



Restauración de ambientes degradados: aspectos teóricos y prácticos en tierras secas de Argentina

Restoration of degraded environments: theoretical and practice aspects in dry lands of Argentina

ANTONIO DALMASSO* Y EDUARDO MARTÍNEZ CARRETERO
Geobotánica y Fitogeografía, IADIZA (CONICET) – FCFEYN -UNSJ-
*<tony.muestra@gmail.com>

RESUMEN

Se discuten diversas técnicas de restauración adecuadas para zonas secas que permiten recuperar la composición florística y la estructura de la vegetación de áreas degradadas. Cada aspecto tratado está avalado por experiencias con resultados probados. Se destaca la importancia de la prevención y de la evaluación de impacto ambiental de manera de mitigar los impactos negativos, así como el empleo de especies nativas y su adecuada selección en la misma entidad fitogeográfica.

ABSTRACT

Diverse techniques of restoration in dry lands are discussed, these allow to recover the floristic composition and the vegetation structure in degraded areas. Each considered aspect is supported by experiences with proven results. The importance of prevention and environmental evaluation is highlighted as a way to mitigate the negative impacts. In addition, the use of native species properly selected in the same phytogeographic entity ensures the restoration.

Palabras clave: prácticas culturales, selección de especies, manejo del suelo, cobertura vegetal

Keywords: cultural practices, species selection, soil management, plant cover



INTRODUCCIÓN

Existe una creciente y generalizada preocupación respecto de las consecuencias de las actividades humanas sobre los diversos sistemas naturales en todo el planeta y, de acuerdo con Hutchinson et al. (2018), especialmente en las tierras secas. América Latina y el Caribe tienen una superficie de 20,18 millones de km², de los cuales 25% (5,045x10⁶ km²) corresponde a tierras áridas, semiáridas y subhúmedas con período seco. De este total, el 75%, 378 millones de hectáreas, presenta serios problemas de degradación. A esta superficie se suman otros ecosistemas afectados por el mismo tipo de problemas y con distinto grado de intensidad (CEPAL, 2005). Las principales causas de la degradación de las 504,5x10⁶ ha corresponden a la agricultura (50%), la conversión de bosques (38%), la degradación del suelo orgánico (11%) y los incendios forestales (1%) (FAO, 2014).

La restauración ecológica, como el proceso de asistir ecosistemas dañados, degradados o destruidos para su restablecimiento espacial, estructural y funcional, busca mantener los bienes y servicios ambientales socialmente deseables (SER, 2004; Clewel & Aronson, 2013; Gann et al., 2019). La tarea restauradora no debe entenderse en una sola dirección, ya que los sistemas ecológicos derivan hacia varios estados de equilibrio dinámico. Por eso es muy importante definir de manera preliminar el objetivo de restauración, que no siempre será el ecosistema original predisturbio (Gang et al., 2019), más aún considerando el cambio climático y su incidencia sobre la extinción de algunas especies, la resiliencia adaptativa de otras y la instalación de

algunas provenientes de otros ecosistemas; así como el incremento de las tierras secas (Huang, 2016).

La Diagonal Árida Argentina es una Entidad Bioclimática que abarca una franja árida de distribución latitudinal, a la sombra de las lluvias, con desiertos fríos (altoandinos y patagónicos) y cálidos en la vertiente oriental andina (bolsones y llanuras), con regímenes de precipitación con gran variabilidad interanual y ocurrencia de sequías (Martínez Carretero, 2013). En esta región se ha producido un significativo avance en actividades de restauración ecológica.

Entre los diversos problemas a los que se enfrentan las prácticas de la restauración (fragmentación de hábitats, pérdida de especies, erosión de suelos, etc.), la mayoría se enmarca en la ecología de la restauración, donde la recuperación de la cobertura vegetal se constituye en pilar fundamental en la integración dinámica de los múltiples componentes que hacen a la biodiversidad. Sin embargo, las mejoras ambientales deben considerar también los problemas acuciantes, no visibles en superficie, y de gran importancia, como es el caso de la minería, en relación con el agua y el subsuelo. En estas situaciones se requiere un planteo multi y transdisciplinario que obliga a considerar el tema de los ductos y su mantenimiento, las excavaciones en profundidad, las filtraciones de líquidos tóxicos y productos de la actividad extractiva. El desgaste por corrosión de los ductos de extracción de fluidos contamina las napas de agua interconectando niveles con distinta salinidad, desmejorando la calidad hídrica, además del agregado de otras sustancias.

La prevención del daño ambiental es indispensable para disminuir los dis-

turbios. Los procesos antrópicos, sin control adecuado, alteran los servicios ecosistémicos y llevan a la pérdida de biodiversidad, impactando en los ecosistemas naturales e indirectamente en la sociedad.

Se requiere un nuevo proceder en las actividades antrópicas en general. La búsqueda del producto final debe considerarse como prioritario el evitar y disminuir los pasivos ambientales. Las tareas de prevención de los impactos deben ser el punto de partida de la restauración ecológica (Gann et al., 2019). En ocasiones, la actividad extractiva en las zonas áridas ha subvalorado la importancia del secano y de las comunidades humanas nativas. Las tierras secas son ambientes donde se asientan poblaciones campesinas, en general con actividad ganadera y con extenso arraigo en situaciones ambientales difíciles. Esta actividad ha llevado a procesos de desertificación debido a la sobreexplotación que los grupos humanos hacen de las tierras secas, donde se ha perdido la visión del uso múltiple del sistema natural. El clima, fundamentalmente la recurrencia de las sequías, juega un papel catalizador, pero no es determinante del proceso. En cambio, sí son determinantes las prácticas agrícolas inadecuadas, el sobrepastoreo, la deforestación, los procesos de urbanización, la expansión de la frontera agropecuaria, el mal manejo del recurso hídrico que favorece el anegamiento y la salinización de los suelos, o los procesos de empobrecimiento de la población, que generan miseria y migración (Abraham, 2002).

Esto ha contribuido a generar grandes áreas con pasivos ambientales y con muy alto costo de reversión, donde se han producido consecuentemente grandes

cambios florísticos (Rolling & Walker, 2000).

Se requieren cambios de conducta en las operaciones sobre el terreno y una planificación que disminuya el impacto al mínimo, de modo de reducir la degradación ambiental; la prevención planificada del impacto que lleve a mitigar los daños ambientales. No se trata de que el trabajo de restauración revierta los elevados impactos ocasionados por una mala planificación ambiental. Se requiere que el ámbito empresarial y la sociedad promuevan el aprovechamiento de los recursos naturales en un marco estrictamente de conservación. Los factores que contribuyen a la degradación de la biodiversidad parecen ser más fuertes y complejos que las herramientas para solventar su pérdida (Escudero et al., 2002).

La restauración actual requiere de una visión holística que integre lo social, cultural y ecológico (Aronson et al., 2020). Implica además la participación de las comunidades locales con sus prácticas tradicionales, incluidas las poblaciones originarias (Pérez, 2020). Se debe promover con los pobladores el equilibrio en el uso del ambiente y su relación con la salud humana; mejorar y aplicar los avances científicos de las condiciones biológicas de los suelos como forma de sostenibilidad de los ecosistemas; una necesaria capacitación de profesionales restauradores que motiven la implementación de medidas junto con la participación comunitaria; así como estudiar y comunicar los vínculos entre la recuperación de la salud de los ecosistemas y su relación con la salud física, mental, social y cultural de las poblaciones (Aronson et al., 2020).

De acuerdo con Pérez y Ceccon (2017), los proyectos de restauración

siempre deben tener un componente social participativo, como única forma de asegurar el éxito, partiendo desde la pertenencia de un proyecto por las comunidades, su diseño e implementación, hasta el monitoreo. La restauración debe involucrar y beneficiar a los pobladores locales mediante la búsqueda de caminos para prevenir la degradación en el futuro y generar nuevas formas de afrontar los problemas del conocimiento, más allá del sistema disciplinarista de la ecología, estrechando el vínculo con las ciencias sociales (Ceccon et al., 2015; Pérez, 2015).

ASPECTOS CONCEPTUALES EN LA RESTAURACIÓN DE TIERRAS SECAS

Cobertura vegetal

La cobertura vegetal de los suelos reduce o evita los problemas de erosión, escurrimiento y planchado de suelo; favorece la retención y almacenamiento de agua *in situ*, reduce el golpeo de la gota de lluvia sobre el terreno (Martínez Carretero, 1983), atempera la radiación solar y la elevación de la temperatura; además de generar actividad biológica edáfica predisponiendo al establecimiento de nuevas especies en la sucesión.

Para optimizar las medidas restauradoras con relación al impacto ambiental y a los costos, es necesario conocer las condiciones del sitio y los factores biofísicos determinantes para recuperar la estructura y el funcionamiento de la regeneración natural e integrar ese conocimiento en la gestión de la evolución de la plantación (Núñez Valero, 2013; Chazdon et al., 2020).

Trabajar en comunidades arbustivas en tierras secas requiere una interven-

ción activa para establecer, en lo posible de manera simultánea, arbustos, hierbas rizomatosas y gramíneas perennes. Asociar las gramíneas presenta la ventaja de que están en condiciones de espigar en el mismo año de plantación, con el aporte local de simiente y la generación de nuevos individuos *in situ*. Según ensayos en plataformas petroleras ubicadas en el Monte de Mendoza, al 4^{to} año de establecidos los arbustos y gramíneas, éstas últimas alcanzaron una cobertura del 22% (Dalmasso et al., 2007). En restauración de taludes o terrenos llanos, con suelos arenosos, el uso de especies herbáceas rizomatosas, presentes en baja densidad en el sitio a restaurar, mostró una rápida respuesta de recubrimiento al 2^{do} año de establecidas, entre otras:

Panicum urvilleanum (tupe), *Sporobolus rigens* (junquillo), *Hyalis argentea* (olivillo), que pueden multiplicarse agámicamente en vivero, tienen un gran poder de recubrimiento (Damaso et al., 2015) A su vez, las gramíneas y las herbáceas rizomatosas se comportan como pioneras, y en la sucesión facilitan el establecimiento de arbustos y herbáceas, como *H. argentea* (Pérez et al., 2019a). La rusticidad de las mismas permite en algunos ambientes el trasplante directo desde el campo, en el mismo lugar a restaurar.

De esta manera, en suelos arenosos, en la mayoría de los casos no se requiere instalar construcciones inertes debido a que estas especies manifiestan rápida respuesta y gran poder de recubrimiento. Sin embargo, las pendientes de los taludes no deberían superar los 35°, ya que esta inclinación favorece el establecimiento natural de la vegetación, además de disminuir significativamente el proceso erosivo (Dalmasso & Ciano, 2015).

Otra especie adecuada para suelos arenosos es *Senecio subulatus* var. *erectus*, que se comporta como ruderal en ambientes disturbados (Dalmaso et al., 2007; Pérez et al., 2019). Sin embargo, en estudios del potencial agua, conductancia estomática y parámetros de crecimiento, la planta en su estado juvenil resiente la producción foliar limitando su crecimiento (Fernández et al., 2015).

En general, en el Monte, las limitaciones hídricas no muestran un alto riesgo de establecimiento de especies invasoras. No obstante, en condiciones disturbadas, suele estar presente el *Tamarix* spp., qué naturalizado en cauces provoca significativos cambios florísticos (Natale et al., 2008; Dalmaso & Márquez, 2018).

Tampoco la restauración debería realizarse en condiciones extremas y a cualquier costo. En el caso de la minería del oro un mal diseño de las pilas residuales con pendientes cercanas a 60°, sumado a una neutralización de la acidez con cal llevando el residuo a un pH cercano a 11, limitan seriamente el establecimiento de especies nativas (Dalmaso & Márquez, 2020).

Efecto clausura

El cercado perimetral de un área a restaurar tiene efecto directo en la recuperación de la vegetación. Dependiendo de las condiciones ambientales del área problema, en el mediano plazo no solo se recuperan las escasas especies aún presentes en el terreno, sino que permite la presencia de nuevas provenientes de las comunidades de contacto no alteradas. Impedir el acceso del ganado doméstico resulta una contribución muy importante en el establecimiento, sobrevivencia y crecimiento de la vegetación (Dalmaso et al., 1987; Miguel, 2018). Por otra parte,

esta tarea permite un aumento del material muerto en pie y de la broza, que contribuye a la retención de diseminulos y la generación de nuevos individuos (Allippe & Soriano, 1978). En experiencias de exclusión del pastoreo por cercado perimetral en Patagonia, se favoreció una mayor cobertura y densidad de las especies leñosas (Cesa & Paruelo, 2011).

En Patagonia semiárida, en arbustales con 10 años de exclusión al pastoreo, se obtuvo recuperación de la costra biológica y de gramíneas perennes y un menor distanciamiento entre arbustos (Funk et al., 2012). En experiencias en áreas montañosas del NO argentino, en alturas intermedias y durante tres ciclos vegetativos, se registró un aumento considerable de la biomasa y productividad de las pasturas (Ayarde & González, 2013).

En bosques heterogéneos del Chaco semiárido, con menor nivel de degradación del dosel, la clausura estacional promovió la rápida restauración de la vegetación, el banco de semillas y el suelo, en los parches de bosques (Cotroneo, 2018). Al comparar dos áreas revegetadas durante 4 años, una con efecto clausura y otra sin cierre perimetral, los resultados fueron muy diferentes. El porcentaje de sobrevivencia y crecimiento de las plantas en el área clausurada superó el 60% de sobrevivencia y un crecimiento en volumen de los ejemplares dos veces superior al tratamiento sin cierre. Mientras que bajo incidencia del ganado, la sobrevivencia fue inferior al 35%, con disminución del volumen al 30% respecto de los ejemplares bajo cierre (Cotroneo, 2018). El índice de diversidad de Shannon-Weaver en áreas sin clausura solo alcanzó el 54% del valor del área con clausura (Dalmaso et al., 2007). Como en otras intervenciones en zonas áridas,

se debe considerar el costo, que puede ser limitante.

Facilitación. Efecto nodriza

Las relaciones entre las plantas implican diversos procesos, los de efecto negativo, como la competencia, los de efecto positivo, como la facilitación, y otros neutros.

El efecto nodriza incluye la retención de propágulos y las modificaciones microambientales que favorecen la germinación e instalación de las plantas. Juega un papel relevante en áreas degradadas, especialmente en zonas áridas donde las especies nativas cumplen con mayor efectividad esa función. Aun ante la presencia de un bajo número de plantas, el efecto nodriza favorece el entrapamiento de semillas y mejora el suelo, con un mayor crecimiento de microorganismos en superficie y mejor sistema radical, generando también simiente local que contribuye a la presencia de renovales que se incorporan en el área bajo tratamiento (Coyné, 2000; Gutierrez & Squeo, 2004; Acuña et al., 2006).

La facilitación (o probiosis) es una forma de mutualismo (beneficio mutuo entre las especies) o de comensalismo (beneficio de una sin afectar a la otra). Cumple un papel clave en la sucesión vegetal bajo condiciones ambientales extremas. Implica modificaciones microambientales a medio o largo plazo en el entorno inmediato a la o las plantas, como menor radiación solar, mayor humedad en el suelo, concentración de nutrientes (por mantillo o lavado de la copa), instalación de costra biológica (musgos y líquenes), etc.

Ambos términos, efecto nodriza y facilitación, indican procesos similares, pero no son sinónimos, ya que la escala

espacio-temporal en la relación entre los individuos hace la distinción.

El efecto nodriza proporcionado por los arbustos leñosos y otras especies de zonas áridas y semiáridas no solo genera condiciones favorables para la germinación y crecimiento de las plantas, sino que proporciona un refugio a las especies palatables frente a la acción de los herbívoros. Los arbustos con raíces pivotantes que alcanzan capas freáticas pueden también facilitar la presencia de otras especies a través del levantamiento hidráulico. El proceso del levantamiento hidráulico define el transporte de agua por las raíces desde estratos profundos y húmedos a estratos superficiales y secos del suelo donde se produce su almacenamiento, facilitando la sobrevivencia de plántulas durante los meses más secos (Gutierrez & Squeo, 2004).

En zonas semiáridas la presencia de gramíneas favorece el establecimiento de otras especies, como es el caso de *Stipa tenacissima* con especies arbustivas, donde la gramínea disminuye la escorrentía en las zonas desnudas favoreciendo el aumento de la infiltración en el microambiente generado, facilitando el establecimiento de otras especies de la comunidad madura (Maestre et al., 2013).

La facilitación implica las condiciones en las que una especie o un grupo de especies modifica su entorno y facilita el establecimiento de otras especies (Lasso-Rivas, 2015).

Un incremento en el estrés biótico provoca un aumento en la facilitación positiva, no trófica, respecto a las competencias, por lo que en ambientes severos las plantas utilizan este mecanismo (Callaway, 1995).

Dependiendo de las condiciones del medio, en la facilitación ocurre sinergia cuando se efectúa la revegetación acompañada de roturación de suelos, con resultados notablemente superiores a cuando solo se realiza la remoción de suelo (Dalmaso et al., 2007).

La presencia de especies leguminosas como *Retama sphaerocarpa* y la biota subterránea asociada, en su efecto facilitador, permite establecer un mayor número de individuos y un aumento de la productividad (Rodríguez-Echeverría et al., 2013). En Patagonia, se registró el efecto nodriza en isletas de *Atriplex lam-pa* y *L. divaricata* que favoreció la emergencia y supervivencia de *Jarava neaei* y *Eremiun erianthum* (Bonvissuto & Busso, 2013). Por otra parte, *Pappostipa speciosa* fue facilitadora de otras especies herbáceas de valor forrajero (González & Pérez, 2017). En áreas de montaña la presencia de *Azorella ruizii* ha contribuido como facilitadora de especies forrajeras (Acuña-Rodríguez et al., 2006)

Considerando que en la naturaleza ocurre gran cantidad de interacciones (Zhang, 2017), en facilitación ecológica es recomendable integrar múltiples especies, en lugar de interacciones de a dos, para favorecer la sucesión en áreas degradadas sometidas a tareas de restauración.

TÉCNICAS ACTIVAS

Roturación – escarificación - enramado de suelos

En general, en la región del Monte, los suelos pertenecen al orden de los Entisoles o Aridisoles, poco evolucionados y con materiales parentales escasamente alterados y con débil estructuración, en su mayoría estabilizados naturalmente

(Casas & Glave, 1990). En estos suelos la recuperación natural de la estructura y cobertura vegetal demanda largos períodos de tiempo, superiores a los 20-25 años (Martínez Carretero & Dalmaso, 2002). En plataformas petroleras en el Monte austral de Neuquén, la regeneración natural postdisturbio, luego de 40 años alcanzó solo el 61% de la cobertura respecto a las comunidades de contacto no disturbadas (Zuleta et al., 2003).

En la región de Payunia, en suelos de explanadas sin roturar, luego de 10 años de abandono, la cobertura vegetal no superó el 3%, representada por herbáceas anuales y, ocasionalmente, por alguna especie herbácea o arbustiva perenne, sin posibilidades de expandirse en el mediano plazo (crecimiento muy deprimido) (Dalmaso et al., 2007). Consecuentemente, la revegetación sin roturar el suelo no es recomendable, ya que la superficie compactada impide el asentamiento de nuevos ejemplares, mientras que los establecidos sobreviven sin expandirse en el mediano plazo (Dalmaso et al., 2014).

La manifiesta lentitud de la regeneración natural, que además permite suelos con muy baja cobertura vegetal con intensos procesos de erosión eólica e hídrica, requiere de la restauración activa como estrategia complementaria y sinérgica (Leighton Reid et al., 2018).

El escarificado del suelo favorece la captación de semillas y el establecimiento de las mismas (Navas Romero et al., 2018). La realización de pozos o pequeñas depresiones contribuye en la deposición de simiente y una mayor acumulación hídrica, dando mejores condiciones para el establecimiento de nuevos plántines. Esta intervención en suelos muy arenosos suele persistir muy escaso

tiempo; en general es una buena contribución para el arraigo de nuevos plantines. Una de las experiencias con mejores resultados ha sido el trazado de surcos profundos en el sentido perpendicular de los vientos (Parera et al., en prensa).

La aplicación de técnicas activas que favorezcan el establecimiento de especies de las comunidades de contacto de las locaciones, como el escarificado, trazado de tazas o pozos y el surcado, mostró buenos resultados aun ante bajas densidades de plantas (50 plantas/ha) (Observaciones personales en plataformas de pozos petroleros en Malargüe). El escarificado profundo y plantación resulta favorable al establecimiento aun en suelos de textura arenosa (Navas Romero, 2018). En experiencia realizada en tres locaciones petroleras en Malargüe (Mendoza), el establecimiento natural de arbustos y herbáceas perennes en las tazas o pozos sin vegetación fue de 20%, 26,5% y de 42,5%, respectivamente (Dalmasso & Martínez Carretero, 2013). Otra actividad complementaria positiva es el uso del enramado (Li Puma & Zuleta, 2003).

En locaciones de pozos de Malargüe, con subsuelo superficial basáltico, la experiencia de roturación de suelo con un surco profundo y ensayos sin siembra, con siembra y plantación de *Prosopis flexuosa* var. *depressa*, *Hyalis argentea* var. *latisquama*, *Parkinsonia praecox* y *Atriplex lampa*, el tratamiento con plantación fue significativo respecto del resto. Las plantas establecidas actuaron como nodrizas para la instalación espontánea de numerosas especies leñosas y herbáceas.

En relación con la siembra en la brocha del surco, en suelos de escasa profundidad, la presencia del basalto (0,20 m) re-

sultó inadecuada para la germinación de las semillas (Navas Romero et al., 2020).

Las especies nativas manifiestan muy buen comportamiento en los suelos arenosos, más susceptibles a los procesos erosivos, pero con la ruptura de la capilaridad superficial permiten la conservación de la escasa humedad aportada por las precipitaciones (Pastrán et al., 2011).

Otro aspecto importante a considerar, particularmente en las actividades mineras, es la incorporación de material particulado fino (arcillas y limos) que deriva en lo que se conoce como el planchado del suelo o formación de costras superficiales que dificultan la infiltración del agua, impiden la emergencia de plántulas, afectan el intercambio de gases, e inciden sobre la respiración y la actividad bacteriana (Noacco, 1981).

Trazado de surcos profundos (subsolado)

Cuando se realiza una plantación, la sobrevivencia de los plantines depende directamente de la distribución de las precipitaciones, variando los porcentajes de sobrevivencia entre el 40% y el 90% (Dalmasso et al., 2007). En una experiencia en el Monte de Neuquén con seis especies en suelos con degradación severa se alcanzó una sobrevivencia del 70% (Pérez et al., 2020). La irregularidad en la distribución de las lluvias en las zonas secas, obliga a tomar decisiones sobre la continuidad de riegos eventuales para asegurar la permanencia de los plantines.

Bajo estas condiciones, el surcado se constituye en un recurso muy valioso para el establecimiento de la vegetación. En la brocha del surco, y en las laderas del mismo, se instalan naturalmente especies provenientes de las comunidades de contacto. El surcado posee las ventajas de:

- la recepción, retención y acumulación de semillas;
- mayor acumulación y permanencia de la humedad proveniente de lluvias o nevadas;
- evita en gran parte los efectos de los vientos desecantes;
- según la orientación, recibe más o menos radiación solar.

Bajo esta premisa, en Rivadavia, San Juan, con 90 mm/año de precipitación, se realizó un ensayo de plantación en la brocha de los surcos con *Bulnesia retama* y *Prosopis flexuosa* (**Figura 1**), alcanzándose una sobrevivencia superior al 90% para ambas especies luego de 4 años de establecidas (Dalmasso et al., 2015).

La **Figura 2** muestra la instalación espontánea de *L. cuneifolia* en un surcado sin plantación, luego de 5 años de realizado.

Selección de especies marco a emplear en la revegetación

Las especies a emplear deben tener en común su gran rusticidad y la capacidad de establecerse en condiciones de suelos degradados, donde no pueden en las etapas iniciales prosperar las de la comunidad madura. Además, con su presencia, generan mejores condiciones de suelo para el establecimiento de otras especies a través del efecto nodriza, que permite la recepción de simientes, actuando como trampas de semillas, de las comunidades de contacto (Dalmasso et al., 2007).

Para determinar qué especies emplear en la restauración se pueden seguir diferentes alternativas: la prueba y error; considerar aspectos ecofisiológicos; enfoque socio-ecológico (más adecuado para sistemas agroforestales); enfoque



Figura 1. Revegetación en surco profundo con *Bulnesia retama*; nivel de crecimiento luego de 4 años de la plantación sobre terreno con alto contenido de caliza (San Juan)

Figure 1. Revegetation in deep groove with Bulnesia retama; level of growth after 4 years of plantation in soil with high calcareous content



Figura 2. Surcado profundo y presencia de flora nativa (*Larrea cuneifolia*) luego de 5 años de trazado

Figure 2. Deep Groove and presence of native flora (Larrea cuneifolia) after 5 years of tracing

de estados y transiciones (adecuado para manejo en pastizales); enfoque florístico-geomorfológico (Catenal) (basado en los complejos de vegetación).

En el enfoque florístico-geomorfológico, la selección de especies es un aspecto relevante en la restauración a partir de la estrecha relación relieve-vegetación, a nivel de geotopo. Se trabaja a nivel de comunidad vegetal y planteando las relaciones sucesionales entre ellas. Es un método inicialmente inductivo (releva hechos y genera hipótesis) y finalmente deductivo (propone especies). Es un enfoque sincrónico de las diversas variaciones halladas en la vegetación del área en estudio. La base es el sigmetum: comunidades vegetales (estadios y etapas) sucesionalmente vinculadas, considerando a la comunidad madura o estable (climáticamente) como la cabeza de la serie (xere). Re-

quiere de un marco regional, bioclimático, geomorfológico y biogeográfico. La composición florística, considerando las diversas situaciones relieve-suelo en la mesorregión, en un esquema dinámico (catena), permite generar hipótesis sucesionales en las cuales se eligen las especies (Martínez Carretero & Dalmaso, 2015).

Para el Monte, Pérez et al. (2019) seleccionaron y recomendaron una metodología para la elección de especies marco o fundantes en función de sus atributos y consideraciones sobre monitoreo que se encuentra en desarrollo tanto para especies procedentes de vivero como siembras directas

En el Chaco semiárido, Martínez Galvez et al. (2020) estudiaron y seleccionaron 9 especies consideradas clave para la restauración por su efectiva función de nodrizas.

Muy pocas especies poseen como características la no palatabilidad ante los herbívoros, criterio importante a considerar al momento de la selección. En la región del Monte, *Bulnesia retama* (retamo) es un ejemplo de una especie prácticamente no palatable, que permite su uso sin clausura con muy buenos resultados (Díaz Bisutti et al., 2021, en prensa).

Diversas especies muestran alta capacidad de establecimiento a campo, entre ellas *Prosopis flexuosa* var. *depressa* que alcanzó 100% de establecimiento, y un porcentaje de supervivencia del 100% con 3 riegos de 10 litros/planta (Dalmasso et al., 2018) (**Figura 3**).



Figura 3. Plantación monoespecífica en surcos escarificados de *Prosopis flexuosa* var. *depressa* en locaciones de Cerro Divisadero Bayo, Malargüe, Mendoza

Figure 3. Monospecific plantation in scarified furrows of Prosopis flexuosa var. depressa in Cerro Bayo (Malargüe) location

En los ambientes del Monte, la restauración con especies nativas requiere que los propágulos para producir plantines provengan de las comunidades vegetales de contacto, adaptadas al mismo meso-bioclíma. Plantaciones de especies nativas de otras procedencias, en general, suelen tener inconvenientes con significativas pérdidas de ejemplares. Por ejemplo, la introducción de *Atriplex lampa* en áreas donde no estaba presente tuvo como problema que la especie fue totalmente afectada por herbivoría (Dalmasso & Candia, 2014). En una comunidad de Monte, la misma especie introducida en un matorral estable donde no estaba presente, tuvo persistencia efímera debido a la incidencia de roedores, de insectos y a la competencia con el resto de las especies del matorral. En estas situaciones, la sobrevivencia de los ejemplares solo fue posible con subsidio energético: desmalezado, protección y riego (Dalmasso et al., 2008). Por este motivo, la selección de las especies es un aspecto fundamental en la tarea de restauración.

El uso de especies leguminosas, como *Prosopis* sp. y *Parkinsonia praecox*, tiene una gran relevancia en el árido, incorporando nitrógeno mediante la relación simbiótica con *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* (Álvarez, 2014). *Senna arnottiana* ha sido identificada como pionera en ambientes degradados; si bien no produce nódulos, en la rizósfera muestra la presencia de bacterias de vida libre que estarían fijando nitrógeno (Masini, et al., 2013; Álvarez et al., 2011). Es de destacar el comportamiento de *Prosopis denudans* que fija nitrógeno aun en suelos con bajos potenciales hídricos (Stronati et al., 2013). Experiencias en siembra directa de especies nativas muestran resultados diversos (Pérez et al., 2019b). Una com-

ponente biológica cada vez más considerada es la costra biológica, integrada por musgos, cianobacterias, algas y líquenes, que desempeña un papel ecológico importante como reservorio de agua (Calabrese et al., 2013; Rovere, 2014). Para ello debe considerarse el tipo de organismo que domina en cada condición de aridez; en el hiperárido dominan las cianobacterias, mientras que en el árido y semiárido, los musgos y líquenes (Navas Romero, 2019).

CONCLUSIONES

En esta comunicación se han tratado los diversos aspectos involucrados en la restauración de zonas degradadas, con ejemplos de prácticas concretas.

En las zonas secas la restauración de áreas degradadas por actividades antrópicas requiere de la aplicación simultánea de diversas técnicas. Considerando la lentitud de la recuperación natural surge como necesaria en las etapas iniciales la restauración activa. El empleo de plantines, obtenidos a partir de semillas colectadas bajo la misma condición bioclimática y fitogeográfica, aun en número bajo, potencia la certeza en los resultados. Estas plantas actúan como nodrizas, facilitadoras, ante los propágulos provenientes de las comunidades de contacto. De acuerdo con la condición del suelo se podrá optar por técnicas como la roturación profunda, surcado, cubierta con ramas o poceado, entre otras. La clausura del área aumenta el éxito de la restauración. El papel de las especies nativas es clave y determinante, así como la correcta selección de las mismas a partir de un análisis florístico-geomorfológico con base sucesional.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAM, E.M, 2002. Lucha contra la desertificación en las tierras secas de Argentina. El caso de Mendoza. En: El Agua en Iberoamérica. De la Escasez a la Desertización. Programa Iberoamericana de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 27-44.
- ACUÑA-RODRIGUEZ, L.A. CAVIERES & E. GIANOLI, 2006. Nurse effect in seedling establishment: facilitation and tolerance to damage in the Andes of central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 329-336.
- ALLIPPE, H.A. & A. SORIANO, 1978. La población de diseminulos en el suelo de un pastizal de *Stipa* en el oeste de Chubut. *Ecología* 3: 133-137.
- ÁLVAREZ, A.S., D.S. PEZZULLO, A. ROVERE & D.R. PÉREZ, 2011. Presencia de *Pseudomonas fluorescens* (Pseudomonadapsceae) en la rizosfera de *Senna arnottiana* (Fabaceae) viverizada para ensayos de restauración ecológica. En: Martínez Carretero, E. & A. Dalmaso (Eds.). *Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina. II*.
- ÁLVAREZ, A., 2014. El aporte de microorganismos promotores del crecimiento vegetal en interacción con especies vegetales de interés en procesos de restauración ecológica en zonas áridas y semiáridas. *Experimentia* 4.
- ÁLVAREZ, A.S., A.E. ROVERE & D. PÉREZ, 2015. Microorganismos presentes en la rizosfera de *Senna arnottiana* (Fabaceae) en la Reserva Auca Mahuida, Neuquén. En: Martínez Carretero, E. & A. Dalmaso (Eds.). *Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina. II*.
- ARONSON, J., N. GOODWIN, L. ORLANDO, C. EISEMBERG & A.T. CROSS, 2020. A world of possibilities: six restoration strategies to support the United Nation's Decade on Ecosystem Restoration. *Restoration Ecology*. SER <https://ecohealthglobal.org/wp-content/>

- uploads/2020/06/JAal-2020-World-of-Possibilities-RE.pdf
- AYARDE, H. & J.A. GONZÁLEZ, 2013. Recuperación de la vegetación natural por exclusión de pastoreo en una zona de montaña del noroeste de Argentina. *Lilloa* 50(2): 37-49.
- BONVISSUTO, G.L. & C.A. BUSSO, 2013. Establecimiento de plántulas en microambientes del Monte Austral Neuquino. En: Pérez, D.R., A.E. Rovere & M.E. Rodríguez Araujo (Eds.). *Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina*. I. Vázquez Mazzini Ed.
- CALABRESE, G.M., A.E. ROVERE & J.M. ZEBERIO, 2013. Costras biológicas en sitios de Monte con diferentes niveles de perturbación. En: Pérez, D.R., A.E. Rovere & M.E. Rodríguez Araujo (Eds.). *Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina*. I. Vázquez Mazzini Ed.
- CALLAWAY, R.M., 1995. Positive interaction among plants. *Botanical Review* 61: 300-49.
- CASAS, R.R. & A.E. GLAVE, 1990. Manejo de Suelos en Regiones Semiáridas. Red de Cooperación Técnica en uso de Recursos Naturales en la Región Chaqueña Semiárida. Argentina, Bolivia, Paraguay. Oficina Regional de la F.A.O. para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile.
- CESA, A. & J.M. PARUELO, 2011. Changes in vegetation structure induced by domestic grazing in Patagonia (Southern Argentina). *Journal of Arid Environments* 75: 1129-1135.
- CECCON, E., J.I. BARRERA-CATAÑO, J. ARONSON & C. MARTÍNEZ-GARZA, 2015. The socioecological complexity of ecological restoration in Mexico. *Restoration Ecology* 23(4): 331-336.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2005. Pobreza, Desertificación y Degradación. Cesar Morales, Soledad Parada (Eds).
- COYNE, M., 2000. Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio. Paraninfo. Madrid, España. 416 pp.
- CLEWEL, A.F. & J. ARONSON, 2013. Principles, Values, and Structure of an Emerging Profession. *Ecological Restoration Society for Ecological Restoration*. Second Edition.
- COTRONEO, S.M., 2018. La clausura como estrategia de restauración en los bosques heterogéneos comunales del Chaco semiárido. Un Enfoque Socioecológico. Tesis Doctoral en Agroecología. Universidad de Antioquía. Fac. de Ciencias Agrarias, Medellín, Colombia.
- ROBIN L CHAZDON, L.R., D. LINDENMAVER, R. CROUZEILLES, J.M. REY BENAYAS, E. LAZOS CHAVERO & M-R. GUARIGUATA, 2020. La regeneración natural del bosque en tierras abandonadas como estrategia de restauración. *CI-FOR infobrief*: 1-8.
- CHERLET, M., C. HUTCHINSON, J. REYNOLDS, J. HILL, S. SOMMER & G. VON MALTITZ (Eds.), 2018. *World Atlas of Desertification*, Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- DALMASSO, A.D., M. HORNO & R. CANDIA, 1987. Utilización de especies nativas en la fijación de médanos. En: *Erosión: Sistemas de producción, manejo y conservación de suelos y del agua*, 221-290. Fundación Cargill.
- DALMASSO, A.D., F. ROIG, M. BALZARINI & C. PASSERA, 2007. *Revegetación de Áreas Degradadas con Especies Nativas en el Marco de la Geosinfitosociología*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba.
- DALMASSO, A., R. CANDIA & C. GANCI, 2008. Xerojardinería con especies nativas. *Boletín de Extensión Científica* 6. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas.
- DALMASSO, A.D. & E. MARTÍNEZ CARRETERO, 2013. *Revegetación de áreas degradadas. Estudio de caso en plataformas petroleras en Malargüe, Mendoza*. En: Pérez, D.R., A.E. Rovere & M.E. Rodríguez Araujo (Eds.). *Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina*. I. Vázquez Mazzini Ed.

- DALMASSO A.D. & R. CANDIA, 2014. Revegetación con especies nativas de la plataforma petrolera Loma Atravesada, Yacimiento Cerro Fortunoso, Malargüe. Experimentia 4.
- DALMASSO, A.D., R. CANDIA & I. FUNES PINTER, 2014. Revegetación sin roturación de suelo en plataforma empetrizada CF88, Yacimiento Cerro Fortunoso, Malargüe. Experimentia 4.
- DALMASSO, A.D., G. QUATTROCCHI & C. AZCURRA, 2015. Revegetación de taludes viales en la Ruta Nacional 7, Santa Rosa, Mendoza. Sección VII. Taludes. Canteras. Impacto del Ganado. En: Martínez Carretero, E. & D. Dalmaso (Eds.). Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina 2: 309-326.
- DALMASSO, A.D. & N. CIANO, 2015. Restauración de taludes con especies nativas para zonas áridas y semiáridas. Experimentia 5.
- DALMASSO, A.D., J. MÁRQUEZ, J. SCAGLIA, M. HADAD, J.P. CÁCERES, R. BRIZUELA, J. CARNINO & A. GÓMEZ, 2015. Rehabilitación de un área disturbada en la Sierra Chica de Zonda, San Juan. En: Martínez Carretero, E. & A. Dalmaso (eds.), Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina. II.
- DALMASSO, A.D. & J. MÁRQUEZ, 2018. Relevamiento de la vegetación del área de Castaño Nuevo-Villa Corral, Calingasta, provincia de San Juan, Argentina. *Chloris Chilensis* 21(1).
- DALMASSO, A.D. & J. MÁRQUEZ, 2020. Ensayo experimental para la restauración de colas de mineral en la explotación del oro, San Juan, Argentina. Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina, IV. Salta 2020. Capítulo 13. Pág. 116-127.
- DALMASSO, A.D., V. PARERA, E. MARTÍNEZ CARRETERO, C. ELMIDA, D. MORENO & M.E. ONETO, 2018. Utilización de recortes de perforación petrolera para la restauración ecológica de zonas áridas y semiáridas. Experimentia 6. Revista de Transferencia Científica. IADIZA- INTA Chubut, LARREA, YTEC.
- DIAZ BISUTTI, G, A.D. DALMASSO, M.A. HERRERA MORATTA & A. L. NAVAS ROMERO, 2021. Respuesta de *Bulnesia retama* (Gillies ex Hook. et Arn.) Griseb. (Zygophyllaceae) como productora de cera a diferentes intensidades de poda en el desierto del Monte, Argentina. En prensa.
- ESCUADERO, A., J.M. IRIONDO & M.J. ALBERT, 2002. Biología de conservación, nuevas estrategias bajo diferentes perspectivas. Ecosistemas. 2002/3. <http://www.aet.org/ecosistemas/023/revisio- nes2.htm>[Consulta: el 30 de mayo de 2016]
- FERNÁNDEZ, M.E, M.A. CONY & C.B. PASSERA, 2015. Respuestas fisiológicas de plantines de *Senecio subulatus* a diferentes niveles de suministro de agua. En: Martínez Carretero, E. & A. Dalmaso (Eds.). Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina. II.
- FUNK, F.A., G. PETER, A. LOYD, A.I. KRÖPFL & R.A. DISTEL, 2012. Recuperación estructural y funcional de los espacios entre arbustos al cabo de 10 años de exclusión del pastoreo en una estepa semiárida del noreste de la Patagonia. *Ecología Austral* 22: 195-202.
- GANN, G.D., T. MCDONALD, B. WALDER, J. ARONSON, C.R. NELSON, J. JONSON, J.G. HALLETT, C. EISENBERG, M.R. GUARIGUATA, J. LIU, F. HUA, C. ECHEVERRÍA, E. GONZALES, N. SHAW, K. DECLEER & K.W. DIXON, 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. Volume 27 Issue S1. SER. <https://researchrepository.uwa.edu.au/en/publications/international-principles-and-standards-for-the-practice-of-ecolog>.
- GONZÁLEZ, F. & D.R. PÉREZ, 2017. Contributions of ecological facilitation for restoring environments with high conservation value in the Argentine Patagonia.

- Phyton International journal of experimental botany 86: 332-339.
- GUTIERREZ, J.R. & F.A. SQUEO, 2004. Importancia de los arbustos en los ecosistemas semiáridos de Chile. *Revista Ecosistemas* 13(1): 36-45.
- HUANG, J, H. YU, X. GUAN, G. WANG & R. GUO, 2016. Accelerated dryland expansion under climate change. *Nature Climate Change* 6: 166-171
- LASSO-RIVAS, N.L., 2015. La facilitación como un mecanismo que incrementa la diversidad vegetal en ambientes extremos. *Rev. Intropica*, 93-99.
- LEIGHTON REID, J., M.E. FAGAN & R.A. ZAHAWI, 2018. Positive site selection bias in meta-analyses comparing natural regeneration to active forest restoration. *American Association for the Advancement of Science*. <http://advances.sciencemag.org/>
- LI PUMA, M.C. & G.A. ZULETA, 2003. Diseño de enramados para reconstruir montículos naturales en explanadas petroleras abandonadas del Monte Austral, NW de Patagonia. 5tas Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la Industria del Petróleo y el Gas, Mendoza.
- MAESTRE, F.T., S. BAUTISTA, J. CORTINA, C. BLADÉ, J. BELLOT & R. VALLEJO, 2013. Bases ecológicas para la restauración de los espartales semiáridos degradados. *Ecosistema* 12(1).
- MARTINEZ CARRETERO, E., 1983. El incendio de la vegetación y la erosión del suelo en la precordillera mendocina II. Observaciones sobre el incendio del piedemonte de La Cruzcita. *ECOSUR* 10 (19/2): 37 - 45.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. & A.D. DALMASSO, 2002. Response to cutting of *Larrea divaricata* and *L. cuneifolia* in Argentina. *Applied vegetation Science* 5: 127-133.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E., 2013. La Diagonal Árida Argentina: Entidad Bioclimática. En: Pérez, D.R., A.E. Rovere & M.E. Rodríguez Araujo (Eds.). *Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina*. I. Vázquez Mazzini Ed.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. & A.D. DALMASSO, 2015. *Revegetación de Ambientes Degradados. Selección de Especies* En: Martínez Carretero, E. & A. Dalmaso (Eds.). *Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina*. II.
- MARTÍNEZ GÁLVEZ, M.F., 2020. Banco de semillas y germinación de potenciales arbustos nodriza: implicancias para la restauración de sitios sobrepastoreados en el Chaco semiárido. Tesis Doctoral Universidad Nacional de Cuyo.
- MASINI, A.C.A., A.E. ROVERE & D.R. PÉREZ, 2013. *Senna arnottiana* (Fabaceae): especie de interés ecológico para la rehabilitación en áreas protegidas de Neuquén. En: Pérez, D.R., A.E. Rovere & M.E. Rodríguez Araujo (Eds.). *Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina*. I. Vázquez Mazzini Ed.
- MIGUEL, S., 2018. La clausura como estrategia de restauración en bosques heterogéneos comunales del Chaco semiárido. Un enfoque socio ecológico (Tesis doctoral). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- NATALE, E.S., J. GASKIN, S.M. ZALBA, M. CEBALLOS & H.E. REINOSO, 2008. Especies del género *Tamarix* (Tamaricaceae) invadiendo ambientes naturales y seminaturales en Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 43(1-2): 137-145.
- NATALE, E., S.M. ZALBA & H. REINOSO, 2008. Especies del género *Tamarix* (Tamaricaceae) invadiendo ambientes naturales y seminaturales en Argentina. *SAB* 43(1-2): 137-145.
- NATURE SERVE, 2012. *NatureServe Conservation Status Assessments: Methodology for Assigning Ranks*, 44 pp.
- NAVAS ROMERO A.L, M., M.A DUPLANCIC, M.A. HERRERA MORATTA., M.V. PARERA & A.D. DALMASSO, 2018. Restauración de locaciones petroleras abandonadas en el Yacimiento Cerro Fortunoso, Malargüe, Mendoza. En: Massara

- Paletto, V., M. Rostagno, G. Buono, C. González, N. Ciano (Eds.). Restauración Ecológica en la Diagonal Árida Argentina 3: 294-301.
- NAVAS ROMERO, A., 2019. Funciones ecosistémicas y atributos ecológicos de las costras biológicas en el centro-oeste de la Argentina. Tesis Doctoral, PROBIOL, Universidad Nacional de Cuyo.
- NAVAS ROMERO, A.L., A. DUPLANCIC, M.A. HERRERA MORATTA, M.V. PARERA & A.D. DALMASSO, 2018. Restauración de locaciones petroleras abandonadas en el yacimiento cerro Fortunoso, Malargüe, Mendoza. Restauración y Ordenamiento Territorial. En: Massara Paletto, V., M. Rostagno, G. Buono, C. Gonzalez & N. Ciano (Eds.). Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina 3, 294-301.
- NAVAS ROMERO, A., M. HERRERA MORATTA, M.A. DUPLANCIC, E. MARTINEZ CARRETERO & A.D. DALMASSO, 2020. Evaluación de Técnicas de Restauración en Locación Petrolera Cerro Veneno, Malargüe, Argentina. En: Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina IV. Capítulo 14: 128-140.
- NOACCO, N.E., 1981. Labranza vertical. Arado de cinceles, cultivador de cinceles, Vibrocultivador. Cuaderno de Actualización Técnica 28. AACREA.
- NÚÑEZ VALERO, J.J., 2013. Regeneración natural vs. plantación para la restauración de la cubierta vegetal. Repuestas Eofisiológicas y Demográficas de *Quercus ilex* L. a alteraciones del balance facilitación/competencia del matorral en un ambiente semiárido. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.
- PASTRAN, G., E. MARTINEZ CARRETERO, M. MAMANÍ, A. VICH & V. SÁNCHEZ, 2011. Dinámica eólica e hídrica en el sistema de médanos grandes, SE de San Juan, Argentina. *Multequina* 20: 15-26.
- PÉREZ, D.R., 2015. Educación ambiental en viveros de restauración ecológica de zonas áridas. Tesis Doctoral. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue.
- PÉREZ, D.R., 2020. ¿Existen vínculos entre la racionalidad ambiental, el saber ambiental, el diálogo de saberes y la restauración ecológica? Aportes a la construcción de marcos teóricos para la recuperación de ambientes con fines educativos. Entrevista a Enrique Leff . *Revista de Educación en Biología* 23(2): 52-56.
- PÉREZ, D.R. & E. CECCON, 2017. Social participation in ecological restoration: An expanding research field in Latin America and the Caribbean. En: Ceccon, E. & D.R. Pérez (Coords.). *Beyond Restoration Ecology: Social Perspectives in Latin America and the Caribbean*. Buenos Aires, Argentina: Vázquez Mazzini Eds.
- PÉREZ, D.R., F.M. FARINACCIO & J. ARONSON, 2019a. Towards a dryland framework species approach. *Research in progress in the Monte Austral of Argentina*. *Journal of Arid Environments* 161: 1-10.
- PÉREZ, D.R., F.M. GONZÁLEZ, C. CEBALLOS, M.E. ONETO & J. ARONSON, 2019b. Direct seeding and outplantings in drylands of Argentinean Patagonia: estimated costs, and prospects for large-scale restoration and rehabilitation. *Restoration ecology*. doi: 10.1111/rec.12961.
- PÉREZ, D.R., C. PILUSTRELLI, F. FARINACCIO, G. SABINO & J. ARONSON, 2020. Evaluating success of various restorative interventions through drone- and field-collected data, using six putative framework species in Argentinian Patagonia. *Restoration Ecology* 28: A44-A53.
- RODRIGUEZ-ECHEVERRÍA, C. ARMAS, N. PISTÓN, S. HORTAL & F. PUGNAIRE, 2013. A role for below-ground biota in plant-plant facilitation
- ROLLING J.D & L. R. WALKER, 2000. Plant and soil recovery along a series of abandoned desert roads. *Journal Arid Environments* 46: 1-24. *Journal of Ecology* 101: 1420-1428

- ROVERE, A., 2014. El rol de los microorganismos en la recuperación de las áreas degradadas: avances de su investigación en zonas áridas de la Patagonia. (Argentina). *Experimentia* 4.
- SER (Society for Ecological Restoration) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org
- STRONATI, M.S., M. FIORETTI, V. PENTREATH & E GONZÁLEZ, 2013. Evaluación de leguminosas patagónicas en condiciones de estrés hídrico. Libro I, Cap. 30. Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina. En: Pérez, D.R., A.E. Rovere & M.E. Rodríguez Araujo (Eds.). Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina. I. Vázquez Mazzini Ed.
- ZHANG, W.J., 2017. Measurement and identification of positive plant interactions: Overview and new perspective. *Network Biology* 7(2): 33-40
- ZULETA, G.A, L.G. REICHMANN, M.C. LI PUMA, A. FERNANDEZ, A.D. BUSTAMANTE LEIVA & P. TCHILINGUIARIAN, 2003. Ecología de disturbios y restauración de estepas arbustivas del Monte austral en explanadas abandonadas de la cuenca neuquina. Actas del II Congreso de Hidrocarburos, Instituto Argentino del Petróleo y el Gas. Buenos Aires, 14 pp.

Recibido: 08/2020
Aceptado: 10/2020