



Revista de la Facultad de Agronomía

ISSN: 0041-8676

ISSN: 1669-9513

revista@agro.unlp.edu.ar

Universidad Nacional de La Plata

Argentina

Contardi, Liliانا T; rretavizcaya, M. Florencia; Alonso, Virginia
Crecimiento de calafate (*Berberis microphylla* G. Forst.) en etapa
de vivero con diferentes tratamientos de fertilización inorgánica
Revista de la Facultad de Agronomía, vol. 123, 2024
Universidad Nacional de La Plata
Argentina

- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Crecimiento de calafate (*Berberis microphylla* G. Forst.) en etapa de vivero con diferentes tratamientos de fertilización inorgánica

Performance of calafate (*Berberis microphylla* G. Forst.) in the nursery phase with different inorganic fertilization treatments

Contardi Liliana T.*

Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), Esquel, Chubut, Argentina; Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Esquel, Chubut, Argentina

M. Florencia Urretavizcaya

Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), Esquel, Chubut, Argentina; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Virginia Alonso

Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), Esquel, Chubut, Argentina; Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Esquel, Chubut, Argentina

Revista de la Facultad de Agronomía

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

ISSN: 1669-9513

Periodicidad: Continua

vol. 123, 2024

redaccion.revista@agro.unlp.edu.ar

Recepción: 8 mayo 2023

Aprobación: 10 noviembre 2023

Publicación: septiembre 2024

URL: <http://portal.amelica>

DOI: <https://doi.org/10.24215/16699513e142>

*Autor de correspondencia: lcontardi@ciefap.org.ar

Resumen

El calafate (*Berberis microphylla* G. Forst.) es un arbusto ampliamente distribuido en la Patagonia. Produce frutos comestibles con excelentes propiedades nutricionales y alta capacidad antioxidante. La cosecha de frutos de poblaciones silvestres sin buenas prácticas supone riesgos de sobreexplotación y degradación del recurso. Para lograr su uso sostenible abordamos el cultivo y la domesticación. Durante dos años de viverización evaluamos el efecto de la fertilización sólida inorgánica en la supervivencia, morfología y estado nutricional de plantines propagados de semillas. Aplicamos 4 tratamientos de fertilización: Control, sin fertilizante; Nitrato, una dosis de nitrato de amonio; Triple 1, una dosis de Triple 15; Triple 2, dos dosis de Triple 15 separadas 30 días entre sí. El primer año la dosis fue 1 g y el segundo 2 g por envase. El experimento se dispuso en 5 bloques, 10 plantines por tratamiento y bloque, en el vivero de CIEFAP-Esquel. La supervivencia fue del 100%. El primer año el aporte de fertilizante incrementó la altura del vástago, diámetro de cuello y emisión de ramas. Luego de dos años, Triple 1 y Triple 2 presentaron mayor longitud de vástago que Control (Triple 1: 43,5 cm, Triple 2: 35,5 cm > Control: 35,5 cm), sin diferencias en el diámetro de cuello (media 8,5 cm). Al finalizar el ensayo, la biomasa total varió entre 15,2 g y 23,3 g entre tratamientos, sin diferencias significativas. Los parámetros morfológicos y de nutrición cuantificados son una referencia para definir índices de calidad de plantines de calafate producidos en viveros de la región.

Palabras clave: reproducción de calafate, crecimiento inicial, biomasa, análisis foliar, frutales nativos.

Abstract

Calafate (*Berberis microphylla* G. Forst.) is a native shrub widely distributed in Patagonia. It produces edible fruits with excellent nutritional properties and high antioxidant capacity. Harvesting fruits from wild populations without good practices poses risks of overexploitation and degradation of the resource. To achieve sustainable use, we addressed its cultivation and domestication. During two years of nursery, we evaluated the effect of solid inorganic fertilization on the survival, morphology, and nutritional status of seedlings propagated from seeds. We applied 4 treatments of fertilization: Control, without fertilizer; Nitrate, a dose of ammonium nitrate; Triple 1, a dose of Triple 15; Triple 2, two doses of Triple 15 separated 30 days from each other. In the first year the dose was 1 g and in the second 2 g per container. The experiment was set in 5 blocks, with 10 seedlings per treatment and block, in the CIEFAP-Esquel nursery. Survival was 100%. In the first year, the contribution of fertilizer increased the height of the stem, collar diameter, and emission of branches. After two years, Triple 1 and Triple 2 had longer stems than Control (Triple 1: 43.5 cm, Triple 2: 35.5 cm > Control: 35.5 cm), without differences in collar diameter (mean 8.5 cm). At the end of the trial, the total biomass varied between 15.2 g and 23.3 g among treatments, without significant differences. The quantified morphological and nutritional parameters are a reference to define quality indices of calafate seedlings produced in nurseries of the region.

Keywords: calafate reproduction, initial growth, biomass, foliar analysis, native fruits

INTRODUCCIÓN

El calafate (*Berberis microphylla* G. Forst.) es un arbusto ampliamente distribuido en la región Patagónica, desde la provincia de Neuquén hasta Tierra del Fuego (Landrum, 1999). Crece formando matas densas tanto en ambientes de bosque, como en el ecotono y en la estepa, donde cumple numerosas funciones ecológicas como protección y aporte de nutrientes al suelo, regulación del ciclo del agua, refugio y alimento para la fauna silvestre (Domínguez et al., 2017). Asimismo, genera micrositios para la germinación de propágulos de especies vegetales valiosas las cuales con un buen manejo pueden volver a repoblar campos degradados (Bottini, 2000; Domínguez et al., 2017; Bustamante et al., 2021). Además de esta importancia ambiental, produce frutos comestibles con propiedades nutricionales y alto valor antioxidante, cuya recolección se realiza de poblaciones silvestres con una demanda en paulatino aumento (Arenas y Curvetto, 2008; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2018).

La cosecha de frutos de poblaciones silvestres sin incorporar técnicas de manejo sostenible puede significar una sobreexplotación de las mismas con la consiguiente degradación del recurso (Falen Horna y Honorio Coronado, 2018). Para evitar lo anterior, es necesario trabajar en la protección y conservación de la diversidad genética, así como en la domesticación de la especie, experimentando pautas de cultivo con manejo agronómico en vivero, y el establecimiento en plantación (Urretavizcaya et al., 2022).

En la etapa de viverización se pueden llevar a cabo diversas prácticas culturales con el objetivo de obtener plantas de calidad. Una de ellas es la fertilización que además de incrementar el crecimiento vegetativo, genera otras ventajas comparativas como la obtención de plantas más homogéneas en menor período de tiempo, con mayor probabilidad de adaptación a las condiciones de campo (Mexal, 2012). Para lograr el manejo nutricional adecuado es necesario conocer la respuesta de la especie con la cual se trabaja, a efectos de proporcionar las dosis necesarias sin provocar déficit o toxicidad (Basave-Villalobos, 2021).

La producción de plantines de calafate en los viveros de la región patagónica argentina es una actividad reciente, por lo cual los antecedentes sobre su crecimiento y manejo en la etapa de viverización son escasos. Solo existen antecedentes sobre desarrollo vegetativo y producción de frutos en plantas propagadas a partir de rizomas en Tierra del Fuego (Arenas et al., 2017), pero la información es acotada sobre viverización de plantas producidas a partir de semillas. El objetivo de este estudio fue evaluar durante la etapa de viverización el efecto de la fertilización sólida inorgánica en la supervivencia y morfología de los plantines de calafate propagados a partir de semillas, y describir su estado nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

SITIO DE ESTUDIO

El trabajo se realizó en el vivero experimental del Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), Esquel, Chubut, Argentina (42°55'50,3"S, 71°55'51,3"O). La temperatura media del mes más cálido (enero) es 15,4 °C, la del mes más frío (julio) es 1,7 °C, y la media anual es de 8,6 °C; sin periodo libre de heladas según Estadísticas climáticas Normales del SMN- periodo 1991-2020 (Servicio Meteorológico Nacional, 2023).

MATERIAL VEGETAL

El ensayo se llevó a cabo con plantines de un año, cultivados a partir de semilla de procedencia Esquel. El mismo comprendió dos ciclos de crecimiento, desde septiembre de 2017 a mayo de 2019, durante los cuales los plantines se mantuvieron al aire libre. En el primer ciclo (septiembre 2017-mayo 2018) los plantines se desarrollaron en envases de polietileno de 900 cm³ con un sustrato de tierra y arena volcánica (2:1). En invierno de 2018 se trasvasaron a envases de 5 litros, con similar sustrato. Las propiedades químicas del sustrato fueron 6,5 de pH, 0,049 mS cm⁻¹ de conductividad eléctrica (CE) y 5% de materia orgánica (MO).

TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN

Se seleccionaron dos fertilizantes inorgánicos altamente solubles en agua, de fácil aplicación y accesibles en el mercado local. Los mismos fueron Nitrato de amonio (33,5-0-0) y Triple 15 (15-15-15). Los tratamientos fueron los siguientes: Control (T1): 0 dosis de fertilizante; Nitrato (T2): 1 dosis de nitrato de amonio; Triple 1 (T3): 1 dosis de Triple 15; Triple 2 (T4): 2 dosis de Triple 15, separadas 30 días entre sí.

En el primer ciclo de crecimiento se aplicó 1 g de fertilizante por envase, el 5 de diciembre de 2017 durante la fase de emisión y elongación de brotes. En el segundo ciclo, dado el mayor volumen de los envases, se aplicaron 2 g de fertilizante, el 29 de octubre de 2018 durante la fase de foliación. Por lo tanto, al final del ensayo, T2 recibió 1 g de N, T3 recibió 0,45 g de N, 0,20 g de P y 0,38 g de K y T4 recibió 0,90 g de N, 0,40 g de P y 0,75 g de K. Las aplicaciones coincidieron con la fase de cultivo de crecimiento rápido de los plantines (Dumroese et al., 2012).

DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se dispuso en el exterior del vivero del CIEFAP, en bloques al azar, con cinco réplicas. En cada bloque se emplearon 10 plantas por tratamiento, por lo cual se emplearon 50 plantas por tratamiento y un total de 200 plantas en el ensayo. La disposición en bloques se realizó para disminuir el posible efecto de diferencias asociadas al riego por aspersión y a factores ambientales.

VARIABLES EVALUADAS

En cinco plantas individualizadas de cada repetición, que corresponde a 25 plantas por tratamiento, se registró la altura del vástago más largo (cm), diámetro del cuello (mm), número de plantas con ramas laterales y número de ramas mayores a 10 cm por planta al inicio del ensayo (noviembre 2017) y al final de cada ciclo de crecimiento (mayo 2018 y mayo 2019). En las mismas fechas se registró la supervivencia. Al final del ensayo se seleccionaron al azar cinco plantas por tratamiento (una por bloque) que se procesaron en el laboratorio. Se evaluó altura del vástago más largo (cm), diámetro a nivel del cuello (mm), número de ramas mayores a 10 cm, longitud de raíz (cm), peso seco aéreo (g), y peso seco radical (g). Se determinó el área foliar específica (AFE) para la cual se tomó una muestra de 4 hojas por planta, se escanearon para obtener el área y se secaron a estufa por obtener su peso individual. Se calculó la relación altura (cm)/diámetro del cuello (mm) conocida como índice de esbeltez (IE) y la relación peso seco aéreo/peso seco de las raíces (PSA/PSR) (Birchler et al., 1998; Haase, 2007). En abril de 2019 se tomó una muestra compuesta de hojas maduras por tratamiento y se realizó análisis foliar según el protocolo de Sadzawka et al. (2004). Por calcinación en mufla a 500°C se determinó % carbono orgánico (CO) y luego con dilución de cenizas en HCL se extrajeron fósforo (P), calcio (Ca), potasio (K), magnesio (Mg) y sodio (Na) (Sadzawka et al., 2004). La determinación de P se realizó por el método colorimétrico en espectrofotómetro (Bray y Kurtz, 1945); la de K y Na por lectura directa en fotómetro de llama (Black, 1965); y la de Ca y Mg por complexometría (Richter et al. 1982). El nitrógeno total (Nt) se determinó por digestión con ácido sulfúrico, salicílico y catalizador a 380 °C (Sadzawka et al., 2004), con destilación y titulación por el método de Kjeldahl (Bremner, 1960).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las variables morfológicas medidas se utilizó análisis de la varianza, para lo cual previamente se corroboraron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Las diferencias entre medias fueron contrastadas con el método de comparación múltiple de Tukey ($\alpha=0,05$). Respecto a la concentración de nutrientes foliares, al tener sólo una muestra por tratamiento, se determinó el coeficiente de variación (CV) como medida descriptiva. Se utilizó el programa estadístico Infostat.

RESULTADOS

La supervivencia de los plantines fue del 100% en todos los tratamientos en los dos ciclos que duró el ensayo. Al inicio del estudio, antes de la fertilización, los plantines presentaban similar longitud de vástago mayor, pero diferente diámetro de cuello ($p=0,003$), con mayor valor en control respecto a Triple 1 y Triple 2. La fertilización evaluada generó al final del primer ciclo de crecimiento plantas de mayor longitud del vástago principal ($p=0,006$) y mayor diámetro de cuello ($p<0,0001$) en comparación con el testigo (Tabla 1). Dicha tendencia del desarrollo vegetativo se mantuvo durante el segundo ciclo de crecimiento ($p=0,031$) para Triple 1 y Triple 2 en la longitud de vástago, sin diferencias estadísticamente significativas en el diámetro de cuello.

TABLA 1

Valores (media $\pm$ error estándar) de variables monitoreadas en ensayo de fertilización en calafate (*Berberis microphylla*) al inicio y al finalizar el primer y segundo ciclo de crecimiento en vivero. AV +largo= Altura del vástago más largo, DC= Diámetro del cuello. Valores en la misma columna con igual letra no difieren significativamente. Contraste a posteriori según Tukey, $p < 0,05$.

Trat.	Inicio del ensayo (Nov.2017)		Final 1er.ciclo (May.2018)		Final 2do. ciclo (May.2019)	
	AV +largo (cm)	DC (mm)	AV +largo (cm)	DC (mm)	AV +largo (cm)	DC (mm)
Control	4,1 $\pm$ 0,3 a	1,60 $\pm$ 0,1 c	12,7 $\pm$ 1,1 a	2,53 $\pm$ 0,2 a	35,5 $\pm$ 2,4 a	7,99 $\pm$ 0,3 a
Nitrato	4,4 $\pm$ 0,3 a	1,54 $\pm$ 0,1 bc	17,8 $\pm$ 1,1 b	3,43 $\pm$ 0,2 b	37,4 $\pm$ 2,2 ab	8,62 $\pm$ 0,3 a
Triple 1	4,1 $\pm$ 0,4 a	1,20 $\pm$ 0,1 ab	17,9 $\pm$ 1,2 b	3,55 $\pm$ 0,2 b	43,5 $\pm$ 2,6 b	8,96 $\pm$ 0,3 a
Triple 2	4,3 $\pm$ 0,4 a	1,27 $\pm$ 0,1 a	17,7 $\pm$ 1,4 b	3,53 $\pm$ 0,1 b	43,1 $\pm$ 2,2 b	8,57 $\pm$ 0,3 a

Al inicio del ensayo las plantas presentaban un eje monopódico, sin ramas laterales. Durante el primer ciclo una proporción variable de plantines de cada tratamiento desarrolló ramas laterales, presentando el Nitrato mayor ($p=0,040$) número de ramas que control, mientras que Triple 1 y Triple 2 no se diferenciaron de los anteriores (Figura 1, A). Al final del segundo ciclo todos los plantines presentaron ramas laterales. Respecto al número de ramas mayores a 10 cm por planta, se registraron diferencias significativas en el primer ciclo ($p=0,045$) y en el segundo ciclo ($p=0,003$), presentando el Control los valores más bajos (Figura 1, B).

Los atributos morfológicos de los plantines cuantificados en laboratorio no presentaron diferencias significativas entre tratamientos al final de la etapa de vivero; no obstante se observó que el Nitrato presentó valores más elevados en los parámetros medidos excepto en el AFE, destacándose la biomasa total representada por el peso seco aéreo y radical (Tabla 2).

Respecto al análisis foliar, las concentraciones de los nutrientes por tratamiento se muestran en la Tabla 3. El coeficiente de variación entre tratamientos es muy bajo en CO, y salvo en Mg que es de 40,1 %, en el resto es menor al 20 %.

DISCUSIÓN

En este trabajo abordamos el estudio del desarrollo de plantines de calafate sometidos a distintos regímenes de fertilización, durante dos estaciones de crecimiento de cultivo en vivero. La especie presenta elevada germinación (Contardi y Urretavizcaya, 2020) y una alta supervivencia los primeros años en vivero, independientemente de la fertilización aplicada. Esto indica que el calafate no presenta dificultades para su propagación a través de semillas, y se ubica como una especie con alto potencial para restauración activa con distintos fines.

Las plantas respondieron positivamente a la fertilización, particularmente al finalizar el primer año. La longitud del vástago se triplicó en el tratamiento control y cuadruplicó en los tratamientos con fertilizante. Aún con un mayor diámetro de cuello inicial, el crecimiento del tratamiento control fue menor al resto. Éste aumentó 1,6 veces en el control mientras que en plantines fertilizados aumentó de 2,2 a 3 veces. Al finalizar el segundo año los tratamientos de una y dos dosis de Triple 15, presentaron mayor longitud de vástago que el control, mientras que el tratamiento Nitrato presentó un valor intermedio. El tratamiento de dos dosis de fertilizante Triple 15, no generó un mayor desarrollo de los plantines. En *Berberis thunbergii*, especie que se cultiva como ornamental en países templados del Hemisferio Norte, se encontraron resultados similares, concluyendo que las dosis medias de fertilizante fueron más eficientes para el desarrollo de las plantas (Bąbelwski et al., 2017). Al aplicar fertilizantes es pertinente mantener un balance entre el aporte de nutrientes y los requerimientos de la especie, para evitar excesos que pueden generar problemas en el ambiente a largo plazo.

En la producción de plantas forestales en vivero se prioriza el desarrollo de plantas monopódicas, en cambio, cuando se trabaja con especies frutales y/u ornamentales el desarrollo de ramas es un atributo buscado (Di Benedetto, 2010; Urbina et al., 2006). En este estudio los plantines fertilizados presentaron mayor número de ramas respecto al control. Plantas con un mayor número de ramas son deseables por que potencialmente tendrán mayor probabilidad de sostener yemas florales y dar frutos. Por otra parte, una planta con numerosas ramas ofrece mayor alternativa para la poda de formación respecto a plantas monopódicas o de escaso desarrollo vegetativo (Ojer et al., 2011).

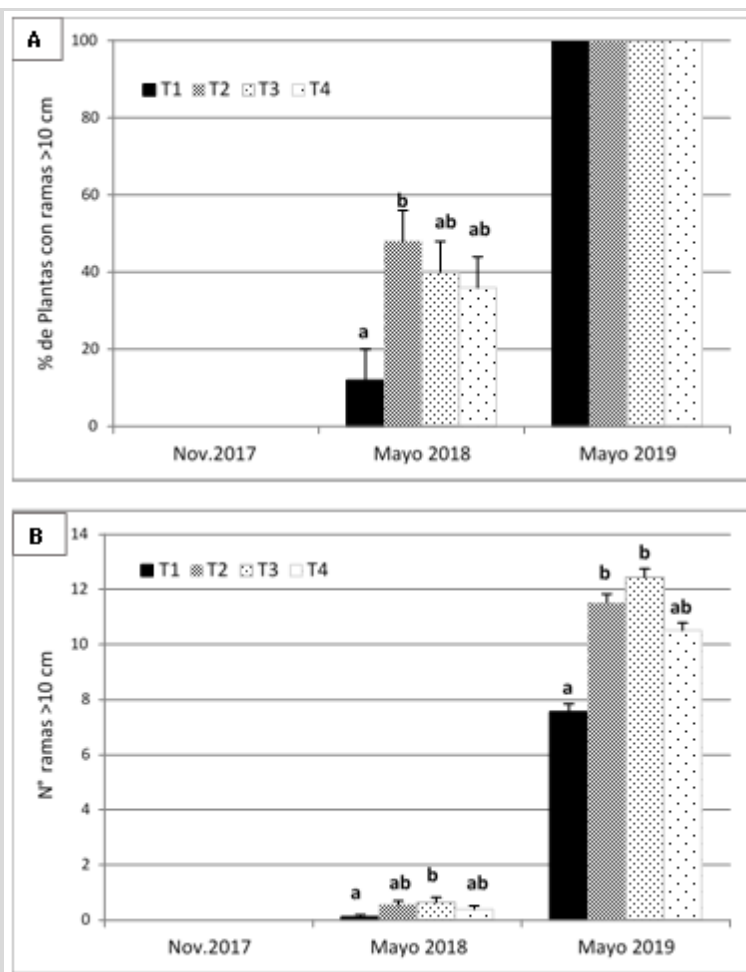


FIGURA 1

A) Porcentaje de plantas con ramas mayores a 10 cm, y B) Número de ramas mayores a 10 cm por planta en noviembre de 2017, mayo 2018 y mayo 2019. T1= control no fertilizado, T2= plantas fertilizadas con nitrato de amonio, T3= plantas fertilizadas con una dosis de Triple 15 y T4= plantas fertilizadas con dos dosis de Triple 15. Tratamientos con letras similares no difieren entre sí ($p>0,05$).

TABLA 2

Valores (media $\pm$ error estándar) de variables medidas en laboratorio en plantas de calafate (*Berberis microphylla*) al final del segundo ciclo de crecimiento (PSA= Peso seco aéreo, PSR= Peso seco raíz, AFE= Área foliar específica, IE= Índice de esbeltez, PSA/PSR= Cociente peso seco aéreo/peso seco raíz). Valores en la misma columna con igual letra no difieren significativamente. Contraste a posteriori según Tukey, $p<0,05$.

Trat.	PSA (g)	PSR (g)	IE	PSA/PSR	AFE (cm ² /g)
Control	9,4 $\pm$ 1,7 a	7,9 $\pm$ 1,5 a	4,5 $\pm$ 0,5 a	1,22 $\pm$ 0,1 a	78,2 $\pm$ 5,4 a
Nitrato	10,2 $\pm$ 4,3 a	7,7 $\pm$ 0,7 a	5,5 $\pm$ 0,8 a	1,34 $\pm$ 0,2 a	80,7 $\pm$ 4,7 a
Triple 1	12,7 $\pm$ 2,6 a	10,5 $\pm$ 3,5 a	6,4 $\pm$ 0,5 a	1,42 $\pm$ 0,2 a	71,0 $\pm$ 4,1 a
Triple 2	8,9 $\pm$ 1,5 a	6,3 $\pm$ 0,9 a	5,5 $\pm$ 0,2 a	1,39 $\pm$ 0,1 a	64,5 $\pm$ 2,7 a

TABLA 3

Concentración de nutrientes en hojas maduras de plantines de calafate (*Berberis microphylla*) al final del segundo ciclo de crecimiento (abril 2019), cultivados con distintos tratamientos de fertilización.

Trat.	CO %	N total %	C/N	P %	K %	Ca %	Mg %	Na (mg/kg)
Control	55,9	1,43	43,1	0,047	0,42	0,40	0,15	1091,2
Nitrato	55,9	1,80	33,9	0,034	0,33	0,36	0,38	780,6
Triple 1	55,8	1,63	34,7	0,033	0,35	0,31	0,20	802,0
Triple 2	55,2	2,03	27,2	0,034	0,32	0,35	0,31	925,6
CV (%)	0,6	14,8	18,8	18,1	12,7	10,4	40,1	15,9

El índice de esbeltez (IE) es un indicador de las condiciones de cultivo y del posterior comportamiento en terreno al relacionarse con su resistencia a daños físicos (Lanuza-Lanuza et al., 2021). En este ensayo los valores obtenidos entre 4,5 y 6,5, reflejan que la densidad de cultivo en vivero fue moderada, permitiendo un crecimiento equilibrado en altura y diámetro a nivel del cuello resultando en plantas robustas con alta tolerancia a soportar condiciones adversas (Haase, 2007; Fontana et al. 2018). Teniendo en cuenta el IE en conjunto con el cociente PSA/PSR obtenido, que fue menor a 1,5, se puede esperar un buen comportamiento en plantación ya que son valores indicativos de plantas vigorosas, robustas, con un buen balance entre la superficie transpirable y la absorbente, y por lo tanto, con capacidad para adaptarse a los ambientes donde serán implantadas (Birchler et al., 1998; Mexal, 2012; Rueda-Sánchez et al., 2014).

La biomasa total luego de dos años de cultivo fue similar a la registrada por Rago et al. (2022) para plantines de la misma edad. La falta de diferenciación entre tratamientos en cuanto a crecimiento y distribución de biomasa podría estar asociada a la escasa diferencia entre los niveles de fertilización planteados, así como por la alta plasticidad fenotípica del calafate que puede generar una alta heterogeneidad del material vegetal (Radice et al., 2018). El AFE es una variable fisiológica relacionada con la producción de materia seca y expansión de las hojas, y consecuentemente con la intercepción de luz y la actividad fotosintética (Scheepens et al., 2010). Esta variable no se diferenció entre las plantas control y las que recibieron fertilización, similar a lo reportado en estudios de *Chenopodium quinoa* y *Eucalyptus pellita* (González et al., 2015; Wirabuana et al., 2019). Sin embargo, otros investigadores han encontrado una relación positiva entre el AFE y plantas que crecieron con mayores dosis de nutrientes (Chang, 2003; Manter et al., 2005). En este sentido sería necesario continuar con estudios para profundizar la relación entre AFE y la nutrición en calafate.

Las concentraciones de los nutrientes foliares se encuentran en los rangos reportados para plantas de calafate adultas silvestres del sur de Chile (Ojeda et al., 2017). Para calafate, como para otras especies silvestres de Patagonia argentina, no se cuenta con patrones de referencia sobre el estado nutricional. Las concentraciones de nutriente obtenidas en este estudio, si bien no permitieron realizar un análisis estadístico entre tratamientos, podrían interpretarse como valores de referencia para la especie cultivada hasta que se disponga de rangos óptimos que permitan determinar una suficiencia o insuficiencia de nutrientes.

CONCLUSIÓN

La fertilización incrementó los atributos morfológicos principalmente el primer año, destacándose el aumento de la biomasa aérea y radical sin generar un desbalance entre ambas fracciones, ni efectos adversos. Los parámetros morfológicos y de nutrición cuantificados pueden ser tomados como referencia para definir índices de calidad de plantines de calafate, especie de gran potencial para ser incorporada a emprendimientos productivos, por el valor de sus frutos, así como en restauración teniendo en cuenta todas sus funciones ecosistémicas.

Es relevante continuar el estudio estableciendo los plantines en terreno y prolongar su monitoreo con la finalidad de validar los resultados aquí obtenidos. También es recomendable realizar otras experiencias alternativas de fertilización, particularmente con productos orgánicos.

Agradecimientos

Agradecemos a Cristian Huisca y Mariana Elbaum por su colaboración en los trabajos de laboratorio, y a Melanie Paz y Stefano Gianolini por su asistencia en los trabajos de vivero. Este trabajo fue financiado por el Proyecto Estratégico de CIEFAP P7A11804 Manejo y cultivo de bayas patagónicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Arena, M. E. y Curvetto, N. (2008). *Berberis buxifolia* fruiting: Kinetic growth behavior and evolution of chemical properties during the fruiting period and different growing seasons. *Scientia Horticulturae*, 118, 120-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2008.05.039>
- Arena, M. E., Postemsky P. y Curvetto, N. (2017). Changes in the phenolic compounds and antioxidant capacity of *Berberis microphylla* G. Forst. berries in relation to irradiance and fertilization. *Scientia Horticulturae*, 218, 63-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.02.004>
- Babelewski, P., M. Pancerz y Dębicz, R. (2017). Influence of geocomposite application on biomass production, nutritional status of plants and substrate characteristics in container nursery production of *Rosa* cv. White Meidiland and *Berberis thunbergii* cv. Green Carpet. *Journal of Elementology*, 22, 1095-1106. <http://dx.doi.org/10.5601/jelem.2016.21.3.1144>
- Basave-Villalobos, E. D. C. (2021). *Prácticas culturales de vivero enfocadas a producir planta de calidad en especies forestales nativas de la Selva Baja Caducifolia*. [Tesis de Doctorado, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/7505567>
- Birchler, T., Rowse, R. W., Royo, A. y Pardos, M. (1998). La planta ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Investigación Agraria Sistemas de Recursos Forestales*, 7(1- 2), 109-121.
- Black, C. A. (1965). *Methods of soil analysis Part 2. Chemical and microbiological properties*. American Society of Agronomy, Inc, Publisher.
- Bottini, M. C. J. (2000). *Estudios multidisciplinarios en las especies Patagónicas Argentinas del género Berberis L. (Berberidaceae)*. [Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires]. https://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n3284_Bottini
- Bray, R. H. y Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59, 39-45. <https://doi.org/10.1097/00010694-194501000-00006>
- Bremner, J. M. (1960). Determination of Nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *The Journal of Agricultural Science*, 55, 1-23. <https://doi.org/10.1017/S0021859600021572>
- Bustamante, G., Soler, R. M., Blazina, P. y Arena, M. (2021). Association between native tree sapling and spiny shrub mitigates browsing damage produced by large herbivores in fire-degraded forests. *Flora*, 285, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2021.151938>
- Chang, S. X. (2003). Seedling sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.) half-sib family response to N and P fertilization: growth, leaf area, net photosynthesis and nutrient uptake. *Forest Ecology and Management*, 173, 281-291. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00007-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00007-5)
- Contardi, L. y Urretavizcaya, M. F. (2020). Características de frutos y semillas de especies nativas patagónicas con potencial para la restauración ecológica e interés multipropósito. *Naturalia*, 16, 24-42. <http://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/naturalia/index.php/2023/05/21/naturalia-patagonica-volumen-16-2020/>
- Di Benedetto, A. (2010). *Cultivo intensivo de especies ornamentales. Bases científicas y tecnológicas*. Editorial Facultad de Agronomía de Buenos Aires.
- Domínguez, E., McLeod, C., Pino, M. T., Sepúlveda, P., Águila, K. y Ojeda, A. (2017). *Funciones y servicios del calafate en la región de Magallanes*. *Informativo INIA Kampenaike*, 67. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/4679>
- Dumroese, R. K., Jacobs, D. F. y Wilkinson, K.M. (2012). Fases de cultivo: establecimiento y crecimiento rápido. En L. Contardi, H. Gonda, G. Tolone, J. Salimbeni (Coords). *Producción de plantas en viveros forestales* (pp. 133-141). Ed. CFI-CIEFAP-UNPSJB.
- Falen Horna, L. Y. y Honorio Coronado, E. N. (2018). Evaluación de las técnicas de aprovechamiento de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) en el distrito de Jenaro Herrera, Loreto, Perú. *Folia Amazonica* 27, 131-150. <https://doi.org/10.24841/fa.v27i2.443>
- Fontana M., Pérez V. y C. Luna. (2018). Efecto del origen geográfico en la calidad morfológica de plantas de *Prosopis alba* (Fabaceae). *Revista de Biología Tropical*, 66, 593-604. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33383>

- González J. A., Erazzu, L. E., Buedo, S. E., Blanco, M. R., Martinez, I. y Prado, F. E. (27 a 30 de mayo de 2015). *Efecto de la fertilización nitrogenada orgánica sobre el crecimiento y parámetros fotosintéticos en dos variedades de quinoa cultivadas en Amaicha del Valle (Tucumán, Argentina)*. [Presentación a congreso]. V Congreso Mundial de Quinoa, y II Simposio Internacional de Granos Andinos. Jujuy, Argentina. <https://www.lillo.org.ar/node/1871>
- Haase, D. L. (2007). Morphological and physiological evaluations of seedling quality. En: Dumroese, R. K., Riley, L. E., y Landis, T. D. (Eds.). *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations--2004* (p. 3-8). University of Illinois Library.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2018). Protocolos estandarizados para la valorización de frutos nativos del PROCISUR frente a la creciente demanda por ingredientes y aditivos especializados (carotenoides, antocianinas y polifenoles). En Pino, M.T; Domínguez, E.; Saavedra, J. (Eds). *Programa Cooperativo para el Desarrollo Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur* (pp. 45). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Landrum, L. R. (1999). Revision of *Berberis* (Berberidaceae) in Chile and Adjacent Southern Argentina. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86, 793-834. <http://dx.doi.org/10.2307/2666170>
- Lanuza-Lanuza, O. R., Peguero, G., Vilchez-Mendoza, S. y Casanoves, F. (2021). Efecto del riego y la fertilización sobre la calidad de plántulas forestales con potencial uso para restauración del bosque tropical seco. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 18, 18-28. <https://dx.doi.org/10.18845/rfmk.v19i43.5805>
- Manter, D. K., Kavanagh, K. L. y Rose, C. L. (2005). Growth response of Douglas-fir seedlings to nitrogen fertilization: importance of Rubisco activation state and respiration rates. *Tree Physiology*, 25, 1015-1021. <https://doi.org/10.1093/treephys/25.8.1015>
- Mexal, J. (2012). Calidad de plantines: Atributos morfológicos. En L. Contardi, H. Gonda, G. Tolone, J. Salimbeni (coords). *Producción de plantas en viveros forestales* (pp. 41-51) CFI- CIEFAP-UNPSJB. Buenos Aires.
- Ojeda, A., Hirzel, J., Pino, M. T., McLeod, C. y Águila M. K. (2017) Composición y evolución nutricional del calafate en la región de Magallanes. *Informativo INIA Kampenaike*. 68. <https://hdl.handle.net/20500.14001/4680>
- Ojer, M., Gabino Reginato, G., Vallejos, F. y Boulet, A. (2011). Poda de formación y producción. En M. Ojer (Ed.). *Producción de duraznos para la industria* (pp. 79-94). FCA Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.
- Radice, S., Alonso, M. y Arena, M. (2018). *Berberis microphylla*: a species with phenotypic plasticity in different climatic conditions. *International Journal of Agriculture and Biology*, 20, 2221-2229. <http://dx.doi.org/10.17957/IJAB/15.0768>
- Rago, M. M., Urretavizcaya, M. F. y Defossé, G. (2022). Responses of native plants of the Patagonian steppe to reduced solar radiation caused by exotic coniferous plantations: A nursery approach. *European Journal of Forest Research*, 142, 301–315. <https://doi.org/10.1007/s10342-022-01523-y>
- Richter, M., Conti, M. y Maccarini, G. (1982). Mejoras en la determinación de cationes intercambiables y capacidad de intercambio catiónico en los suelos. *Revista Facultad de Agronomía*, 3(2), 145-155.
- Rueda-Sanchez, A., Benavides-Solorio, D., Saenz-Reyez, J., Munoz Flores, H. J., Prieto-Ruiz, J. A. y Orozco Gutierrez, G. (2014). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5, 58-73.
- Sadzawa, A., Grez, R., Carrasco, M. A. y Mora, M. L. (2004). *Métodos de Tejidos Vegetales*. Comisión de Normalización y Acreditación, Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. Chile.
- Scheepens, J. F., Frei, E. S. y Stöcklin, J. (2010). Genotypic and environmental variation in specific leaf area in a widespread Alpine plant after transplantation to different altitudes. *Oecologia*, 164, 141–150. <http://doi.org/10.1007/s00442-010-1650-0>.
- Servicio Meteorológico Nacional (2023). Monitoreo climático. Estadísticas climatológicas Normales - periodo 1991-2020. Recuperado en septiembre de 2023 de <https://www.smn.gob.ar/clima/vigilancia>
- Urbina, V., Dalmases, J. y Pascual, M. (2006). Nuevas tendencias en las plantas de vivero de frutales. *Vida Rural*, 235, 46-52.
- Urretavizcaya, M. F., Contardi, L.T., Caselli, M., Gianolini, S., Bertotti, L., Alonso, V. y Huisca, C. (30 de marzo al 1 de abril de 2022). *Manejo Sostenible del Calafate en Chubut: Rendimiento en Poblaciones Silvestres y Establecimiento en Plantaciones para Producción* [Póster]. VI Jornadas Forestales Patagónicas El rol de los bosques en un mundo diferente (pp. 353-357) Bariloche, Argentina.

Wirabuana, P. Y. A. P., Sadono R. y Juniarso, S. (2019). Fertilization Effects on Early Growth, Aboveground Biomass, Carbon Storage, and Leaf Characteristics of *Eucalyptus pellita* F. Muell. in South Sumatera. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, (3), 154. <https://doi.org/10.7226/jtjm.25.3.154>