrio, con sustrato y con una cantidad inicial de musgo de 25 g de peso fresco. Se realizó un análisis de varianza de dos vías y una prueba de comparación múltiple de Tukey entre los tratamientos, con el propósito de determinar cuál de ellos tuvo mayor incidencia, que permitió generar una mejor producción en peso seco del musgo *Sphagnum magellanicum*.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Crecimiento de la microalga *Protococcus*.

Durante el desarrollo del ensayo, llamó la atención que en aquellos tratamientos expuestos a la luz artificial, especialmente en el tratamiento 4 (Anexo 6), se observó la presencia de una microalga la cual corresponde al género *Protococcus*. No obstante lo anterior el crecimiento del musgo *Sphagnum* fué importante. *Protococcus* (a veces llamado *Pleuróoccus*) es un género de alga verde unicelular y globular que puede presentar filamentos cortos y con pocas células; esta alga presenta una solida pared celular y se le encuentra frecuentemente en lugares húmedos (Needham y Needham 1978).

Para la identificación de esta alga, se realizaron observaciones con la utilización de microscopio óptico y lupa estereoscópica, para luego ser comparados con la descripción realizada por Needham y Needham (1978)

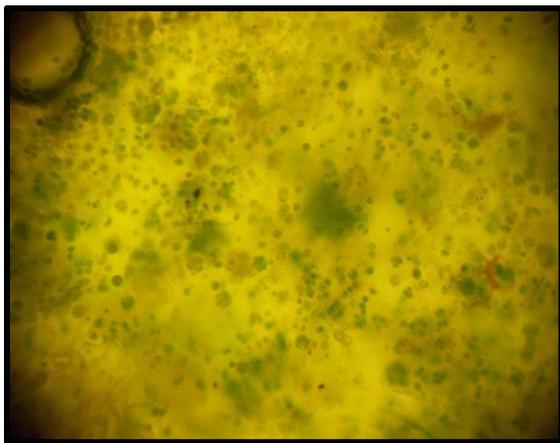


Figura 32. Alga “*Protococcus sp*”
Microscopio óptico (10x/0.25)



Figura 33. *Sphagnum magellanicum*
afectado por alga verde “*Protococcus sp*”.

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a datos obtenidos durante los cinco meses una vez realizado el ensayo, en ellos se debe considerar las evaluaciones en el tiempo cero, luego a los 75 días y finalmente a los 150 días.

Para la evaluación del ensayo se utilizó un diseño estadístico de dos factores con interacción, que busca constatar que la incorporación de luz artificial en conjunto con la aplicación de las dosis de fertilizante foliar, inducen a un rendimiento sustancial o efecto sinérgico en la producción de *Sphagnum magellanicum* Bridel. Sin embargo se comprobó, a través del análisis estadístico (Anexo 2), que ambos factores, actúan en forma conjunta, desarrollando el aumento de la biomasa expresado en gramos de peso seco.

Las diferentes dosis de fertilizante foliar y la incorporación de luz artificial, son estadísticamente significativas al actuar estas de manera conjunta, lo anterior se corrobora al analizar la Figura 34, que muestra la interacción entre dosis de fertilizante foliar e incorporación de luz artificial a través del tiempo.

Las curvas en el gráfico aumenta en cada uno de los tratamiento de forma simultánea a la dosificación de fertilizante, en las Figuras 34 y 35 se observan una mayor productividad relacionada con la dosificación de fertilizante. Es por ello que la adición de las variables luz y fertilizante de manera conjunta hacen de que los resultados sean estadísticamente significativos al ser comparados con los tratamientos que pertenecen al bloque con luz natural (Figura 34 y 35).

LUZ ARTIFICIAL

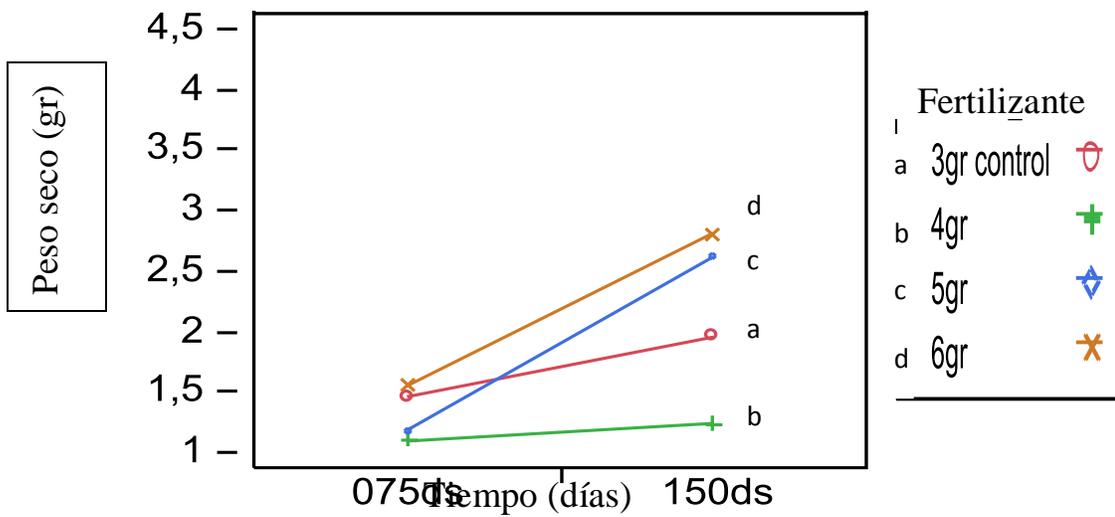


Figura 34. Gráfico de productividad de musgo seco (prs) incluyendo la totalidad de los tratamientos y el control, que describe la incorporación de luz artificial en conjunto con las diferentes dosis de fertilizante foliar.

LUZ NATURAL

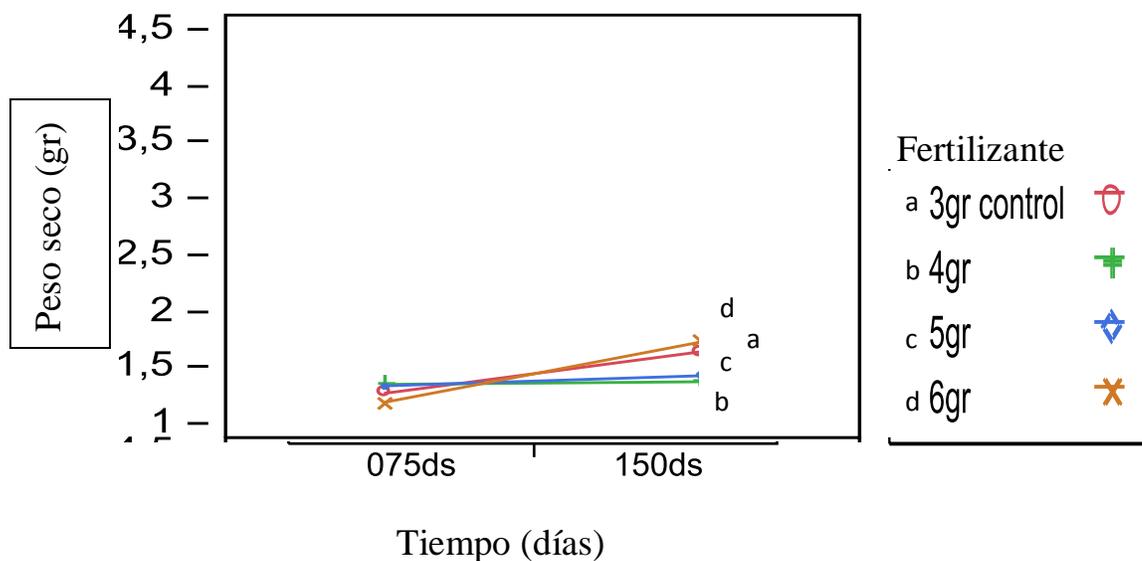


Figura 35. Gráfico de productividad de musgo seco (prs) incluyendo la totalidad de los tratamientos y el control, que describe la incorporación de distintas dosis de fertilizante foliar y ausencia de luz artificial.

En la prueba de comparación múltiple (Figura 34), correspondiente al bloque con luz artificial, se observa que existen diferencias significativas entre el tratamiento tres, con respecto a los tratamientos uno, dos y el control, por ende se puede concluir, que en términos productivos que este tratamiento resulta con un mayor crecimiento de la biomasa expresada en gramos de peso seco del musgo (Cuadro 2). Durante los cinco meses de duración del ensayo, la productividad del musgo *Sphagnum magellanicum* en el tratamiento tres, aumentó en un 82 % y el control lo hizo con un valor de 29 %. Estos datos se obtuvieron utilizando la siguiente fórmula:

$$P \% = ((P_f - P_i) / P_i)$$

En donde: P % = porcentaje de productividad.

P i = peso seco constante inicial.

P f = peso seco constante final.

En el tratamiento tres, el cual contempla luz artificial y 6 gr de fertilizante foliar, presenta 29 % más que las producciones de biomasa obtenidas por Varnet (2006), esto se puede atribuir a la incorporación de luz artificial y el aumento de las dosis de fertilizante.

El tratamiento control obtuvo un menor rendimiento comparado con los resultados del experimento realizado por Varnet, con un 11 % de menor productividad, sin embargo este resultado no es estadísticamente significativa como lo es el anteriormente analizado.

Otro resultado de interés, es que se obtuvo un valor de 16 veces mayor que su peso seco en el transcurso de 150 días, este dato se adquirió dividiendo el promedio de peso húmedo del musgo por el peso seco constante, en donde demuestra claramente la capacidad de retener grandes cantidades de agua dentro de sus células, algunas miembros que pertenecen a este género, pueden llegar a retener más de 20 veces su peso seco en agua, esta característica hace del musgo el tener una gran importancia comercial, además se debe considerar su porosidad y aireación, factores importantes para diversos usos hortícolas en el caso de propagación de plantas. Este musgo puede abarcar alrededor del 80% en agua del volumen del musgo, por ende las plantas principalmente en viveros, la absorben y la aprovechan sin ningún inconveniente, estos datos constatan a los antecedentes bibliográficos citados por (Van Breemen, 1995), la capacidad de retención de agua se debe principalmente, a las células especializadas como son los clorocistos e hialocistos (Figura 5a y 5b) que no existen en los otros grupos de musgos, entrega agua al medio de manera gradual, otorgándole un sustrato óptimo a las especies vegetales (León *et al.*, 2011)

Durante el transcurso del ensayo, se constató la ausencia de impurezas o malezas no pertenecientes al musgo *Sphagnum magellanicum*, que normalmente en su desarrollo natural interactúa rodeado de malezas como juncos, helechos y chauras, lo cual afecta su crecimiento normal, entrando en competencia por los nutrientes disponibles en el medio, por ello se concluye que mediante este método de explotaciones artificial, se obtendría un producto limpio, con una óptima calidad, como también la disminución en los costos de limpieza empleados en la cadena de su comercialización.

Cuadro 2. Productividad en gramos de los tratamientos con luz artificial a los cuales fue sometida *Sphagnum magellanicum*.

	Psi (g)	Psf(g)	Prs (g)
a	Control	1,51	1,95
b	T 1	1,52	1,24
c	T2	1,50	2,61
d	T3	1,54	1,27

Psi: Peso seco inicial

Psf: peso seco final

Prs: Producción seco

A pesar de lo expuesto anteriormente, el tratamiento tres resultó ser el mejor en términos productivos, debido a la significación estadística de los resultados, con un valor de peso seco constante final de 1,27 gr, sin embargo el control aunque con un valor bastante menor fue igualmente productivo (0,44 gr; Cuadro 2), pero con valores que no alcanzan validez estadística.

El tratamiento uno y dos no se comportaron de manera similar existiendo diferencias estadísticas entre ellos (Cuadro 2), esta situación merece un análisis, ya que el tratamiento uno obtuvo un valor negativo, lo cual se puede deber a la invasión de la microalga (*Protococcus*) verde, que se desarrolló en el transcurso del ensayo, provocando una alteración en los resultados finales (Figura 32), o bien pueden atribuirse a diversos factores, como una mala manipulación, que llevo a cabo un cierto deterioro en las partes reproductivas, falta de oxígeno o suministro de agua.

Al analizar el Cuadro 2 se observa que todos los tratamientos, excluyendo el tratamiento uno, presentaron un aumento en la biomasa del musgo, sin embargo, estadísticamente es sólo significativo el tratamiento tres (Anexo 2), estos valores se

presentan en gramos, el cual fue la unidad utilizada en el ensayo. Posteriormente si convertimos estos valores a toneladas, pensando en una producción industrial, los resultados son satisfactorio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Datos expresado en toneladas de musgo seco.

	psi (ton)	psf (ton)	prs (ton)
a Control	1,51	1,95	0,44
b T 1	1,52	1,24	0,28
c T2	1,50	2,61	1,11
d T3	1,54	2,81	1,27

Psi: Peso seco inicial

Psf: peso seco final

Prs: Producción seco

En cuanto al método de explotación artificial, pensando desde un punto de vista intensivo y masivo, respecto al tratamiento tres se tendría un aumento de 1,27 ton en la biomasa del musgo, en el transcurso de cinco meses y tan solo 0,44 ton, con la incorporación de 3gr de fertilizante al medio de cultivo.

Hay que considerar que los costos de extracción, transporte y limpieza serían menores, ya que la producción estaría focalizada en lugares de fácil acceso, lo que no siempre es así al momento de trasportar el musgo a los sectores de acopio para su posterior limpieza y secado, por otra parte la incorporación de luz artificial llevaría un gasto extra que se debería estudiar, para ver si la producción con este sistema es rentable en el transcurso del tiempo.

Para una productividad eficiente se debe evaluar diversos parámetros buscando con ello proporciones óptimas para este musgo, como también las cantidades de nutrientes, ya que con este ensayo se constató que este factor aun es una incógnita, porque aun se puede suministrar más de lo aplicado, buscando un equilibrio óptimo que no provoque toxicidad al musgo.

A través del tiempo se demuestra claramente que con la incorporación de fertilizante, el musgo *Sphagnum magellanicum*, es capaz de absorber y transformar estos nutrientes, lo que se corrobora con la productividad para todos los tratamientos y en especial para el número tres, donde se incorporó luz artificial al medio y 6 gr de fertilizante foliar, obteniendo el mayor rendimiento en peso seco, dependiente de esto hay que tener presente que este tipo de musgo, incorpora los nutrientes por todo su cuerpo de manera eficientemente, debido a sus estructuras morfológicas, como también los nutrientes se encuentran disueltos en agua su ingreso es más expedito, por lo tanto la incorporación de nutrientes debe ser optimizado, logrando las mayores producciones sin que otras plantas u organismos proliferen aprovechándose del medio de fertilización y entrando en competencia con el musgo por espacio, luz, agua y nutrientes.

En el presente trabajo se proporcionaron las condiciones favorables para el crecimiento del musgo *Sphagnum magellanicum*, tanto la incorporación de luz artificial, como el aumento de fertilización, provocaron un rendimiento sustancial en todos los tratamientos, incluido el tratamiento control, que presentaron un aumento en el peso seco constante desde el establecimiento, lo que se traduce en un aumento de la productividad del musgo, pero sólo estadísticamente significativo fue el tratamiento tres. (Cuadro 2, Figura 34).

Los antecedentes y resultados, entregados en este trabajo son objetivamente preliminares, pero sin embargo son fundamentales para futuros ensayos asociados a la productividad de *Sphagnum magellanicum*, además de los factores ya expuestos, se podría establecer algún método de circulación del agua, que permita renovar los nutrientes en suspensión, de tal manera que simule el desarrollo en el cual este musgo crece de forma natural y que eventualmente podría incidir en el crecimiento y desarrollo óptimo del musgo *Sphagnum magellanicum* Bridel.

En los últimos años en la Isla grande de Chiloé, se ha generado una creciente e intensa explotación de este recurso, lo cual tiene consecuencias negativas, producto de su sobreexplotación del musgo y repercute en el abastecimiento hidrológico como el ciclo del carbono, así como sus efectos en la diversidad de la flora, fauna y la calidad de los suelos (Díaz *et al.*, 2006). Este método de masificación sustentable sin duda que podría contribuir a la disminución del impacto ambiental que actualmente acontece

Todos los organismos tanto vegetales como animales, presentes en estos ecosistemas, desarrollan un rol sumamente importante y sin duda la intervención en estas áreas de hábitat natural, repercute en su establecimiento, afectando en su desarrollo. Lo anterior se basa en que no existen planes de manejos asociados a este recurso y la actividad comercial de este musgo es sólo extractiva.

El musgo *Sphagnum* presenta un alto valor ecológico por su gran capacidad de almacenar agua en sus tejidos y en el lugar en que se desarrolla. Este musgo, tanto vivo como muerto, actúa como un importante reservorio hídrico, lo que hace imprescindible constar con un manejo que nos permitan restaurar los ecosistemas que han sido explotados y manejar adecuadamente las turberas que aún permanecen intactas (Díaz *et al.*, 2006).

5 CONCLUSIONES

Se valida la hipótesis propuesta para este trabajo de investigación, en relación a que La incorporación de luz artificial y las diferentes dosis de fertilizante foliar, tienen incidencia en el aumento de la biomasa de *Sphagnum magellanicum*, la cual se refleja en los resultados finales obtenidos en condiciones de laboratorio.

Se comprobó, que la adición de 6 gr de fertilizante foliar, al igual que la incorporación de luz artificial, provocan un mayor crecimiento del musgo *Sphagnum magellanicum* Bridel, en condiciones diferentes e independientes al medio natural en el cual se desarrolla.

El tratamiento tres con 6 g de fertilizante, fue el que genero una mayor productividad, ya que se obtuvo un aumento de 1,27 g, en el transcurso de cinco meses, valor estadísticamente significativo al ser comparado con los tratamientos uno, dos y el control.

La capacidad de retención de agua en *Sphagnum magellanicum* es evidente en este ensayo, ya que alcanza a 16 veces el peso seco del musgo, válido para el tratamiento tres (luz artificial y 6 gr de fertilizante foliar).

Durante los cinco meses de duración del ensayo, la productividad del musgo *Sphagnum magellanicum* en el tratamiento tres, aumentó en un 82 % y el control lo hizo con un valor de 29 % .

En el tratamiento tres, presenta un 29 % más que las producciones de biomasa obtenidas por Varnet (2006), esto se puede atribuir a la incorporación de luz artificial y el aumento de las dosis de fertilizante.

Los antecedentes y resultados, entregados en este trabajo son objetivamente preliminares, pero sin embargo son fundamentales para futuros ensayos asociados a la productividad de *Sphagnum magellanicum*, además de los factores ya expuestos, se podría establecer algún método de circulación del agua, que permita renovar los nutrientes en suspensión, de tal manera que simule el desarrollo en el cual este musgo crece de forma natural y que eventualmente podría incidir en el crecimiento óptimo del musgo *Sphagnum magellanicum* Bridel.

Se espera que esta tesis sea una contribución general al público, en cuanto al conocimiento de las turberas y finalmente sean abordados o bien trabajos en conjunto para su aplicación de lo que se estime conveniente, generando un mejor manejo sustentable posible, evitando explotaciones indiscriminadas y perturbaciones que cambian el paisaje de estos ecosistemas naturales.

6 RESUMEN

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 turbera, 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 indiscriminada y perturbaciones que cambian el paisaje de estos ecosistemas naturales.

7 SUMMARY

These types of ecosystems are distributed in humid environments and where exist temporaly waterlogging, high rainfalls and low temperatures. This are fundamental characteristics to this establishment and growth, in Chile there are sixteen kind of species, five of them are presents in "Chiloé" big Island. Only *Sphagnum magellanicum* has a commercial cuality, because has aireacon properties, porosity and dampness retention.

Sphagnum magellanicum has the capacity to hold twenty times his own dry weight with water. This is fundamental property, a great absorption capacity. This is the reason why has a diverse utilization, reaching an improvement to substratums and to the soil that will harbor agricultural and ornamental plants.

This resource demand increases every year, being the reason why studies look for develop a production type that simulates the factors where it is given in natural environment and through this way reduce the extraction of production indiscriminate that concerns these ecosystems.

For previously exposed, it was proceeded to evaluate two factors in laboratory conditions, with the only aim of obtaining a production in a period of five months. For that, three treatments were realized and one control treatment, where the moss was incorporated in glass cuvettes for his development, one block had artificial light and other block had natural light, where all treatment containing 25 gr of moss fresh weight, the information was taken in two occasions that later were submitted to statistical analysis.

Statistical significant values where obtained analyzing with multiple comparison, associated to the mass production of *Sphagnum magellanicum*, on having considered the application using 6 gr of foliar fertilizer and the incorporation of artificial light in a joint way.

Is expected that this thesis be a general contribution to the public, in all the knowledge of turberas ecosystem, *Sphagnum* as the moss alive properly such, and finally this knowledge can be approached or used as a whole for his application of what it is considered suitable, at the moment of exploiting this resource generating a better sustainable possible managing, avoiding exploitation indiscriminate and disturbances that change the landscape of these natural ecosystems.

8 LITERATURA CITADA

Blanco y de la Balze V. 2004. Los Turbales de la Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad. Publicación N°. 19. Wetlands International. Buenos Aires. Argentina. 154 p.

Cadahía- López, C. Sarro-Casillas, J. y Massaguer-Rodríguez, A. 2008. La turba como sustrato alternativo en fertirrigación. Revista de la U.A.M. 8 p.

Clymo, R. 1970. The growth of *Sphagnum*: methods of measurement. Journal of Ecology 58: 13-49 p.

Díaz, M., Larrain, J y Zegers, G. 2005. Antecedentes sobre la importancia de las turberas y el pon pon en la isla de Chiloé. CASEB. Pontificia Universidad Católica de Chile, Fundación senda Darwin. En Comunicaciones Orales. XVII Reunión Anual de la Sociedad de Botánica de Chile. Universidad de Talca. Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología. 6-15 p.

Díaz, M.F., Zegers, G. y Larraín, J. 2005. Antecedentes sobre la importancia de las turberas y el pon pon en la Isla de Chiloé. 33 p.

Díaz, M., Larrain, J., Zegers, G. y Armesto, J. 2006. Impacto ecológico y social de la explotación de pomponales y turberas de *Sphagnum* en la Isla Grande de Chiloé. CASEB. Pontificia Universidad Católica de Chile, Fundación senda Darwin. Universidad de Talca. Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología. 30-36 p.

Díaz, M., Larrain, J., Zegers, G y Tapia, C., 2008. Caracterización florística e hidrológica de turberas de la Isla Grande de Chiloé, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Fundación senda Darwin. 3-14 p.

Domínguez, E. Bahamonde, N y Muñoz, C. 2011. Manejo de Riego en Cítricos. Boletín Técnico INIA N° 94. 82p

Grosvernier, P., Matthey Y. y Buttler, A. 1997. Growth potential of three *Sphagnum* species in relation to water table level and peat properties with implications for their restoration in cut-over bogs. Journal of Applied Ecology 483p.

Izco, J. 2004. Botánica. Ed. Mc Graw Hill. Interamericana. 906 p.

León, C. Olivan, G. y Fuertes, E. 2011. Taller Turberas, Ecoturismo y desarrollo Sustentable. Proyectos AECID. 32p

Muñoz-Pedrerros, A., Moncada-Herrera, J. y Larraín, A. 2000. Variación de la percepción del recurso paisaje en el sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 9-16 p.

Needham, J. y Needham, P. 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. 3 p.

Pardo, J. 2002. Diagnóstico cualitativo y cuantitativo del pon pon (*Sphagnum sp.*) en la Décima Región, Chile: Uso, manejo y protección. Simposio Internacional de geología ambiental para planificación del uso del territorio. Puerto Varas. Chile. 138 - 141 p.

Robson, TM., Pancotto, VA., Flint, SD., Ballare, CL., Sala, OE., Scopel, AL. and Caldwell, MM. 2003. Six years of solar UV-B manipulations affect growth of *Sphagnum* and vascular plants in a Tierra del Fuego peatland. *New Phytologist*. 160 (2): 379 - 389 p.

Salinas, C. 2002. Eficacia de diferentes herbicidas sobre el crecimiento y desarrollo de *Hieracium pilosella* L. bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en una pradera naturalizada de la Región de Magallanes. Tesis para optar al grado de Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 86 p.

Salinas, M. y Cartes, F. 2009. Uso, Manejo y Protección del Musgo *Sphagnum*. Fundación para la innovación agraria 10 p.

Salinas, M. Cartes, F. Cartes y Le-Bert. 2009. Resultados y lecciones en Uso y Manejo *Sphagnum*. Proyecto de innovación en XI Región de Aysén. . Fundación para la innovación agraria. Boletín Técnico N° 52. 42p.

Schofield, W.D. 1985. Introduction to Bryology. Macmillian Publising Company. New York, USA. 417 p.

Sherriffs, M., Ippi, S., Anderson, C.B., Rozzi, R. y Zúñiga, Á. 2004. Explorando la Micro-Biodiversidad del Cabo de Hornos - Guías y actividades. Fundación Omora, Puerto Williams, Chile. 98 p.

Tapia, C. 2008. Crecimiento y productividad del musgo *Sphagnum magellanicum* Brid. en turberas secundarias de la provincia de Llanquihue, Chile. Tesis para optar al grado de Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 74 p.

Van Breemen, N. 1995. How *Sphagnum* bogs down other plants. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 270-275 p.

Varnet, L. 2006. Evaluación del crecimiento de la fase gametofítica de *Sphagnum magellanicum* Brid. en condiciones de laboratorio. Tesis para optar al grado de Licenciado en Agronomía. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 67 p.

Villagrán, C. 1988. Late Quaternary Vegetation of Southern Isla Grande de Chiloé, Chile. *Quaternary Research* 30: 304-314.

Villagrán, C. y Barrera, E. 2002. Musgos del archipiélago de Chiloé. Gobierno de Chile, CONAF "Corporación Nacional Forestal de Chile". 24 p.

Villarroel, M., Biolley, E., Yáñez, E. y Peralta, R. 2002. Caracterización químico nutricional del musgo *Sphagnum magellanicum*. ALAN. 52 (4).

Villarroel, M., Acevedo, C., Yáñez, E. y Biolley, E. 2003. Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería. ALAN. 53 (4).

Whinam, J. y Buxton, R. 1997. *Sphagnum* peatlands of Australasia: an assessment of harvesting sustainability. Biological Conservation 82: 21-29 p.

9 ANEXOS

Anexo 1. Localización del área donde fue extraído el material *Sphagnum magellanicum* en la cercanía de la comuna de Quellón Isla de Chiloé.



Altitud 42°58'07.30"S Longitud 73°39'56.42"O

6 Ha naturales, sector Chadmo km 18 comuna de Quellón-Chiloé, Décima Región de Los Lagos.

Anexo 2. Resumen de respuesta en peso seco, para todos los tratamientos realizados.

RSquare	0,496283
RSquare Adj	0,260165
Root Mean Square Error	0,594989
Mean of Response	1,574792
Observations (or Sum Wgts)	48

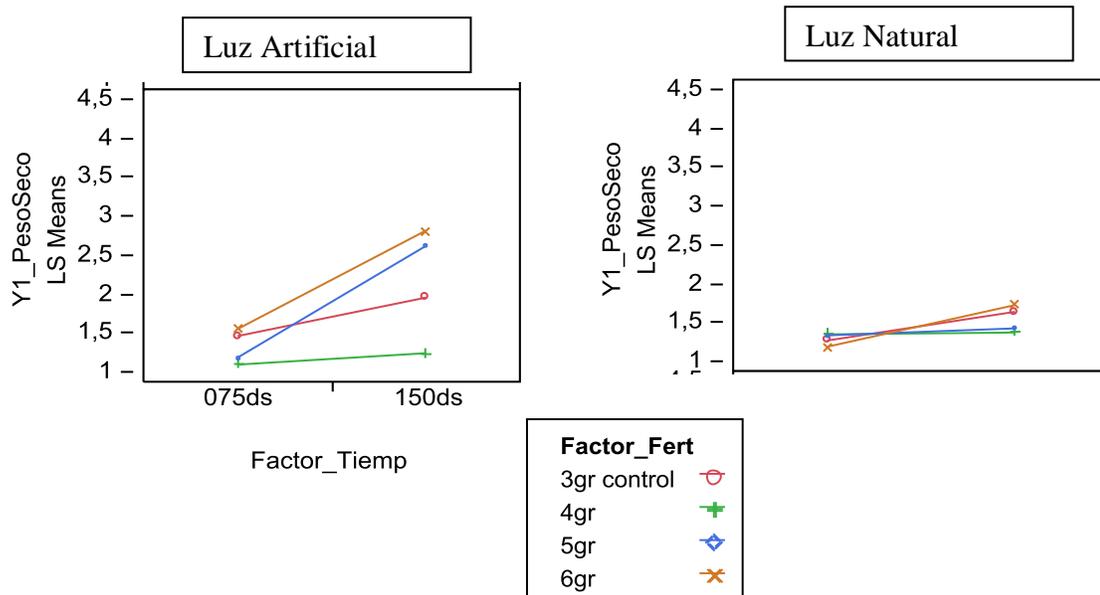
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	15	11,161198	0,74408	2,1018
Error	32	11,3284	0,354013	Prob > F
C. Total	47	22,489598		0,0382*

Anexo 3. Pruebas de comparaciones múltiples, para determinar el tratamiento con mejor productividad.

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Factor_Luz*Factor_Fert*Factor_Tiempo	3	3	0,7659563	0,7212	0,5467
Factor_Fert*Factor_Tiempo	3	3	1,1922396	1,1226	0,3545
Factor_Luz*Factor_Tiempo	1	1	1,0063021	2,8426	0,1015
Factor_Luz*Factor_Fert	3	3	1,4154729	1,3328	0,281
Factor_Tiempo	1	1	3,5588521	10,0529	0,0033*
Factor_Luz	1	1	1,2903521	3,6449	0,0652
Factor_Fert	3	3	1,9320229	1,8192	0,1635

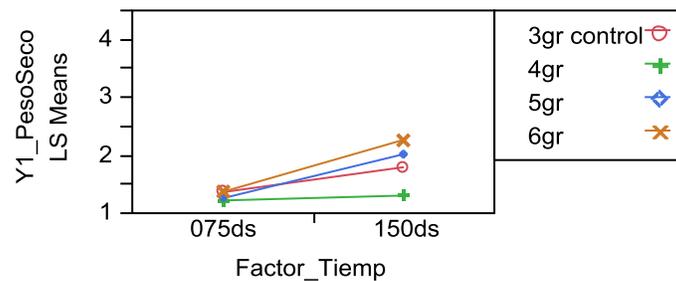
Detalles del efecto luz artificial y natural, con diferentes dosis de fertilizante, donde revela la productividad del musgo a través del tiempo.

Level	Least Sq Mean	Std Error
1.LuzNat,3gr control,075ds	1,2666667	0,3435174
1.LuzNat,3gr control,150ds	1,6366667	0,3435174
1.LuzNat,4gr,075ds	1,3466667	0,3435174
1.LuzNat,4gr,150ds	1,37	0,3435174
1.LuzNat,5gr,075ds	1,3333333	0,3435174
1.LuzNat,5gr,150ds	1,4233333	0,3435174
1.LuzNat,6gr,075ds	1,1866667	0,3435174
1.LuzNat,6gr,150ds	1,7233333	0,3435174
2.LuzArtif,3gr control,075ds	1,46	0,3435174
2.LuzArtif,3gr control,150ds	1,9533333	0,3435174
2.LuzArtif,4gr,075ds	1,0933333	0,3435174
2.LuzArtif,4gr,150ds	1,24	0,3435174
2.LuzArtif,5gr,075ds	1,1833333	0,3435174
2.LuzArtif,5gr,150ds	2,6166667	0,3435174
2.LuzArtif,6gr,075ds	1,55	0,3435174
2.LuzArtif,6gr,150ds	2,8133333	0,3435174



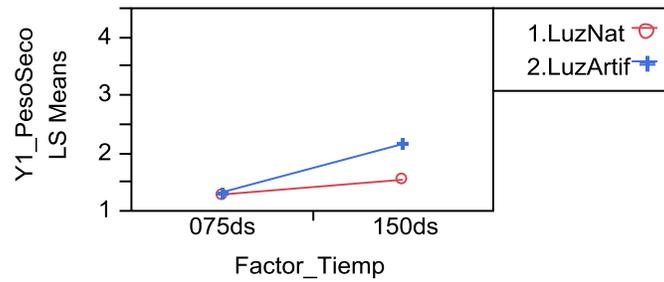
Anexo 4. Interacción del fertilizante con luz natural, a través del tiempo, constata los promedios en peso seco del musgo.

Minimos cuadrados			
Level	Least Sq Mean		Std Error
3gr control,075ds	1,3633333		0,2429034
3gr control,150ds	1,795		0,2429034
4gr,075ds	1,22		0,2429034
4gr,150ds	1,305		0,2429034
5gr,075ds	1,2583333		0,2429034
5gr,150ds	2,02		0,2429034
6gr,075ds	1,3683333		0,2429034
6gr,150ds	2,2683333		0,2429034



Anexo 5. Evaluación grafica del crecimiento en peso seco, de luz natural y artificial

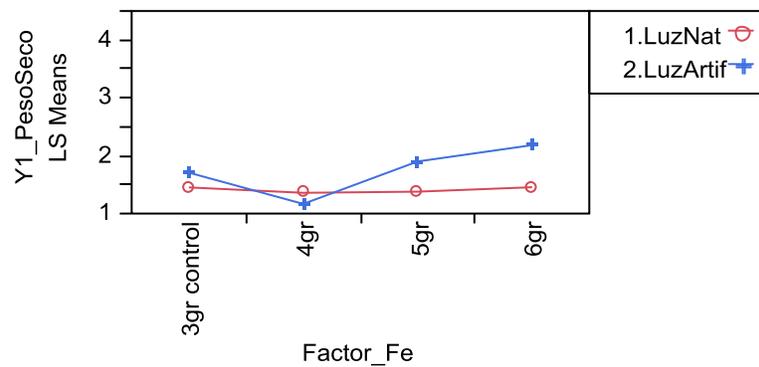
Medias de valores, correspondiente a las variables luz y tiempo			
Least Squares Means Table			
Factor_Luz*Factor_Tiempo			
Level	Least Sq Mean		Std Error
1.LuzNat,075ds	1,2833333		0,1717587
1.LuzNat,150ds	1,5383333		0,1717587
2.LuzArtif,075ds	1,3216667		0,1717587
2.LuzArtif,150ds	2,1558333		0,1717587



Anexo 6. Valores medios, de interacción entre luz y dosis de fertilizante, respecto al crecimiento en peso seco, del musgo *Sphagnum magellanicum*.

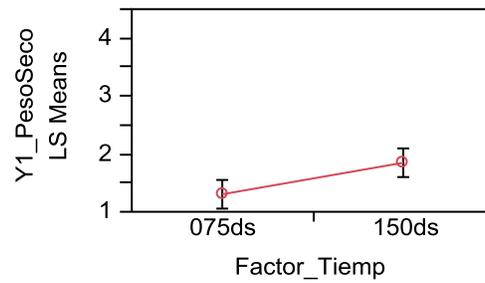
Promedios de valores, interpretando las variables de luz y fertilizante

Level	Least Sq Mean	Std Error
1.LuzNat,3gr control	1,4516667	0,2429034
1.LuzNat,4gr	1,3583333	0,2429034
1.LuzNat,5gr	1,3783333	0,2429034
1.LuzNat,6gr	1,455	0,2429034
2.LuzArtif,3gr control	1,7066667	0,2429034
2.LuzArtif,4gr	1,1666667	0,2429034
2.LuzArtif,5gr	1,9	0,2429034
2.LuzArtif,6gr	2,1816667	0,2429034



Anexo 7. valores medios del factor tiempo, con respecto a los pesos secos.

Medias descriptivas del Factor Tiempo				
Level	Least Sq Mean		Std Error	Mean
075ds	1,3025		0,1214517	1,3025
150ds	1,8470833		0,1214517	1,84708



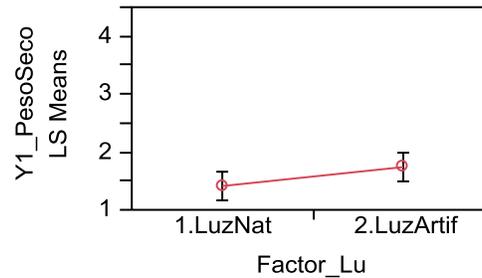
Diferencias medias de mínimos cuadrados estudiadas.

$\alpha =$
0,050 $t =$
2,03693

Level							Least Sq Mean
150ds	A						1,8470833
075ds		B					1,3025

Anexo 8. valores medios de crecimiento en peso seco, de los dos tipos de luz.

Level	Least Sq Mean		Std Error	Mean
1.LuzNat	1,4108333		0,1214517	1,41083
2.LuzArtif	1,73875		0,1214517	1,73875



Anexo 9. valores medios en peso seco, respecto a las diferentes dosis de fertilizante en los tratamientos.

Cuadrados medios del factor fertilizante

Level	Least Sq Mean		Std Error	Mean
3gr control	1,5791667		0,1717587	1,57917
4gr	1,2625		0,1717587	1,2625
5gr	1,6391667		0,1717587	1,63917
6gr	1,8183333		0,1717587	1,81833

