





ARTÍCULO

Generando conocimiento para el desarrollo de cultivos sustentables y restauración de turberas de *Sphagnum magellanicum*.

Jaime Salinas Sanhueza¹ ; Patricio Chung Guin-Po² ; Fernán Silva Labbé³ & Bernardo Acuña Aroca¹.

¹ Instituto Forestal, sede Patagonia. Coyhaique, Chile. jsalinas@infor.cl; bacuna@infor.cl

² Instituto Forestal, sede Biobío. Concepción, Chile. pchung@infor.cl

³ Servicio Agrícola y Ganadero, región de Aysén. Coyhaique, Chile.

DOI: <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2026.656>

Recibido: 20.08.2025; Aceptado: 28.10.2025.

RESUMEN

Las turberas son un importante sumidero de Carbono (C), mayor al de la biomasa forestal y similar al de las reservas de carbón de origen fósil. Sin embargo, la degradación de las mismas representa una gran fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente en las turberas drenadas. En Chile las turberas cubren aproximadamente 1,9 millones de hectáreas, es decir, aproximadamente el 2,5% de la superficie terrestre y de ellas, el 26% se encuentran en la región de Aysén. En estos ecosistemas se recolectan productos como el musgo *Sphagnum* (producto forestal no maderero utilizado como sustrato en la industria hortícola), con una creciente extracción debido a la demanda de los mercados de exportación. La comercialización del musgo chileno es relevante en el contexto internacional, teniendo una cuota de mercado de 64% en Taiwán y 58% en Japón. Sin embargo, este recurso está siendo fuertemente amenazado, provocando una degradación en su ecosistema. Lo anterior, hace necesaria conocer la velocidad de crecimiento del musgo *Sphagnum* para implementar cultivos sustentables que disminuyan la presión sobre formaciones naturales y permitan restaurar zonas de turberas degradadas en Aysén.

Palabras clave: *Sphagnum*, restauración, turberas

SUMMARY

Peatlands are an important carbon (C) sink, greater than that of forest biomass and similar to that of fossil coal reserves. However, their degradation represents a major source of greenhouse gas emissions, especially in drained peatlands. In Chile, peatlands cover approximately 1.9 million hectares, or approximately 2.5% of the Earth's land surface, and 26% of these are located in the Aysén region. Products such as sphagnum moss (a non-timber forest product used as a substrate in the horticultural industry) are collected from these ecosystems, with increasing extraction due to demand from export markets. The commercialization of Chilean moss is significant internationally, with a 64% market share in Taiwan and 58% in Japan. However, this resource is under serious threat, causing ecosystem degradation. This makes it necessary to understand the growth rate of sphagnum moss in order to implement sustainable crops that reduce pressure on natural formations and restore degraded peatland areas in Aysén.

Key words: *Sphagnum*, restoration, peatlands

INTRODUCCIÓN

Las turberas son uno de los ecosistemas más eficiente en el secuestro de carbono (C). Aunque sólo cubren 4.000.000 Km² o el 3 % de la superficie terrestre mundial, las turberas han acumulado cerca de 600 billones de toneladas de carbono en los últimos 12.000 años, equivalentes al 30 % de la reserva de Carbono orgánico del suelo mundial (Yu *et al.*, 2010). En nuestro país las turberas cubren aproximadamente 1,9 millones de hectáreas, es decir, cerca del 2,5% de la superficie terrestre (UNEP, 2022). Casi el 26% de las turberas de Chile se encuentran en la región de Aysén (Rodríguez, 2015). El área de turberas de *Sphagnum* en Aysén es de 15.240 ha, con aproximadamente el 10% del área total dentro de Áreas Silvestres



Protegidas (Domínguez & Martínez, 2021).

El origen de las turberas en Aysén comenzó en el Holoceno, aproximadamente 15.000 a 12.000 años antes del presente, que fue un período cálido y seco que marcó el final de la era glacial en la Patagonia (Holz *et al.*, 2012). Después de que la capa de hielo patagónica formara valles glaciares en forma de U y permitiera que los glaciares drenaran hacia el océano, estos valles fueron llenados por materiales sedimentarios transportados por poderosos ríos (Rodríguez, 2015). Los sumideros se llenaron con suelos turbios bajo paludificación antes de que pudieran desarrollarse pantanos (turberas) elevados. Casi un tercio de las turberas de Aysén están asociadas a las cuencas de los ríos regionales más grandes; Baker y Pascua. La presencia de ecosistemas de turberas a lo largo de estas cuencas fluviales aumenta a lo largo de una secuencia longitudinal este-oeste, siguiendo el drástico gradiente pluviométrico oeste-este en ambas cuencas. Rodríguez (2015) dividió los ecosistemas de turberas en dos grupos; turberas elevadas (por efecto de la precipitación y escorrentía) y de depresión intermontana (por paludificación de lagunas).

La investigación sobre turberas en la región de Aysén comenzó hace solo unos años, por ejemplo, Pfeiffer *et al.* (2010), mencionan suelos orgánicos por primera vez en las cuencas Baker y Pascua; Rodríguez (2015), entrega información sobre su origen, hidrología, geomorfología, estratigrafía, ecología y capacidades de almacenamiento de carbono y agua; y también Rodríguez (2015), investiga la clasificación hidrogeomórfica de los ecosistemas de turberas. En esta región (Aysén) las turberas permanecieron aisladas por el archipiélago al norte y al oeste, por los Campos de Hielo al sur y por el desierto frío de la pampa argentina al este.

El musgo *Sphagnum* es un producto forestal no maderero de mayor importancia en Chile. En el año 2023 reportó transacciones por US\$24,5 millones FOB, equivalente a una participación de 28,0% en el total de productos no madereros exportados por nuestro país. La comercialización del musgo chileno es relevante en el contexto internacional, teniendo una cuota de mercado de 64% en Taiwán y 58% en Japón. Sin embargo, este recurso está siendo fuertemente amenazado. En Aysén se recolecta biomasa de *Sphagnum* desde la década de 1990. Oficialmente se recolectaron 4.000 – 5.000 toneladas por año en los últimos tres años. Los recolectores juntan y secan *Sphagnum* en el campo antes de que el material sea colectado y exportado por alrededor de diez empresas, que poseen dirección comercial en Santiago.

Para controlar la recolección de *Sphagnum*, se generó el Decreto N° 25 en 2019, que es administrado por el SAG y que ha venido a regular la extracción del musgo por medio de planes de cosecha. No existen estudios sobre el impacto de estas cosechas en las turberas, además, la investigación sobre crecimiento del musgo es reducida. Existen trabajos de evaluación de métodos de restauración (Quinty & Rochefort, 2003), pero la regeneración de la cubierta de *Sphagnum* a menudo es muy lenta (Domínguez *et al.*, 2022). El presente trabajo buscó evaluar el crecimiento del *Sphagnum magellanicum* bajo condiciones semi controladas, con el fin de tener antecedentes para potenciales cultivos artificiales sustentables de la especie y la restauración de turberas degradadas en la región de Aysén.

MATERIALES Y MÉTODO

Áreas de Procedencias del Material

Las muestras de turba fueron obtenidas desde cuatro turberas ubicadas en la región de Aysén:

- *Turbera de Lago Vargas*

El clima en la zona de Lago Vargas es templado - frío lluvioso con temperaturas medias anuales de 11°C y con precipitación media anual de 1.300 mm, que se distribuye uniformemente (poco más en invierno) (Rodríguez, 2015). En base a su hidrología, vegetación y estructura, el autor (*op. cit.*) describe la zona de Lago Vargas como más o menos prístina, donde su periferia está demarcada por bordes y laderas, abundantes bosques con especies nativas como *Nothofagus betuloides* (Coigüe de Magallanes) y *Pilgerodendron uviferum* (Ciprés de Las Guaitecas). En el centro, aparecen turberas elevadas de musgo *Sphagnum* y parches de pequeños bosques semidensos, que crecen sobre bancos de arena depositados

en el pasado por el río Baker. La parte central de la turbera tiene muchos apozamientos poco profundos, colonizados con montículos de musgo y la *Juncaginaceae*, *Tetroncium magellanicum*. En las turberas de Lago Vargas se encuentran tres especies de *Sphagnum*: *S. magellanicum* (que se cosecha), así como *S. fimbriatum* y *S. falcatulum* en condiciones más minerotróficas en los márgenes. La capa de turba tiene hasta 2,3 m de espesor.

- *Turberas de Los Torreones*

La turbera está situada a aproximadamente 19 Km al este de Puerto Aysén, cerca del Río Simpson. Parece llenar una depresión, posiblemente una antigua rama del río que se ha convertido en una turbera, cuyo borde se utiliza para el pastoreo de ganado, y desde donde se realiza recolección individual de biomasa de *Sphagnum* por parte de un agricultor. En cuanto a clima, en Puerto Aysén es templado – frío lluvioso con influencia oceánica, con precipitación media anual de 2.240 mm, distribuidos durante todo el año con más de 200 días al año de precipitación. La temperatura media en verano es de 12,2 °C, y en invierno de 6,7 °C (Dirección Meteorológica de Chile, 2016).

- *Turbera de Pedro Aguirre Cerda*

La turbera Pedro Aguirre Cerda está situada en el norte de la comuna de Coyhaique, a unos 62 Km al noreste de Aysén. Tiene aproximadamente 110 ha de tamaño, la superficie está ligeramente inclinada (0,3%) y modelada en montículos y honduras. La turbera colinda con el río Mañihuales a una distancia de 750 m en dirección norte y drena hacia la laguna Pedro Aguirre Cerda en el sur, distante 150 m de la Carretera Austral. El clima regional se clasifica como templado – frío lluvioso y oceánico, con una temperatura media anual de aprox. 8,9°C y una precipitación media anual de aproximadamente 1.559 mm. La pérdida de agua por evapotranspiración y escorrentía lateral o vertical es menor que el suministro de agua principalmente por precipitación, lo que conduce a un excedente de agua en la turbera y la formación de apozamientos (Domínguez & Martínez, 2021). La filtración en las profundidades se ralentiza por el aumento del grado de descomposición de la turba.

Desde el año 2012 la recolección de *Sphagnum* solo ocurre en pequeñas cantidades en el borde norte de la turbera. En ella se observaron huellas dejadas por máquinas que demarcaron profundamente la turbera cerca de la parcela de investigación.

- *Turbera de Puente Dunn.*

La turbera de Puente Dunn está situada a 4 Km al este de Puerto Aysén, directamente cerca del Río Aysén. Está cubierto en gran parte con árboles y otras plantas vasculares y con algunos parches de *Sphagnum* que crecen en montículos. No se observa cosecha de *Sphagnum* en esta turbera. Su clima es templado – frío-lluvioso y oceánico, con altas precipitaciones durante todo el año, en más de 200 días, y una media de 2.240 mm/año. La temperatura media en verano es de 12,2 °C, y la de invierno 6,7 °C (Dirección Meteorológica de Chile, 2016).

Colecta de Muestras de *Sphagnum*

Desde cada turbera se colectaron muestras individuales de musgo en prados de turbera con parches puros de *Sphagnum*. Las muestras se cortaron con cuchillo, hasta una profundidad de 15 cm y se almacenaron en recipientes plásticos cuadrados, de 12 x 12 cm y 15 cm de profundidad, con la base removida (Figura 1).

En cada una de las cuatro turberas se colectaron 15 muestras (N=60), las que se embalaron en cajas de plumavit para posteriormente ser enviadas a la ciudad de Concepción.



Figura 1. Colecta de muestras de musgo *Sphagnum* en macetas plásticas.

Montaje de Ensayo y Diseño Experimental

El ensayo se realizó en el invernadero de centro tecnológico de la Planta Forestal, en dependencias del Instituto Forestal en Concepción. Consideró 4 orígenes del musgo *Sphagnum magellanicum* (turberas Lago Vargas, Los torreones, Pedro Aguirre Cerda y Puente Dunn); y 3 niveles freáticos simulados mediante un medio nutritivo líquido (2, 5 y 10 cm bajo la superficie del musgo), lo que generó 12 tratamientos (4 turberas x 3 niveles de agua). Cada tratamiento se repitió 5 veces totalizando 60 unidades de evaluación (recipientes) distribuidos en 15 bandejas plásticas. En cada bandeja se dispuso 4 recipientes (uno por cada turbera). Cada uno de los tres niveles freáticos evaluados se aplicó a un grupo de 5 bandejas. El diseño del ensayo y la disposición de los tratamientos de cada unidad muestral se detalla en la **Figura 2**.

Las muestras de turba se dispusieron en macetas identificadas con un código que individualizaba el tratamiento y repetición, ajustando y emparejando el musgo a la altura de la maceta y cortando lo sobrante en la parte baja de la misma, de forma que todas las muestras de todos los tratamientos tuvieran un crecimiento y desarrollo inicial en igualdad de condiciones. Las macetas con las muestras de musgo se colocaron en sus respectivas bandejas plásticas (**Figura 2 arriba**).

Las bandejas y macetas se dispusieron en invernadero, sobre un mesón a 80 cm de altura. Las bandejas plásticas el medio líquido nutritivo bajo diferentes niveles para simular y evaluar el comportamiento del musgo frente a diferentes niveles freáticos. Para la elaboración del medio líquido nutritivo se utilizó la combinación de elementos químicos descritos por Koks *et al.* (2019), diluidos en agua destilada para evitar concentraciones mayores de calcio (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Elementos químicos utilizados para la elaboración del medio nutritivo líquido.

Composición química	Concentración (μmol/L)	Peso molar (g/mol)	Concentración (mg/L)
Sal de mar	-	-	5,0000
KCl	30,0	74,55	2,2400
CaCl ₂ 2H ₂ O	10,2	147,02	1,5000
KH ₂ PO ₄	1,0	136,09	0,1360
ZnSO ₄ 7H ₂ O	0,7	287,54	0,2010
MnCl ₂ 4H ₂ O	0,8	197,91	0,1580
CuSO ₄ 5H ₂ O	0,2	249,69	0,0499
H ₃ BO ₃	0,8	61,83	0,0495

Previo al comienzo del ensayo, se realizó un periodo de adaptación de las muestras por 4 semanas en el nuevo entorno (invernadero), en este periodo el nivel freático utilizado fue de 5 cm por debajo de la superficie del musgo, buscando evitar que en el área de agua expuestas de las bandejas proliferará el crecimiento de algas no deseadas.

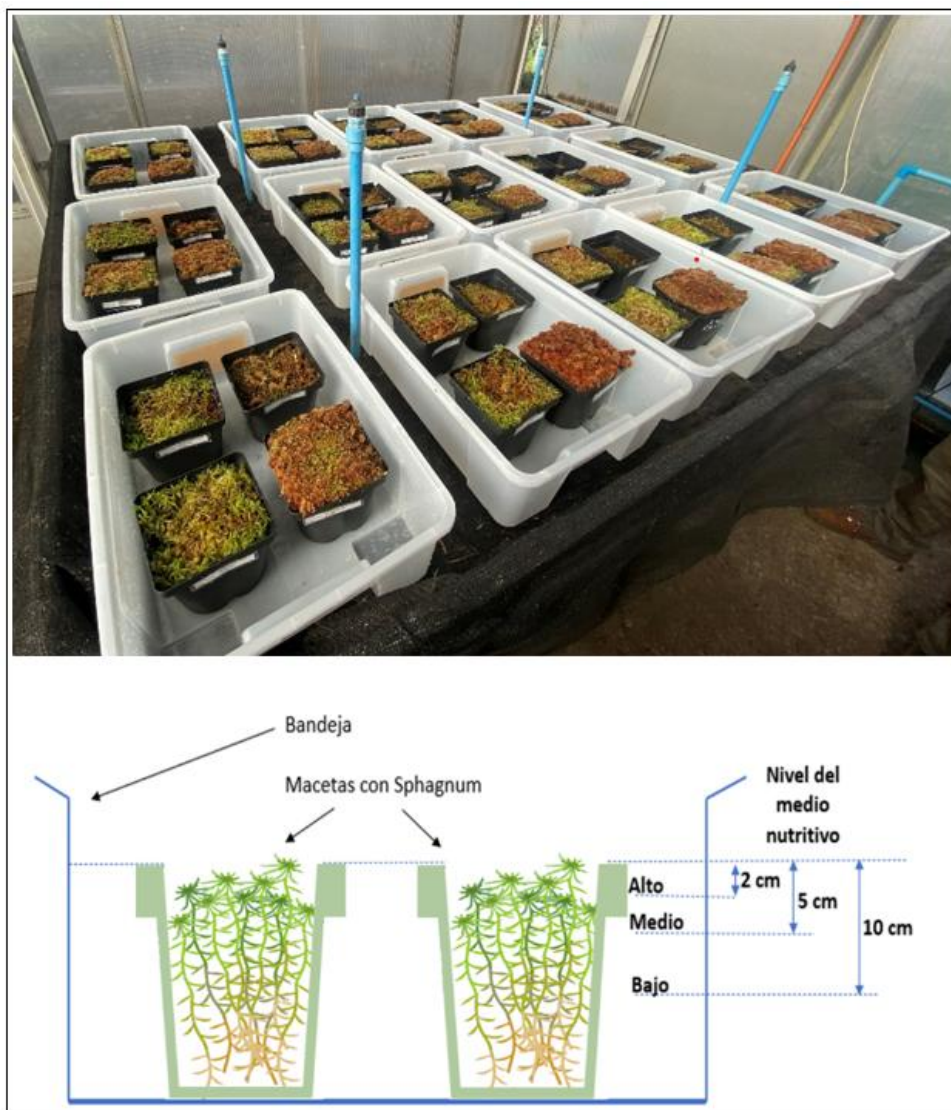


Figura 2. Vista general del experimento montado en invernadero (arriba); detalle de los niveles de medio nutritivo evaluados (abajo).

Una vez finalizado el periodo de adaptación, se reemplazó el medio de cultivo de las bandejas con medio fresco, ajustando su nivel a los predefinidos para el ensayo: 2; 5 y 10 cm por debajo de la parte superior de las macetas. Durante el transcurso del ensayo, dichos niveles fueron corregidos y ajustado diariamente, para compensar su descenso por evaporación. Adicionalmente, una vez al mes se realizó al cambio total del medio nutritivo líquido para evitar la aparición de algas.

Para evaluar el crecimiento del musgo de cada tratamiento, se seleccionó al azar una muestra de cinco hebras de musgo por maceta, las que fueron individualizadas con amarras plásticas colocadas a 1 cm por debajo del *capitulum* (cabeza de la hebra del musgo), para de esta forma estimar el crecimiento experimentado en la maceta (**Figura 3**).

Para el cuidado del cultivo bajo invernadero, se consideró lo planteado por Gaudig *et al.* (2020), el cual menciona que la temperatura en la superficie del musgo debe ser menor a 35 °C, asegurando además la suficiente luz o luz de sol o buscando suplementarlo con lámparas artificiales. Además, de recomendar el riego de los musgos cada día con agua desmineralizada, preferentemente en la fase oscura, con una cantidad similar de medio líquido por cada muestra.



Figura 3. Marcación de hebras para evaluación del crecimiento del musgo *Sphagnum*.

Evaluación

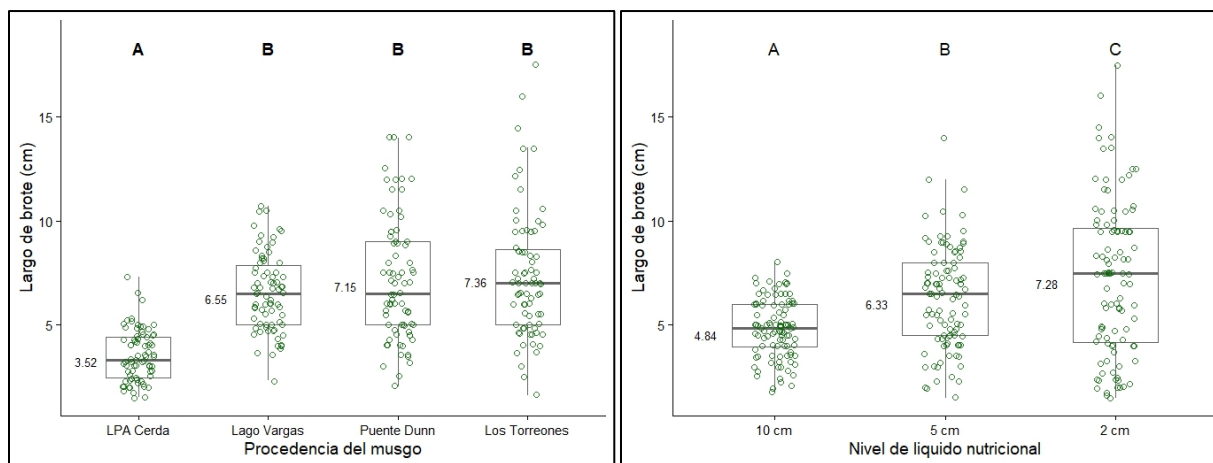
El experimento tuvo una duración de 6 meses. Cumplido el plazo se realizó la extracción de las hebras marcadas de cada maceta, lo que se efectuó cortándolas a un cm por debajo de la amarra, para luego volver a cortar la hebra extraída a 1 cm por sobre la amarra, para determinar el crecimiento en longitud de cada hebra y el peso seco en los diferentes tratamientos definidos. Finalizada la etapa de medición de cada hebra, estas se colocaron separadamente en bolsas de papel con su respectiva identificación para ser llevadas a una estufa de secado a 60 °C por 48 horas. Una vez establecido un peso constante para cada muestra, se le determinó el correspondiente peso seco.

Para el caso del secado del musgo presente en cada maceta y como una forma de disminuir los tiempos de secado, se procedió a extraer el material para proceder a exprimir manualmente el exceso de líquido presente al interior de la muestra de musgo. Luego de extraer una buena parte del líquido contenido en la muestra, se continuó con el embolsado del material en bolsas de papel y su posterior marcaje para la identificación del tratamiento. Para su secado, estas se colocaron al interior de una estufa de secado a 60°C por 14 días, hasta obtener un peso constante, indicando de esta manera, la finalización del secado y la obtención del peso seco final.

RESULTADOS Y DISCUSION

Largo de Hebra

La procedencia Laguna Pedro Aguirre Cerda presenta un largo de hebra significativamente menor que las otras procedencias. El largo de hebra aumenta a medida que se aumenta el nivel freático (Figura 4).

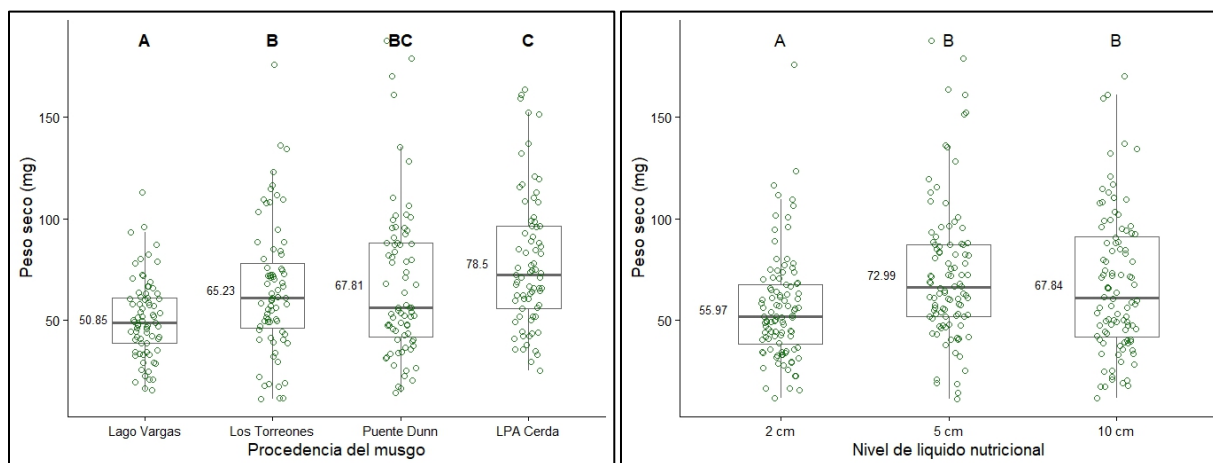


Valores con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 4. Largo hebra por procedencia (izquierda). Largo hebra por nivel del medio del líquido nutricional (derecha).

Peso Seco

La procedencia Lago Vargas presenta un valor de peso seco significativamente menor que el resto de las procedencias. Por su parte, Laguna P. Aguirre Cerda muestra el valor mayor y que no difiere significativamente del obtenido en las muestras de Puente Dunn (**Figura 5**).



Valores con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

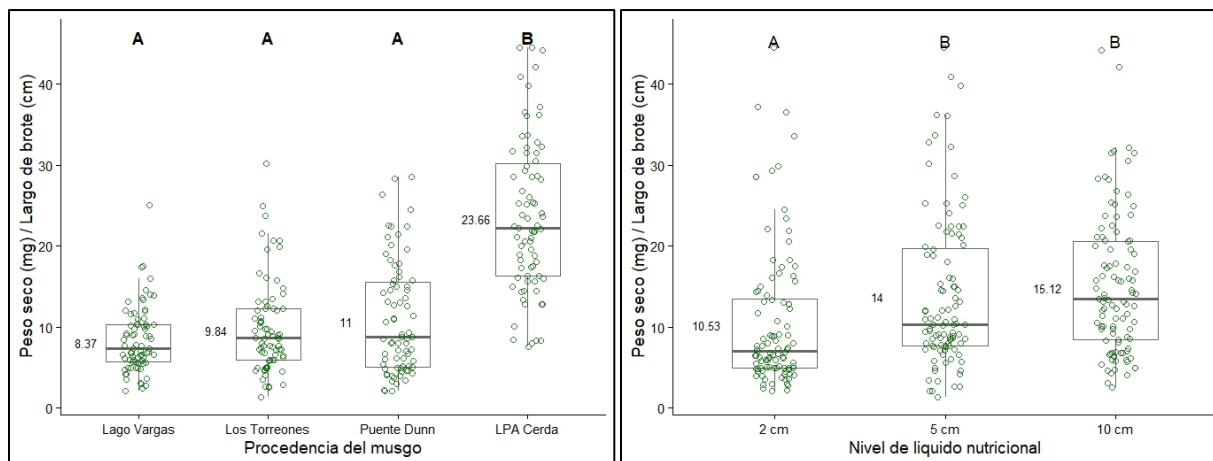
Figura 5. Peso seco por procedencia (izquierda). Peso seco de hebra por nivel del medio del líquido nutricional (derecha).

Respecto al nivel de Líquido Nutritivo (Nivel Freático), se observó el menor valor de peso seco en el nivel más cercano a la superficie del musgo, esto es, a 2 cm, y este nivel fue significativamente diferente de los dos niveles restantes (**Figura 5**).

Relación Peso Seco/Largo de Hebra

Para una mejor visualización del rendimiento del cultivo de musgo, se buscó relacionar la longitud de la hebra con el peso seco de la misma. Los datos obtenidos muestran a la procedencia Laguna P. Aguirre Cerda, exhibió una mayor producción de materia seca por unidad de crecimiento (**Figura 6**). En tanto que, para los diferentes niveles de líquido nutricional, se observó mayores valores de la relación para los niveles de líquido nutricional menores, siendo el nivel más alto (a 2 cm de la superficie) el que presenta el valor

más bajo y significativamente diferente a los otros dos niveles (Figura 6).



Valores con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 6. Relación peso seco/longitud de hebra por procedencia (izquierda). Relación peso seco/longitud de hebra por nivel del medio del líquido nutritivo (derecha).

Análisis por Procedencia

Analizando los efectos de la procedencia y del nivel del líquido nutritivo (nivel freático) en el largo de la hebra, se observa una tendencia a obtener hebras más largas en niveles más cercanos a la superficie del musgo, excepto en la procedencia Laguna P. Aguirre Cerda, cuyo comportamiento parece invariable para los diferentes niveles. Por el contrario, el peso seco alcanza los valores mayores en los niveles freáticos de 5 y 10 cm bajo la superficie del musgo, con distintos grados de significancia estadística. Solo en la procedencia Los Torreones, los valores de peso seco de los diferentes niveles freáticos, no muestran diferencias significativas entre ellos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efectos de la procedencia y el nivel del líquido nutritivo sobre el crecimiento del musgo *Sphagnum magellanicum*.

Procedencia	Nivel de líquido nutritivo (cm)	Largo hebra (cm)		Peso seco de la hebra (mg)		Peso seco / Largo hebra (mg/cm)	
		Prom ± DE	V _{MAX}	Prom ± DE	V _{MAX}	Prom ± DE	V _{MAX}
Puente Dunn	Alto (2cm)	8,26 ^a ±3,63	14,0	49,78 ^b ±22,39	106,3	7,74 ^b ±6,59	28,60
	Medio (5 cm)	8,23 ^a ±2,23	14,0	83,74 ^a ±45,93	187,6	10,87 ^{ab} ±6,17	22,47
	Bajo (10 cm)	4,97 ^b ±1,08	7,1	69,91 ^{ab} ±33,88	170,1	14,38 ^a ±6,57	28,35
Los Torreones	Alto (2 cm)	10,21 ^a ±3,32	17,5	71,15 ^a ±34,99	175,9	7,24 ^b ±3,26	16,59
	Medio (5cm)	6,81 ^b ±1,44	9,5	60,99 ^a ±27,24	136,1	9,88 ^{ab} ±6,42	30,24
	Bajo (10 cm)	5,06 ^c ±1,22	7,0	63,56 ^a ±33,49	134,4	12,39 ^a ±5,90	24,91
Laguna P. Aguirre Cerda	Alto (2 cm)	3,20 ^a ±1,12	4,9	61,02 ^b ±18,48	100,8	21,18 ^a ±9,43	44,50
	Medio (5 cm)	3,72 ^a ±1,20	6,5	87,90 ^a ±33,73	163,8	25,39 ^a ±9,76	44,53
	Bajo (10 cm)	3,65 ^a ±1,36	7,3	86,58 ^a ±38,08	160,9	24,40 ^a ±8,90	44,23
Lago Vargas	Alto (2 cm)	7,46 ^a ±1,81	10,7	41,92 ^b ±15,91	80,3	5,95 ^b ±2,77	13,84
	Medio (5 cm)	6,55 ^{ab} ±2,07	10,5	59,32 ^a ±16,01	93,1	9,84 ^a ±4,08	25,04
	Bajo (10 cm)	5,66 ^b ±1,16	8,0	51,30 ^{ab} ±22,32	113,1	9,31 ^a ±4,09	17,47

Por su parte, la relación peso seco/largo de hebra, muestra valores promedios más altos para los dos niveles más bajos de líquido nutritivo (10 y 5 cm), como ocurre con la procedencia Lago Vargas con diferencias significativas con el nivel más alto (2 cm). Por su parte, la procedencia Laguna P. Aguirre Cerda,

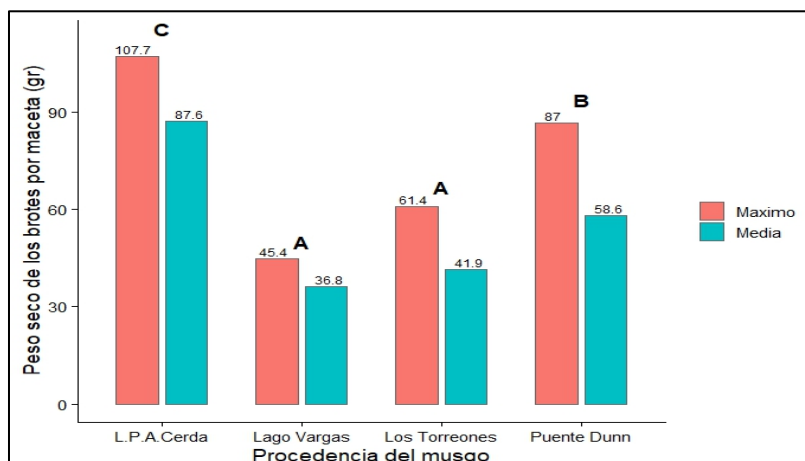
muestra también el mismo comportamiento, sin embargo, el análisis estadístico muestra valores promedios que no difieren entre sí. En tanto que, las procedencias Puente Dunn y Los Torreones presentan la misma tendencia, pero con diferencias sólo significativas entre los valores extremos. La **Figura 7** muestra la variación en crecimiento del musgo, en tanto que la tipología de crecimiento en las diferentes turberas evaluadas se ilustra en la **Figura 9**.

Análisis de Peso Seco Total por Maceta

Posterior a la medición de las hebras, se obtuvo el peso seco del musgo contenido en cada maceta. Se observó que la procedencia Laguna P. Aguirre Cerda presenta la mayor producción de materia seca, con montos promedios significativamente diferentes a las otras localidades. En tanto que, Los Torreones y Lago Vargas presentaron los valores más bajos y sin presentar diferencias significativas entre ellas (**Figura 8**).



Figura 7. Variación del crecimiento de musgo *Sphagnum* bajo condiciones semi controladas.



Valores con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 8. Promedio y valor máximo del peso seco de *Sphagnum magellanicum* según procedencia.



Figura 9. Tipología de crecimiento de hebras en diferentes turberas de *Sphagnum*, región de Aysén.

CONCLUSIONES

Se puede inferir que las turberas en formación tipo fen¹ (Puente Dunn, Los Torreones y Lago Vargas) tienen tasas de crecimiento en longitud de las hebras del musgo *Sphagnum* significativamente mayores que las turberas tipo bog² (consolidadas) y responden mejor a niveles freáticos cercanos a la superficie,

¹ Son un tipo de turbera en formación derivada de un disturbio antropogénico. humedal importante y único.

² Corresponde a una turbera de origen glaciar tipo fangosa, requiere miles de años para desarrollarse y no se puede restaurar fácilmente.

encontrándose valores promedios de crecimiento de hebras de aproximadamente 7,0 cm en los seis meses de evaluación. Por el contrario, el crecimiento en longitud de hebra del musgo es significativamente menor en las turberas consolidadas de Laguna P. Aguirre Cerda con valores medios de crecimiento de 3,5 cm en los seis meses de evaluación, no obstante que el musgo de ésta es más denso.

En relación al crecimiento de hebra a diferentes niveles del líquido nutricional (variación de napa freática), se observó un valor de crecimiento mayor del musgo con un alto nivel del líquido nutritivo (2 cm bajo la superficie), difiriendo significativamente con los promedios de los otros niveles (5 y 10 cm bajo la superficie).

Respecto a la variable peso seco de la maceta, la procedencia Laguna P. Aguirre Cerda presenta el mayor valor promedio, mientras que la procedencia Lago Vargas obtuvo el valor más bajo y con diferencias significativas en relación a las otras procedencias. En tanto que, para esta misma variable, se obtuvo mayores valores promedios para los niveles líquido nutricional de 5 y 10 cm, con diferencias significativas con el nivel freático a 2 cm.

Valores obtenidos de la relación peso seco/largo de hebra (gr/cm), muestra a la procedencia Laguna P. Aguirre Cerda con el valor más alto y con diferencias significativas, respecto a las otras procedencias. En tanto que, valores promedios mayores se obtuvieron en los niveles de líquido nutricional de 5 y 10 cm, difiriendo significativamente con el nivel a 2 cm.

Del análisis por procedencias se percibe una tendencia al aumento del largo de hebra (crecimiento) a medida que el nivel del líquido nutritivo (nivel freático) se acerca a la superficie del musgo, aunque este efecto no resulta significativo en el caso del musgo proveniente de Laguna P. Aguirre Cerda. Respecto al peso seco, los valores mayores se presentan en los niveles de líquido nutritivo de 5 y 10 cm bajo la superficie del musgo, excepto en el material de la turbera Los Torreones. Una tendencia similar se observa para la relación peso seco/largo de hebra, excepto en el musgo procedente de Laguna P. Aguirre Cerda.

Los resultados en el peso seco de las macetas muestran a la procedencia Laguna P. Aguirre Cerda con el valor promedio más alto y significativamente superior al resto. En tanto que Lago Vargas y Los Torreones presentan los valores significativamente menores.

En base a los antecedentes planteados en el estudio, se considera determinante manejar el nivel freático en los futuros planes de cosecha, con el objeto de precisar y estandarizar su uso regenerativo para que la recolección de *Sphagnum* se pueda materializar junto con otras prácticas análogas, tales como la rehumectación, la resiembra y el enriquecimiento de especies nativas para la restauración del entorno.

Finalmente, es imperativo seguir líneas de investigación sobre prácticas de cosecha que consideren el nivel freático y el repique de hebras *in situ* de ecotipos de alto valor productivo, tanto en densidad como en longitud de hebra, para un manejo regenerativo en el tiempo que permita una nueva cosecha al año siguiente o en periodos de rezago no tan lejanos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los señores Erico Gatica, Rodrigo Oyarzun, José Luis Flores y Lautaro Arratia, productores y pomponeros de Aysén, que con su conocimiento aportaron empíricamente al estudio. Además, agradecen especialmente a los asesores Dra. Greta Gaudig y Matthias Krebs, investigadores del MIRA Center de la Universidad de Greifswald de Alemania, quienes apoyaron técnicamente el estudio. Finalmente, agradecer a Felipe Pacheco por el apoyo técnico al trabajo.

REFERENCIAS

- Dirección Meteorológica de Chile. (2016). En: https://en.wikipedia.org/wiki/Puerto_Ays%C3%A9n
- Domínguez, E. & Martínez, M.P. (2021). Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas de *Sphagnum* en la región de Aysén. Colección libros INIA No. 41. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Tamel Aike. Coyhaique, Chile. 344 p.
- Domínguez, E., Martínez de Urquidi, M.P. & Montti, A. (2022). Restauración de la cubierta vegetal en una turbera de musgo *Sphagnum* en Aysén: Una primera aproximación. Boletín INIA N° 467. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Tamel Aike. Coyhaique, Chile. 64 p.
- Gaudig, G., Krebs, M. & Joosten, H. (2020) Sphagnum growth under N-saturation: interactive effects of water level and P or K fertilization. *Plant Biology*, 22(3): 394-403. <https://doi.org/10.1111/plb.13092>
- Holz, A., Haberle, S., Veblen, T.T., De Pol-Holz, R. & Southon, J. (2012). Fire history in western Patagonia from paired tree-ring fire-scar and charcoal records. *Climate of the Past*, 8(2): 451-466. <https://doi.org/10.5194/cp-8-451-2012>
- Koks, A.H.W., van Dijk, G., Smolders, A.J.P., Lamers, L.P.M. & Fritz, C. (2019). The effects of alkalinity and cations on the vitality of *Sphagnum palustre* L. *Mires and Peat*, Vol. 24, Article 25. Pp: 1–14. <http://dx.doi.org/10.19189/MaP.2018.OMB.392>
- Pfeiffer, M., Mascayano, C. & Aburto, F. (2010). Soils of Chilean Patagonia in glacial and periglacial environments. *Eurasian Soil Sc.*, 43(13): 1430-1438. <https://doi.org/10.1134/S106422931013003X>
- Quinty, F. & Rochefort, L. (2003). Peatland restoration guide (p. 106). Fredericton, NB, Canada: Canadian Sphagnum Peat Moss Association.
- Rodríguez, A.C. (2015). Hydrogeomorphic classification of mire ecosystems within the Baker and Pascua Basins in the Region Aysén, Chilean Patagonia: a tool for their assessment and monitoring (Doctoral dissertation, Humboldt-Universität).
- UNEP. (2022). Global Peatlands Assessment – The State of the World’s Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- Yu, Z., Loisel, J., Brosseau, D.P., Beilman, D.W. & Hunt, S.J. (2010). Global peatland dynamics since the Last Glacial Maximum. *Geophysical Research Letters* 37: L13402. <https://doi.org/10.1029/2010GL043584>