



# RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA DIAGONAL ÁRIDA DE LA ARGENTINA



4

Adriana Elizabeth Ortín Vujovich – Nélida Marcela Romero – Juan Carlos Godoy – Nora Di Salvo

Editores

# RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA DIAGONAL ÁRIDA DE LA ARGENTINA



**Editores:**

Adriana Elizabeth Ortín Vujovich

Nélida Marcela Romero

Juan Carlos Godoy

Nora Di Salvo

# RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA DIAGONAL ÁRIDA DE LA ARGENTINA

1° Edición – Salta 2020

Editores:

Adriana Elizabeth Ortín Vujovich - Nélica Marcela Romero - Juan Carlos Godoy - Nora Di Salvo

Diagramación:

Nélica Marcela Romero

Diseño de tapa y contratapa:

Nora Di Salvo

Diseño de portada de secciones y fotografía contratapa:

Juan Carlos Godoy

Fotografía de tapa:

Adriana Elizabeth Ortín Vujovich

Trabajos voluntarios correspondientes al IV Taller Regional sobre Rehabilitación y Restauración en la Diagonal Árida de la Argentina y I Taller Internacional de Restauración Ecológica – Salta, Argentina, 2018.

Restauración ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina / Adriana Elizabeth Ortín Vujovich... [et al.]; editado por Adriana Elizabeth Ortín Vujovich... [et al.]- 1ª ed.- Salta: Adriana Elizabeth Ortín Vujovich, 2020.  
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-86-7901-3

1. Restauración. 2. Ecología. 3. Zonas Áridas. I. Ortín Vujovich, Adriana Elizabeth.  
CDD 577.0982



## REVISORES INVITADOS

Dr. Publio A. ARAUJO

Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Dra. Ana Belén CISNEROS

Instituto de Bionanotecnología del NOA (INBIONATEC).

Dr. Antonio Daniel DALMASSO

Profesional Principal CONICET- Grupo de Geobotánica y Fitogeografía. IADIZA.

Dr. José Antonio DÍAZ ZÍRPOLO

Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNSE.

Arq. Nora DI SALVO

Restauradora Ecológica de la Escuela Cubana. CITMA.

Dra. Ana Cecilia DUFILHO

Universidad Nacional del Comahue.

Dr. Héctor Daniel ESTELRICH

Prof. Asociado Ecología Vegetal. Facultad de Agronomía. UNLPam.

Dra. Mariela FABBRONI

Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.

Dra. María Eugenia FIGUEROA

Universidad Nacional de Santiago del Estero.

MSc. Juan Carlos GODOY

Universidad Nacional de Salta. Sede Regional Orán.

Dra. Sofía Laura GONZÁLEZ

INIBIOM. Universidad Nacional del Comahue.

Dra. Soledad MOLARES

CIEMEP (Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica). CONICET  
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Dra. Paula MELI

Universidad de La Frontera; Chile.

Dra. Juana MOGLIA  
Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Dr. Ernesto Francisco Atilio MORICI  
Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa.

MSc. Adriana E. ORTÍN VUJOVICH  
Universidad Nacional de Salta.

Mag. Vivien PENTREATH  
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Mag. Héctor Alejandro REGIDOR  
Universidad Nacional de Salta.

Dra. Adriana E. ROVERE  
INIBIOMA (CONICET, Universidad Nacional del Comahue). Universidad Nacional de Río Negro.

Dr. Martín Gonzalo SIROMBRA  
Facultad de Ciencias Naturales e Inst. Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.

Dr. Ramón Alberto SOSA  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa.

Dra. Carla Etel SUÁREZ  
Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de La Pampa.

Un especial agradecimiento a la Dra. Adriana Rovere, quien desinteresadamente, además de haber participado como revisora y autora, brindó generosamente su apoyo y colaboración poniendo a disposición su vasta experiencia para lograr la publicación de este libro y aportar así a la restauración de nuestros valiosos ecosistemas nativos.



## ÍNDICE

<b>SECCIÓN I. INTRODUCCIÓN</b>	
<b>Capítulo 1.</b> Presentación y desarrollo del IV Taller Regional de Rehabilitación y Restauración en la Diagonal Árida de Argentina y I Taller Internacional de Restauración Ecológica Rovere, A.E.; Ortín Vujovich, A.E.; Di Salvo, N.A. y Godoy, J.C.	<b>12</b>
<b>Capítulo 2.</b> Salidas post taller: cuatro estudios de caso de restauración o rehabilitación en los alrededores de Salta (Argentina) Godoy, J.C.; Di Salvo, N.A.; Ortín Vujovich, A.E.; Croce, J.; Quintero, D.I.; Marconi, P.; Berrios, V.S. y Abdo, M.	<b>17</b>
<b>Capítulo 3.</b> Desarrollo y actividades de restauración ecológica en el nodo NOA (Argentina) Di Salvo, N.A.; Ortín Vujovich, A.E.; Casimiro, S.A.; Ferreira Padilla, S.E.; Godoy, J.C.; Marconi, P. y Rovere, A.E.	<b>27</b>
<b>SECCIÓN II. INVESTIGACIÓN BÁSICA Y APLICADA PARA LA RESTAURACIÓN</b>	
<b>Capítulo 4.</b> Restauración de bosques incendiados en las Yungas de Jujuy, con énfasis en la recuperación del potencial productivo Balducci, E.D. y Speranza, F.C.	<b>36</b>
<b>Capítulo 5.</b> Restauración de antiguas chacras degradadas para producción silvopastoril Giordano, M.A.; Galeano, V.H. y Carrocino, E.B.	<b>44</b>
<b>Capítulo 6.</b> El efecto de borde en fragmentos de bosque en el Chaco Semiárido de Salta, Argentina Godoy, J.C.; Ortín Vujovich, A.E. y Yucra, B.	<b>53</b>
<b>Capítulo 7.</b> Hacia la identificación de un ecosistema de referencia para la Selva Pedemontana de Yungas Ortín Vujovich, A.E.; Godoy, J.C.; Tolaba, J.; Galarza, M.; Llanos, E.; Guerra, M.; Alcaraz, R.; Caballero, M. y Rodríguez Solano, E.A.	<b>62</b>
<b>Capítulo 8.</b> Explotación de palmares en el noroeste formoseño. Estrategias para un proceso de restauración Regidor, H.A. y Miller, M.	<b>73</b>
<b>Capítulo 9.</b> Cambios de la composición florística en la Selva Pedemontana de la cuenca del río Tartagal, Salta (1977-2018): importancia de su restauración Tinte, A.L.; Ortín Vujovich, A.E. y Ferreira Padilla, S.E.	<b>82</b>
<b>SECCIÓN III. INVESTIGACIÓN EN HUMEDALES Y ÁREAS DE RIBERA</b>	
<b>Capítulo 10.</b> Composición, riqueza, abundancia y diversidad específica de la vegetación riparia de un tramo del río Lorohuasi (Cafayate – Salta - Argentina) Alvarado, A.S.; Ferreira Padilla, S.E. y Fabbroni, M.	<b>91</b>
<b>Capítulo 11.</b> Caracterización de la vegetación del sector sur del salar de Cauchari, Provincia de Salta, Argentina Fiad, D.; Ortega, L.M.; Cardozo, A.L.; Jerez, M. y Pereyra, P.	<b>98</b>
<b>Capítulo 12.</b> Valoración de riberas fluviales en un tramo del río Lorohuasi, Cafayate (Salta, Argentina) Quintero, D.I.; Ferreira Padilla, S.E.; Rovere, A.E. y López de Azarevich, V.	<b>107</b>
<b>SECCIÓN IV. INVESTIGACIÓN EN LA ACTIVIDAD HIDROCARBURÍFERA Y MINERA</b>	
<b>Capítulo 13.</b> Ensayo experimental para la restauración de colas de mineral en la explotación del oro, San Juan, Argentina Dalmaso, A.D. y Márquez, J.	<b>116</b>

<b>Capítulo 14.</b> Evaluación de técnicas de restauración en locación petrolera Cerro Veneno, Malargüe, Argentina Navas Romero, A.; Herrera Moratta, M.A.; Duplancic, M.A.; Martínez Carretero, E. y Dalmaso, A.D.	<b>128</b>
<b>Capítulo 15.</b> Ensayos de ecotoxicidad y genotoxicidad para evaluar lodos de perforación derivados de la industria petrolera Pentreath, V.; González, E.; Laztra, E.; Chiarotto, M.; Mutti, C. y Herrera, A.	<b>141</b>
<b>SECCIÓN V. BIODIVERSIDAD DE MAMÍFEROS, AVES Y PECES</b>	
<b>Capítulo 16.</b> Principales bienes y servicios que brindaría la ictiofauna del río Atuel (La Pampa, Argentina) en un marco de restauración ambiental Del Ponti, O.D.; Pratts, P.B.; Berguño, A.A.; Marani, J.L. y Castro, M.	<b>151</b>
<b>Capítulo 17.</b> Evaluación temporal de la diversidad de aves en un paisaje fragmentado del Chaco Salteño Godoy, J.C. y Ortín Vujovich, A.E.	<b>159</b>
<b>Capítulo 18.</b> Comparación temporal y espacial de la ictiofauna en dos sitios urbanizados del río Arias (Salta) Romero, N.M.; Araoz, A.A.; Arambarri Salvadores, J.P.; Lamas, M.L. y Ceballos, S.F.	<b>167</b>
<b>Capítulo 19.</b> Diagnóstico de la diversidad de vertebrados de la Diagonal Árida Pampeana Sosa, R.A.; Del Ponti, O.D.; Bragagnolo, L.A. y Galmes, M.A.	<b>174</b>
<b>SECCIÓN VI. PROPAGACIÓN DE PLANTAS E IDENTIFICACIÓN DE PLÁNTULAS</b>	
<b>Capítulo 20.</b> Caracteres morfométricos de frutos y semillas del monte y germinación de <i>Parasenegalia visco</i> para rehabilitación de laderas y riberas Ferreira Padilla, S.E.; Subelza, C.R. y Pérez Arroyo, R.N.	<b>184</b>
<b>Capítulo 21.</b> Viverización de dos especies del género <i>Baccharis</i> con potencial uso en la rehabilitación de ambientes degradados Leyes, P.; Edwards, I.; Sánchez, G. y Riat, M.	<b>191</b>
<b>Capítulo 22.</b> Caracterización de plántulas de especies leñosas de la Selva Pedemontana de Yungas Ortín Vujovich, A.E.; Yapura, M.; Godoy, J.C.; Paniagua, M.; Tinte, A.L.; Alderete, L.; Borja, M. y Espinosa, P.	<b>198</b>
<b>Capítulo 23.</b> Avances en la propagación de <i>Viola columnaris</i> (Violaceae), especie herbácea de altura afectada por actividades recreativas de montaña Rey, M.; Riat, M. y Sánchez, G.	<b>207</b>
<b>Capítulo 24.</b> Metodología de propagación y cultivo de <i>Adesmia corymbosa</i> var. <i>corymbosa</i> (Fabaceae) para su recuperación en sitios alterados de Patagonia Rodríguez, N.; Riat, M. y Sánchez, G.	<b>215</b>
<b>SECCIÓN VII. RESTAURACIÓN Y REHABILITACIÓN EN ÁREAS PERIURBANAS</b>	
<b>Capítulo 25.</b> Bancos de semillas en taludes viales de la Estepa Patagónica: implicancias para la restauración Chichizola, G.A.; González, S.L. y Rovere, A.E.	<b>223</b>
<b>Capítulo 26.</b> Restauración de bordes de caminos: revisión de publicaciones, estado de artes y desafíos Chichizola, G.A. y Rovere, A.E.	<b>230</b>
<b>Capítulo 27.</b> Propuesta de restauración ecológica en el área de influencia de Planta Depuradora Norte, ciudad de Salta Moya, A.L. y Pasculli, M.N.	<b>238</b>
<b>Capítulo 28.</b> Xerojardinería en la estepa: capital natural en espacios verdes urbanos de San Carlos de Bariloche (Patagonia) Rovere, A.E. y Martínez, P.	<b>245</b>

<b>Capítulo 29.</b> Análisis de la invasión de <i>Melia azedarach</i> en la reserva municipal Laguna El Saladillo, Orán, Salta Ruiz, M.A.	<b>254</b>
<b>Capítulo 30.</b> Especies nativas potenciales para la remediación del ex vertedero de San Carlos de Bariloche (Argentina) Zenz, E.; Rovere, A.E. y Riat, M.	<b>262</b>
<b>SECCIÓN VIII: DESARROLLO TECNOLÓGICO E INDICADORES</b>	
<b>Capítulo 31.</b> Atributos de las costras biológicas para su uso en la restauración de ecosistemas Navas Romero, A.L.; Martínez Carretero, E. y Herrera Moratta M.A.	<b>270</b>
<b>Capítulo 32.</b> Propuesta de indicadores para el seguimiento de la restauración del río Mojotoro en el área afectada por planta de tratamiento de efluentes cloacales, Ciudad de Salta Pasculli, M.N. y Moya, A.L.	<b>284</b>
<b>Capítulo 33.</b> Especies de gramíneas como indicadoras de procesos de restauración o degradación en pastizales naturales patagónicos Quezada, M.; Rueter, B.; Buzzi, M.A.; González, T. y Rodríguez, F.J.	<b>291</b>
<b>Capítulo 34.</b> Ensayos en microparcels con simulador de lluvias para estimar erosión hídrica en Salta, Capital Ramírez, L.P. y Ferreira Padilla, S.E.	<b>300</b>
<b>Capítulo 35.</b> Validación de una metodología basada en indicadores BACIPS para medir la restauración ecológica en los yacimientos hidrocarburíferos de Patagonia Rueter, B.L.; Rodríguez, F.J.; González, T. y Quezada, M.L.	<b>306</b>
<b>Capítulo 36.</b> Tendencias de los estados de degradación de los pastizales áridos y semiáridos de Chubut Sorondo, M.; Behr, S.; Massara Paletto, V.; Clich, I.; Beider, A.; Bueno, G.; Caruso, C.; García Martínez, G. y Opazo, W.	<b>313</b>
<b>SECCIÓN IX. ASPECTOS SOCIO-CULTURALES Y PRODUCTIVOS</b>	
<b>Capítulo 37.</b> Educación ambiental: herramienta eficaz para el manejo de áreas ocupadas por <i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn (Mimosaceae), en Cuba Ballate Denis, D.	<b>321</b>
<b>Capítulo 38.</b> Hacia una integración: sociología ambiental y restauración Di Salvo, N.A.	<b>325</b>
<b>Capítulo 39.</b> Propuesta de restauración ecológica productiva socio-ambiental con especie nativa "tomate árbol" ( <i>Solanum betaceum</i> ) Di Salvo, N.A.	<b>331</b>
<b>Capítulo 40.</b> Percepción ambiental de la comunidad de Orán sobre la reserva Laguna El Saladillo e importancia para su restauración Gutiérrez, J.; Barrientos, I.; García, F.; Luna, V.; Ortín Vujovich, A.E. y Rosa, M.V.	<b>336</b>
<b>Capítulo 41.</b> Experiencia de restauración ecológica con participación de adultos mayores Lagos, L.J.; Pérez, D.R.; Farias O.; Gauna M.F.; Sánchez, C. y Fensel, M.	<b>346</b>
<b>Capítulo 42.</b> Actividades de divulgación y concientización para promover el manejo y la restauración de un ambiente degradado de la ciudad de Orán, Salta Nicolópulos, M.C.; Ruiz M.A.; Batallanos, R.; Arjona, L.; Gareca, E.; Ávila, M.; Barrientos, I.; Gutiérrez, J. y Ponce, E.	<b>356</b>

**Capítulo 43.** Gobernanza de la restauración ecológica a distintas escalas: global, regional, sub-nacional **365**

Zuleta, G.A.; Hamerlynck, O.; Liu, J.; Morales, N.; Dorado, A.; Rovere, A.E.; Espinoza-Mendoza, V.; Rescia, A.J.; Guida-Johnson, B. y Fernández Cuppari, M.

**SECCIÓN X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**Capítulo 44.** Conclusiones y recomendaciones del IV Taller Regional de Rehabilitación y Restauración en la Diagonal Árida de Argentina y I Taller Internacional de Restauración Ecológica **381**

Ortín Vujovich, A.E.; Godoy, J.C.; Di Salvo, N.A.; Rovere, A.E.; Romero, N.M.; Giordano, M.A.; Galeano, V.H.; Carrocino, E.B. y Sirombra, M.



## CAPÍTULO 23

### AVANCES EN LA PROPAGACIÓN DE *Viola columnaris* (Violaceae), ESPECIE HERBÁCEA DE ALTURA AFECTADA POR ACTIVIDADES RECREATIVAS DE MONTAÑA

Advances in the propagation of *Viola columnaris* (Violaceae), high altitude herbaceous species affected by recreational activities in mountain

Rey, M.; Riat, M. y Sánchez, G.

Universidad Nacional de Río Negro, Tecnicatura en Viveros, Sede Andina.

reymartinlucas@gmail.com

#### Resumen

El Cerro Catedral ubicado en S. C. de Bariloche, Río Negro, es considerado centro turístico para la práctica de deportes invernales y trekking. Estas actividades causan grandes impactos en el suelo y en la vegetación. *Viola columnaris* es una hierba perenne arrosetada muy susceptible al descalce por desprendimientos de suelo y rocas. Como aporte a su conservación, este trabajo brinda información para su propagación por métodos sexuales y asexuales. Se ensayaron distintos tratamientos pregerminativos: estratificación fría húmeda 60 días (EFH60) y 90 días (EFH90), inmersión en ácido giberélico durante 12 horas (AG1000 ppm), combinación entre EFH90 y AG500 ppm, sumado a un Testigo. Cada tratamiento constó de 186 semillas y se realizó una repetición. Se sembraron en almácigo con turba, perlita, vermiculita (2:2:1) bajo temperaturas entre 12-25°C, fotoperiodo de 12 h. Se reconocieron semillas germinadas en EFH90.

Posteriormente se registraron bajos porcentajes de germinación, entre 0% en Testigo y 4,3% en EFH90. Se observaron plántulas ahiladas en almácigo. Para la reproducción asexual se trataron estacas de ápice de roseta con y sin hormona de enraizamiento sin calefacción basal, las primeras lograron 37,5% de enraizamiento y las segundas 11%. Para futuras evaluaciones se sugiere replantear los tratamientos pregerminativos propuestos, ajustando las concentraciones de AG y los tiempos de EFH. Además, se recomienda evaluar distintas temperaturas para la germinación y realizar la siembra bajo una alta intensidad lumínica para reducir el ahilamiento de las plántulas. Se propone establecer un cultivo mediante semillas, y utilizar ese material vegetativo para la reproducción asexual.

**Palabras clave:** Tratamientos pregerminativos - especies de alta montaña - cultivo de hierbas en roseta.

## Abstract

Cerro Catedral, located in S.C. de Bariloche, Río Negro, is a tourist center for winter sports and trekking. These activities cause great impacts on the soil and vegetation. *Viola columnaris* is a perennial grass very susceptible to mismatch by landslides and rocks. As a contribution to its conservation this work provides information for its propagation by sexual and asexual methods. Different pregerminative treatments were tested: wet cold stratification 60 days (EFH60) and 90 days (EFH90), immersion in gibberellic acid during 12 hours (AG1000 ppm), and combination between EFH90 and AG500 ppm. They were sown in seedbed with peat, perlite, vermiculite (2:1:1) under temperatures between 12-25°C, photoperiod of 12h. Germinated seeds were recorded during the EFH90 and later seedlings in the seedbed. Erratic responses were observed to the treatments applied and/or to the environmental conditions of germination. For asexual reproduction, rosette apex stakes were treated with and without rooting hormone without basal heating, giving the former better results. For future evaluations it is suggested to rethink the proposed pregerminative treatments, adjusting AG concentrations and EFH times. In addition, it is recommended to evaluate different temperatures for germination and to carry out the sowing in low high intensity of light to reduce the staking of the seedlings. It is proposed to establish a crop using seeds, and to use that vegetative material for asexual reproduction.

**Keywords:** Germination pretreatments-high mountain species - rosette cultivation.

## Introducción

*Viola columnaris* es una especie perteneciente a la familia de las violáceas, habita en la alta montaña y está presente en las provincias argentinas de Chubut, Mendoza, Neuquén y Río Negro (Ferreira *et al.*, 2005).

La alta montaña alberga un ecosistema muy frágil encontrándose entre los sitios naturales más amenazados. Tanto la práctica de deportes invernales y la actividad recreativa, como también la infraestructura necesaria para llevarlas a cabo, son el origen de una variedad de problemas ambientales y son los principales responsables de dicha amenaza (Carus Ribalaygua y Saz Gil, 2009).

*Viola columnaris* es una especie perenne, arrosada con rizomas generalmente simples, a veces ramificados. Sus rosetas son columnares. Tiene hojas coriáceas y glabras, espiraladas y dispuestas de manera compacta. Sus flores superan brevemente al follaje, son blancas o lilas, con líneas violetas y garganta amarilla. Sus frutos son tipo cápsula y miden 3,5-4,5 mm (Zuloaga *et al.*, 2009).

Los objetivos generales del trabajo fueron avanzar en los estudios de los métodos para la reproducción sexual y asexual de la especie e incorporar información sobre su fenología. Dentro de los objetivos específicos del trabajo se encuentra caracterizar fruto y semillas en el momento de ser cosechados, documentar fotográficamente

los distintos estados fenológicos que atraviesa hasta el momento de recolección de semillas, evaluar diferentes tratamientos pregerminativos y experimentar diferentes metodologías para su reproducción asexual.

### Materiales y Métodos

Desde el mes de noviembre hasta el mes de febrero inclusive se monitoreo y documentó fotográficamente el proceso fenológico de la floración y posterior fructificación de una población de *Viola columnaris*. Se colectaron dos lotes de semillas en distinta fecha: lote N°1 el 31/01/2016, cuando las cápsulas aún no se encontraban abiertas, procediendo en la mayoría de los casos al corte de las mismas para la extracción de semillas. Lote N°2 el 22/02/2016, con las cápsulas secas y abiertas naturalmente sin la necesidad de cortar el fruto para la extracción de las semillas.

Se realizó una limpieza general de impurezas, luego se secaron en ambiente

seco y posteriormente se almacenaron en un sitio oscuro a temperatura ambiente.

Se evaluaron los parámetros de calidad de semillas. Se determinaron el porcentaje de pureza, el peso de 1000 semillas y la cantidad de semillas por gramo según normas de ISTA (Peters y Lanham, 2000).

Se determinó viabilidad mediante test de germinación en cajas de Petri y en cámara de germinación a 17°C. Para el análisis de viabilidad por test de tetrazolio se colocaron 10 semillas en una caja de Petri con solución al 1% de cloruro de tetrazolio y en estufa a 30°C, durante 24 h, para determinar los patrones de tinción de los embriones.

Para el lote N°1 se aplicaron los tratamientos pregerminativos descritos en la Tabla 1. Para el Lote N°2 se aplicaron los tratamientos pregerminativos detallados en la Tabla 2.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos pregerminativos para las semillas del lote N°1 de *Viola columnaris*.

Tratamiento	Descripción tratamiento	Abreviatura
T <sub>1</sub>	Estratificación fría húmeda 90 días	EFH90

Tabla 2. Descripción de los tratamientos pregerminativos para las semillas del lote N°2 de *Viola columnaris*.

Tratamiento	Descripción tratamiento	Abreviatura
T <sub>1</sub>	Estratificación fría húmeda 90 días	EFH90
T <sub>2</sub>	Estratificación fría húmeda 60 días	EFH60
T <sub>3</sub>	Inmersión en ácido giberélico 1000 ppm x 12 h	AG
T <sub>4</sub>	Estratificación fría húmeda 90 días + Inmersión ácido giberélico 500 ppm x 12 h	EFH90+AG
Testigo	Sin tratamiento pregerminativo	Testigo

Las semillas se sumergieron durante unos segundos en solución de agua en hipoclorito de sodio al 5%. Las estratificaciones se realizaron en vermiculita, se humedecieron con agua destilada y se llevaron a heladera (3°C). Para los tratamientos con ácido giberélico se utilizaron pastillas al 1% de concentración diluidas en agua.

El lote N°1 no fue sembrado. La siembra del lote N°2 se llevó a cabo el 10/08/2016 y se realizó en almácigo utilizando un sustrato compuesto de turba, perlita y vermiculita. Las bandejas se ubicaron en una sala de cultivo calefaccionada, con temperaturas entre 15 y 25°C, con un fotoperiodo de 12 h. y riego manual.

Se realizó el repique a los 55 días después de la siembra con un sustrato de perlita, compost y vermiculita, agregándole fertilizante granulado de liberación lenta. Las plántulas se mantuvieron bajo cubierta sin calefacción artificial y con luz natural.

Para la reproducción asexual el material fue colectado el 17/05/2016 en el mismo sitio de la colecta de semillas. Se seleccionaron tallos juveniles, cortando el ápice de la roseta. Las estacas se realizaron en cama de enraizamiento sin calefacción basal, bajo micro túnel en invernadero, con un sustrato compuesto por perlita y turba. Se prepararon 8 estacas de ápice de roseta de 5cm de largo con hormona en polvo AIB para enraizamiento y 9 sin ella (Tabla 3).

Tabla 3. Descripciones de tratamientos para la reproducción asexual de *Viola columnaris*.

Tratamiento	Descripción tratamiento	Abreviatura
T <sub>1</sub>	Cama sin calefacción basal con hormona de enraizamiento	c/H
T <sub>2</sub>	Cama sin calefacción basal sin hormona de enraizamiento	s/H

### Resultados y Discusión

Se registró el proceso fenológico de la floración y posterior fructificación, hasta la recolección de semillas. En el mes de diciembre comienza la floración extendiéndose hasta el mes de enero inclusive, en este último mes y aún en diciembre se da la simultaneidad con el proceso de fructificación. Cuando florece se estiran los vástagos florales hasta la terminación de las hojas, quedando la flor fuera de la roseta (Figura 1A). Cuando comienza a formar el fruto, el vástago se retrae quedando dentro de la roseta. Aquí los frutos van oscureciéndose desde un tono verdoso claro primero, hasta un verde oscuro después (Figura 1B y C). A medida

que el fruto comienza a madurar, se torna marrón claro de aspecto seco y nuevamente el vástago se estira hasta fuera de la roseta y la cápsula se abre y explota, esparciéndose así las semillas (Figura 1D-F).

El lote N°1 recolectado el 31/01/2016, presentaba semillas con testa amarillenta verdosa, con un elevado contenido de humedad, de apariencia inmadura. El lote N°2 recolectado el 22/02/2016, presentaba semillas con testa oscura y de consistencia más rígida que las del primer lote y su fruto presentaba un color marrón claro de aspecto seco. Los análisis de parámetros de calidad de las semillas están resumidos en la Tabla 4.

Figura 1. *Viola columnaris* A: flor fuera de la roseta (15 enero). B: fruto inmaduro - abierto (15 enero). C: fruto inmaduro (31 enero). D: señalado con flecha, vástago estirado por fuera de la roseta con fruto cápsula a punto de abrirse (22 de febrero). E: señalado con flecha, fruto cápsula abierto con semillas (22 de febrero). F: fruto cápsula abierto con semillas (22 de febrero).



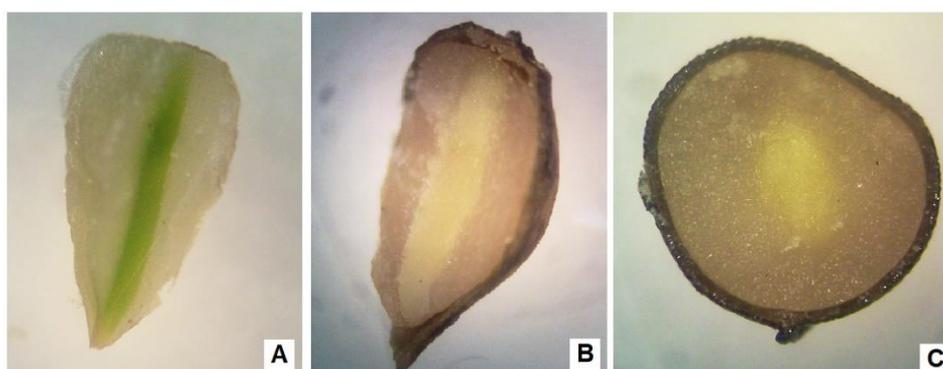
Tabla 4. Parámetros de calidad de semillas de los lotes de semillas de *Viola columnaris*.

Parámetro de calidad	Lote N°1	Lote N°2
Pureza	99 (%)	99 (%)
Peso 1000 semillas	4,563 (g)	4,296 (g)
Semillas por gramo	219	232
Viabilidad por corte	100 (%)	100 (%)
Viabilidad por tetrazolio	0 (%) de tinción	87,5 (%) de tinción
Ensayo de germinación	0 (%)	0 (%)

Según el análisis de viabilidad por corte, ninguna semilla se ha identificado como muerta, pero se apreciaron diferencias entre ambos lotes. El lote N°1, presentó un embrión color verde claro, diferenciado del

endospermo (Figura 2A). En cambio, el lote N°2, presentó un embrión color beige, diferenciado del endospermo, este último de apariencia más oscura que las semillas del anterior lote (Figura 2B y C).

Figura 2. Semillas inmaduras de *V. columnaris*. A: corte longitudinal semilla correspondiente al lote N°1. B: corte longitudinal de semilla del lote N°2. C: corte transversal (lote N°2).



En el análisis de viabilidad mediante el test de tetrazolio no se observó tinción de 10 semillas del lote N°1. En cambio, en el lote N°2 se observó un 87,5% de semillas teñidas, con diferente intensidad y lugares de tinción (Figura 3).

Figura 3. Tinciones de semillas del lote N°2 de *V. columnaris* analizadas con tetrazolio.



Los ensayos de germinación para ambos lotes de semillas arrojaron resultados nulos.

El lote N°1 no llegó a completar el proceso de estratificación fría y húmeda, ya que, a los 30 días, las semillas se hallaban cubiertas con hongos. El lote N°2 no alcanzó porcentajes elevados de germinación en ninguno de los

tratamientos realizados (Tabla 5), obteniendo una mayor germinación en T<sub>4</sub> (EFH90+AG). En el tratamiento Testigo no se registró germinación.

En todos los tratamientos se observó una germinación errática y sin patrones precisos, lo que permite suponer que los tratamientos pregerminativos no fueron lo suficientemente exactos.

Tabla 5. Descripciones y resultados de tratamientos pregerminativos para el lote N°2 de *Viola columnaris*.

Tratamiento	Descripción tratamiento	Abreviatura	Total de semillas sembradas	Total de semillas germinadas
T <sub>1</sub>	Estratificación fría húmeda durante 90 días	EFH90	≈186	3
T <sub>2</sub>	Estratificación fría húmeda durante 60 días	EFH60	≈186	4
T <sub>3</sub>	Inmersión en ácido giberélico 1000 ppm por 12 h.	AG	≈186	1
T <sub>4</sub>	Estratificación fría húmeda por 90 días + Inmersión en ácido giberélico 500 ppm por 12 h.	EFH+AG	≈186	8
Testigo	Sin tratamiento pregerminativo	Testigo	≈186	0

Luego de 55 días de la siembra, se decidió repicar las 6 plántulas con vida de las cuales 3 contaban con hojas verdaderas muy pequeñas (Figura 4A) y los 3 restantes

solo con cotiledones. A los 42 días de realizado el repique, sobrevivieron 4 plántula, las cuales se desarrollaron de una forma sana, no mostraron signos de

alargamiento por falta de luz, y establecimiento de las plántulas se pueden desarrollar varias hojas verdaderas haber dado por una elevada temperatura (Figura 4B y C). Las situaciones desfavorables para la germinación y posterior ambiental.

Figura 4. Plántulas de *V. columnaris*. A: luego de 55 días de la siembra. B y C: luego de 42 días del repique.



Tabla 6. Descripciones y resultados de reproducción asexual por estacas de *Viola columnaris*.

Tratamiento	Descripción tratamiento	Abreviatura	Cantidad de estacas realizadas	Cantidad estacas enraizadas
T <sub>1</sub>	Cama sin calefacción basal con hormona de enraizamiento	c/H	8	3
T <sub>2</sub>	Cama sin calefacción basal sin hormona de enraizamiento	s/H	9	1

Respecto a los tratamientos de reproducción agámica realizados y luego de 164 días de realizadas las estacas se registraron tres enraizamientos en T<sub>1</sub> y uno en T<sub>2</sub> (Tabla 6).

El desarrollo radicular fue mayor en el T<sub>1</sub> (Figura 5A y B) que en el T<sub>2</sub> (Figura 5C y D). Las plantas se envasaron en contenedores con sustrato de una parte de suelo, otra parte de perlita y otra de compost, agregándole fertilizante granulado de liberación lenta.

Figura 5. Estacas enraizadas de *V. columnaris*. A y B: tratamiento T<sub>1</sub>, luego de 137 días. C y D: tratamiento T<sub>2</sub>, luego de 164 días.



## Conclusiones y Sugerencias

La recolección de semillas de *Viola columnaris* en San Carlos de Bariloche debe realizarse entre mediados hasta fines del mes de febrero. Sus frutos tipo cápsula se tornan color marrón claro y el vástago se encuentra estirado sobresaliendo de la roseta.

Para un futuro ensayo se sugiere que el sitio donde se encuentre el almácigo no supere una temperatura de 22°C y luego de la germinación ubicar el almácigo en un sitio con una elevada intensidad de luz.

Con los resultados obtenidos en este trabajo, podemos suponer que las semillas de *Viola columnaris* poseen una dormancia fisiológica profunda, por ello, para futuros ensayos se recomienda repetir los siguientes tratamientos pregerminativos: estratificación fría húmeda durante 60 y 90 días, sumando a este último la combinación con la inmersión en ácido giberélico a 500 ppm durante 12 h. También agregar dos tratamientos de estratificación fría húmeda durante 60 días, uno combinado con la inmersión en ácido giberélico a 500 ppm y otro a 1000 ppm, ambos durante 12 h.

El repique de las plántulas existentes se puede hacer a partir de que las mismas posean cotiledones u hojas verdaderas, teniendo en cuenta en que deben encontrarse en un buen estado sanitario.

Una situación ideal sería establecer un cultivo a través de semillas, y a partir de ese material realizar las estacas, ya que la especie posee la capacidad de formar raíces adventicias a partir de sus tallos. Sería provechoso para un futuro ensayo realizar las mismas de aproximadamente 5 cm de alto, tratadas con hormona de enraizamiento en polvo AIB, sin calefacción basal y además incorporar tratamientos aplicando temperatura basal.

## Bibliografía

Carus Ribalaygua, L. y Saz Gil, M. 2009. Estaciones de esquí y medioambiente. IVIE. Asociación española de ciencia regional. Valencia, España.

Ferreyra, M; Ezcurra, C. y Clayton, S. 2005. Flores de alta montaña de los Andes Patagónicos / High mountain flowers of the Patagonian Andes. L.O.L.A. Ediciones. Buenos Aires, Argentina. 238 pp.

Peters, J. y Lanham, B. 2000. *Illustrator Tetrazolium Testing Handbook Contribution N°29 To the Handbook on Seed Testing.*

Zuloaga, F.O.; Morrone, O. y Belgrano, M. 2009. Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono sur. Instituto de Botánica Darwinion. IBODA-CONICET. (Fecha de consulta abril de 2018). [http:// www2.darwin.edu.ar](http://www2.darwin.edu.ar)