



Tesis de Maestría en Intervención Ambiental Orientación Gestión de las Organizaciones

Valoración económica de dos escenarios de intervención para restauración ecológica de zonas áridas de la Patagonia Argentina.

Credito: D.R.Pérez

FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL COMAHUE

Credito: D.R.Pérez

Credito: D.R.Pérez

TESISTA
CR. CRISTIAN CEBALLOS

DIRECTOR
Dr. DANIEL R. PÉREZ





ÍNDICE

1. AGRADECIMIENTOS	4
2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS PRELIMINARES:	4
3. RESUMEN	4
3. SUMMARY	5
4. INTRODUCCIÓN	6
5. MARCO TEÓRICO	8
5.1. Restauración ecológica	8
5.2. Diferencia entre Restauración Ecológica y Ecología de la Restauración	8
5.3. Zonas áridas y semiáridas	10
5.4. Degradación, daño, destrucción y transformación de ecosistemas	10
5.5. Ecosistema de referencia o referencia ecológica	10
5.6. Estabilidad, Resistencia, Resiliencia	10
5.7. Especies exóticas	11
5.8. Salud y stress del ecosistema	11
5.9. Restauración ecológica en zonas áridas en Neuquén. Estado del conocimiento de distintas formas de intervención	11
5.9.1. Regeneración natural prescripta	11
5.9.2. Regeneración natural asistida	11
5.9.3. Siembra y plantación de especies nativas	12
5.10. Conceptos básicos sobre aspectos económicos de la restauración de zonas áridas	13
6. MARCO LEGAL DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA A NIVEL NACIONAL Y EN NIVEL LA PROVINCIA DE NEUQUÉN.	14
7. METODOLOGÍA	19
7.1. Cálculo de costos	21
8. RESULTADOS	24
8.1. Cálculo de costos.	24
8.1.1 Costos en técnica de plantación	24
8.1.2 Costos en técnica de siembra	26
8.2 Comparaciones globales de costos entre técnicas y escenarios	27
9. DISCUSIÓN	28
10. BIBLIOGRAFÍA	33



ANEXOS

ANEXO I - Costos de producción en viveros de <i>P. flexuosa var. depressa</i> en el escenario rural.	39
ANEXO II - Costos de producción en viveros de <i>P. flexuosa var. depressa</i> en el escenario petrolero.	40
ANEXO III - Costos de producción en viveros de <i>A. lampa</i> en el escenario rural.	41
ANEXO IV - Costos de producción en viveros de <i>A. lampa</i> en el escenario petrolero.	42
ANEXO V - Costos de producción en viveros de <i>H. argentea var. latisquama</i> en el escenario rural.	43
ANEXO VI - Costos de producción en viveros de <i>H. argentea var. latisquama</i> en el esc. petrolero.	44
ANEXO VII - Costos de producción en viveros de <i>S. subulatus var. subulatus</i> en el escenario rural.	45
ANEXO VIII - Costos de producción en viveros de <i>S. subulatus var. subulatus</i> en el escenario petrolero.	46
ANEXO IX - Costos de plantación en campo de <i>P. flexuosa var. depressa</i> el escenario rural.	47
ANEXO X - Costos de plantación en campo de <i>P. flexuosa var. depressa</i> el escenario petrolero.	48
ANEXO XI - Costos de plantación en campo de <i>A. lampa</i> en el escenario rural.	49
ANEXO XII - Costos de plantación en campo de <i>A. lampa</i> en el escenario petrolero.	50
ANEXO XIII - Costos de plantación en campo de <i>H. argentea var. latisquama</i> en el escenario rural.	51
ANEXO XIV - Costos de plantación en campo de <i>H. argentea var. latisquama</i> en el escenario petrolero.	52
ANEXO XV - Costos de plantación en campo de <i>S. subulatus var. subulatus</i> en el escenario rural.	53
ANEXO XVI - Costos de plantación en campo de <i>S. subulatus var. subulatus</i> en el escenario petrolero.	54
ANEXO XVII - Costos de siembra directa de <i>P. flexuosa var. depressa</i> en el escenario rural.	55
ANEXO XVIII - Costos de siembra directa de <i>P. flexuosa var. depressa</i> en el escenario petrolero.	56
ANEXO XIX - Costos de siembra directa de <i>A. lampa</i> en el escenario rural.	57
ANEXO XX - Costos de siembra directa de <i>A. lampa</i> en el escenario petrolero.	58
ANEXO XXI - Costos de siembra directa de <i>H. argentea var. latisquama</i> en el escenario rural.	59
ANEXO XXII - Costos de siembra directa de <i>H. argentea var. latisquama</i> en el escenario petrolero.	60
ANEXO XXIII - Costos de siembra directa de <i>S. subulatus var. subulatus</i> en el escenario rural.	61
ANEXO XXIV - Costos de siembra directa de <i>S. subulatus var. subulatus</i> en el escenario petrolero.	62



1. AGRADECIMIENTOS

La investigación que concluye con esta tesis de maestría comenzó, y no podría haber sido posible, sin la participación y colaboración del Prof. Daniel Pérez. Para ud. Daniel, un enorme agradecimiento.

También a la Universidad Nacional del Comahue, que me permitió y me sigue dando lugar para formarme, aprender, trabajar, e ir cumpliendo sueños.

Por último, a mi hijo Tiziano, a mi Madre y mi amigo Daniel, que siempre están presentes y dan un apoyo incondicional, que son los que comparten mis satisfacciones y le dan sentido, y de donde en general, saqué el tiempo que ocupó la realización de esta tesis. Muchas gracias por permitirme también cumplir este logro.

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS PRELIMINARES:

Pérez, D.R., González, F.M., **Ceballos, C.**, Oneto, M.E. Aronson, J. 2019. 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

3. RESUMEN

En grandes áreas del mundo afectadas por la desertificación y que tienen una baja capacidad natural para la recuperación de la biodiversidad, la rehabilitación y restauración ecológica solo se puede lograr a bajos costos, por lo que este cálculo es esencial para la toma de decisiones ambientales por parte del gobierno y de los campesinos. El Monte Austral en la Patagonia argentina tiene una degradación severa de su biodiversidad, y los investigadores están haciendo esfuerzos para expandir alternativas prácticas para recuperar ambientes degradados y aumentar las escalas de aplicación, aunque los costos no se han tenido en cuenta. En esta tesis, los costos financieros esperados de la siembra directa se evaluaron en comparación con las plantaciones, en dos escenarios de costos diferentes que se denominaron "escenario rural" y "escenario petrolero", para cuatro especies de arbustos nativos de zonas áridas del Monte: *Senecio subulatus* var. *subulatus*, *Atriplex lampa*, *Hyalis argentea* var. *latisquama* y *Prosopis flexuosa* var. *depressa*) consideradas como "especies marco" para recuperar zonas degradadas. Se tomó como meta de restauración un total de 1600 plantas establecidas por hectárea, de acuerdo con las regulaciones ambientales en la Provincia de Neuquén. Cada una de las etapas de los procedimientos de siembra y plantación se consideraron en el cálculo. Se consideraron suministros, costos laborales y porcentajes de establecimiento de viveros en plantaciones y establecimiento de plántulas en siembras directas publicadas en la literatura científica sobre el tema. El costo de las plantaciones en el escenario rural varió según la especie entre 930.72 y 1,536.16 USD / ha, mientras que la plantación osciló según la especie entre 5,333 y 6,911, 96 USD / ha. Por otro lado, en el escenario petrolero, con altos costos laborales, la siembra según la especie arrojó valores entre 2.601,45 y 2.783,64 USD / ha en la plantación



entre 11.724,06 y 12.5557,24 USD / ha. La siembra implicó una reducción de costos del 40.95% al 65.56% en el entorno rural y del 41.04% al 56.63% en el de la industria petrolera. Con base en estos resultados y considerando la la reducción de costos que implica, la siembra directa debería recibir más atención en el futuro.

3. SUMMARY

In large areas of the world affected by desertification and that have a low natural capacity for the recovery of biodiversity, ecological rehabilitation and restoration can only be achieved at low costs, so this calculation is essential government environmental decision-making and peasants. Monte Austral in Argentine Patagonia has a severe degradation of its biodiversity, and researchers are making efforts to expand practical alternatives to recover degraded environments and increase application scales, although the costs have not been taken into account. In this thesis the expected financial costs of direct seeding was evaluated in comparison with outplantings, in two different cost scenarios that were called "rural scenario" and "oil scenario", for four species of shrubs native to arid areas of the Monte: (*Senecio subulatus* var. *subulatus*, *Atriplex lampa*, *Hyalis argentea* var. *latisquama* and *Prosopis flexuosa* var. *depressa*) considered as "framework species" to recover degraded zones. A total of 1600 plants established per hectare were taken as the restoration goal, according to the environmental regulations in the Province of Neuquén. Each of the stages of procedures for seeding and planting were considered in the calculation. Supplies, labor costs and percentages of establishment of nursery in plantations and establishment of seedlings in direct seedings published in scientific literature about the topic was considered. The cost of outplantings in rural scenario varied according to the species between 930.72 and 1,536.16 USD / ha, while the plantation oscillated according to the species between 5,333, and 6,911, 96 USD / ha. On the other hand, in the oil scenario, with high labor costs, planting according to the species yielded values between 2,601.45 and 2,783.64 USD / ha and in the plantation between 11,724.06 and 12,5557.24 USD / ha. Planting implied a cost reduction from 40.95% to 65.56% in the rural setting and from 41.04% to 56.63% in the oil scene. Based on this results and considering scale up and cost reduction, direct seeding should receive more attention in the future.

Key words: cost-effectiveness, desertification, economy, plantation, Monte Austral



4. INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas, semiáridas y sub-húmedas denominadas también “tierras secas”, abarcan aproximadamente el 41% de la superficie del planeta y se encuentran habitadas por un tercio de la población mundial (Safriel & Adeel 2005; Reynolds et al. 2007; Cherlet et al. 2018). En estos ambientes cada año se degradan alrededor de 12 millones de hectáreas, un 10 a 20% de la superficie total (Millennium Ecosystem Assessment 2005; James et al. 2013). En este contexto es clave la necesidad de recuperar la biodiversidad tanto por su valor intrínseco como por los bienes y servicios ambientales para lograr mejorar las condiciones de vida básicas de millones de personas (UNCCD 2011). Sin embargo, las condiciones ambientales extremas de las tierras secas, como la baja disponibilidad de agua debido a las escasas, infrecuentes e impredecibles precipitaciones, hacen que la rehabilitación y la restauración ecológica sean difíciles de lograr (Abella 2010; UNCCD 2011; Yirdaw et al. 2017). Una de las técnicas más utilizadas para rehabilitar la estructura y las funciones de las tierras secas severamente degradadas, es la plantación de especies nativas producidas en viveros (Pérez et al. 2019a). Con las plantaciones se evitan limitantes ambientales severas de las zonas áridas en las etapas de germinación de semillas y el establecimiento inicial de las plántulas (Pérez et al. 2019a; James et al. 2013). Sin embargo existe un amplio abanico de técnicas de restauración para zonas áridas (Busso & Pérez 2018) entre las cuales la siembra directa ha sido sugerida como la principal opción y prioridad para ser investigada, por su potencial menor costo y la factibilidad para ser usada en gran escala (Kildisheva et al. 2016).

Sin embargo, de acuerdo con resultados a nivel mundial, no es esperable obtener porcentajes muy altos de establecimiento de plántulas en siembras directas en ambientes degradados. Kildisheva et al. (2016) y Grossnickle & Ivetić (2017) mencionan que, en general, solo sobrevive alrededor del 20% o menos de las semillas sembradas, debido a las condiciones del sitio, la depredación y la competencia con la vegetación existente entre otros factores. En un meta análisis sobre siembra directa (Cecon et al. 2015), menciona que entre 89 especies estudiadas en siembras directas en bosques, la tasa de éxito promedio del establecimiento de plántulas obtenida es de solo 11,4%. En experiencias de siembra directa aplicadas en tierras secas degradadas de Australia (Commander et al. 2013) la emergencia de las plántulas reportada fue muy baja, con una media de 3% de semillas germinadas por época del año, especies y tratamientos. La emergencia de las plántulas fue más alta en otoño de 2005 (8,3% promedio en tratamientos, pozos y especies) en comparación con invierno de 2005 (0,5%) y el otoño de 2006 (0,4%). Si se consideran en particular las especies utilizadas, *Acacia tetragonophylla* tuvo mayor germinación que *Solanum orbiculatum* y esta mayor que *Atriplex bunburyana* (5,3%; 2,5% y 1,4% respectivamente). En el desierto de Sonora, Estados Unidos, Abella & Newton (2009), en siembras directas realizadas en un período de precipitaciones que representaron el 67% de la media normal, el 71% de las especies sembradas se establecieron en menos de 10% de las parcelas.

Ante esta información la pregunta que nos formulamos es ¿debería descartarse la siembra directa como una técnica de restauración debido a los bajos porcentajes de establecimiento de plántulas obtenidos a nivel mundial, y considerando que en las tierras secas los resultados son aún inferiores?. Si bien las bajas tasas de establecimiento hacen suponer que éstos resultados son desalentadores, es importante considerar que la capacidad para llevar a cabo la restauración se define no solo por la probabilidad de éxito de la técnica sino también por su costo (James 2013; Kildisheva



et al. 2016). Por ello, ante el desafío de rehabilitar y restaurar extensiones muy grandes de áreas altamente degradadas, se justifica la continuidad de las investigaciones y un análisis exhaustivo no solo de las técnicas de siembra sino también de los costos de la intervención de restauración ecológica mediante siembra. Este esfuerzo es justificado dada la necesidad de alternativas para la restauración a la plantación, ya que esta es en muchos casos impracticable por su gran costo a escalas de cientos o miles de hectáreas como se necesitan en regiones como las tierras secas de la Patagonia (del Valle et al. 1998; Mazzoni & Vazquez 2009). El planteo de esta tesis fue que para tomar decisiones sobre la factibilidad y efectividad de la siembra directa se requiere considerar conjuntamente el éxito biológico de la germinación y el establecimiento de plántulas, con el análisis del costo económico.

La incorporación del análisis económico a los temas ambientales como la restauración ecológica ocurre crecientemente desde que el concepto desarrollo sustentable surgió con el Informe Brundtland (OEA 1987). Pero fue en la última década que la economía y las finanzas sacaron el tema de la periferia y lo colocaron en el centro de las decisiones, con la identificación de riesgos y oportunidades (Kimball et al. 2015; Benini & Adeodato 2017). En el marco de la consideración e inclusión de los componentes económicos en las decisiones e intervenciones ambientales, la hipótesis de este trabajo fue que la siembra directa por no requerir de etapa de vivero puede tener una buena relación costo-efectividad, ya que el reducido porcentaje de establecimiento de plántulas en las siembras puede compensarse con mínimo aumento de costos mediante el incremento de la cantidad de semillas sembradas. Se predice que aún usando un alto número de semillas los bajos costos justifican la aplicación de la técnica. En este trabajo se consideraron los costos en dos escenarios posibles: a) un escenario rural con costos propios de los puesteros que típicamente habitan las zonas áridas; y b) un escenario petrolero, propio de empresas que deben recomponer daños en el marco de la legislación vigente en la Provincia de Neuquén.



5. MARCO TEÓRICO

5.1. Restauración ecológica

La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (McDonald et al. 2016). Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades humanas. En algunos casos, estos impactos en los ecosistemas fueron causados o empeorados por causas naturales, tales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas, hasta tal grado que el ecosistema no se puede restablecer por su cuenta al estado anterior a la alteración o a su trayectoria histórica de desarrollo. Las intervenciones que se emplean en la restauración varían mucho de un proyecto a otro, dependiendo de la extensión y la duración de las perturbaciones pasadas, de las condiciones culturales que han transformado el paisaje y de las oportunidades y limitaciones actuales (Bradshaw 1996; SER 2004; Clewell & Aronson 2013).

5.2. Diferencia entre Restauración Ecológica y Ecología de la Restauración

La restauración ecológica es la práctica de restaurar ecosistemas, tal como lo desempeñan los profesionales, en sitios de proyecto específicos, mientras que la ecología de la restauración es la ciencia sobre la cual se basa la práctica (Figura 1). La ecología de la restauración idealmente proporciona conceptos claros, modelos, metodologías y herramientas que apoyan la práctica de los profesionales. A veces, el restaurador y el ecólogo de restauración son la misma persona, la fusión de la práctica y la teoría (SER 2004; Palmer et al. 2012).

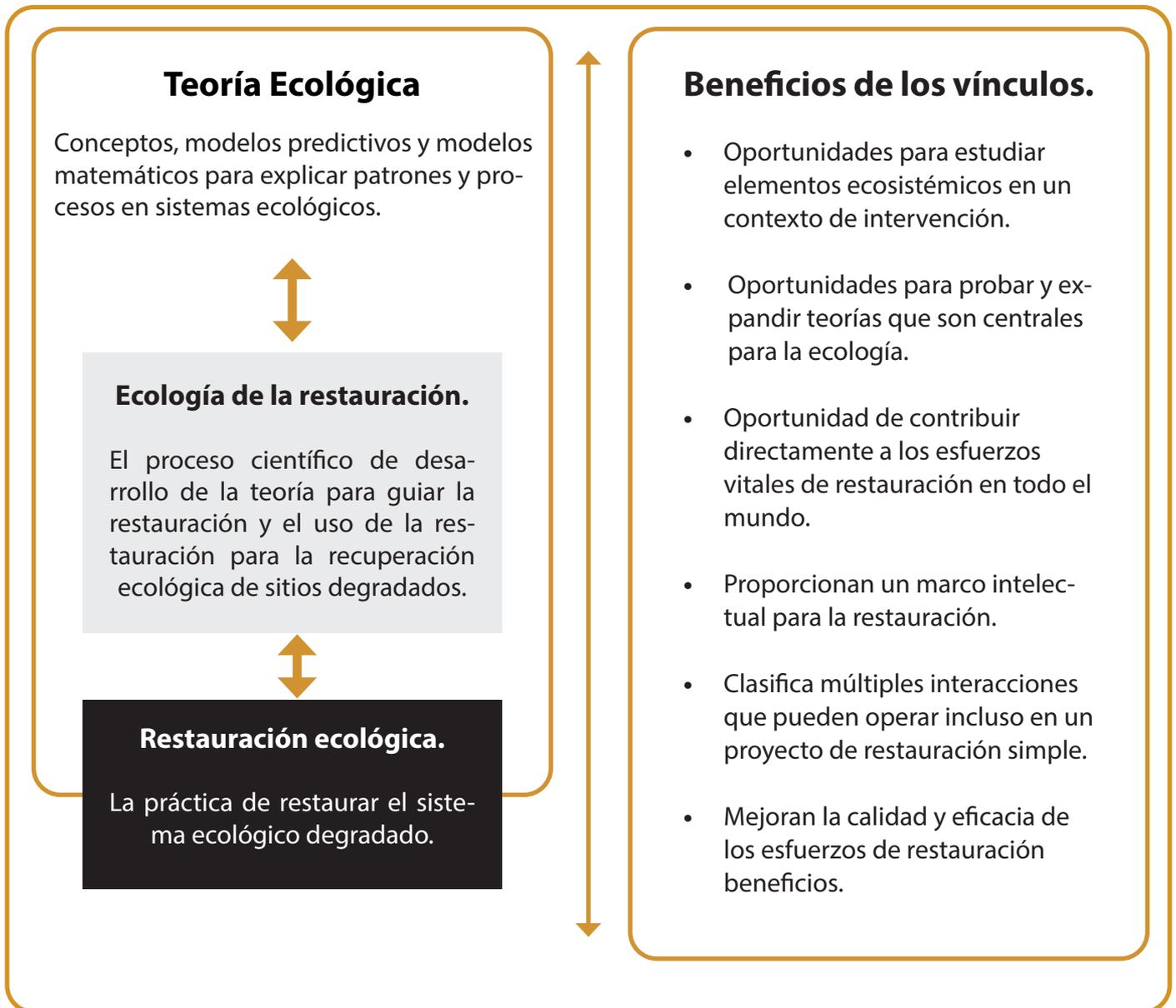


Figura. 1. La relación entre la teoría ecológica, la ecología de la restauración y la restauración ecológica puede verse de manera jerárquica. Aunque hay un cuerpo muy grande de teoría ecológica (A, caja sin llenar), sólo una parte de ella puede aplicarse directamente a la ecología de la restauración en la actualidad (B, caja gris). Existe, por lo tanto, una demanda para extender y desarrollar la teoría, y los beneficios de hacerlo se extienden en ambas direcciones. La ciencia ecológica se beneficia de la vinculación, al igual que la ecología de la restauración y la restauración ecológica. También hay una gran parte de la restauración ecológica que nunca será guiada por la ecología de la restauración (C, caja negra); en cambio, las restricciones contextuales y los objetivos sociales, como la cooptación de recursos naturales o la modificación de los sistemas ecológicos para el uso humano, determinarán los objetivos de restauración. Adaptado de Palmer et al. (2012).

5.3. Zonas áridas y semiáridas

El índice de Aridez (IA), se determina en base a la precipitación anual y la evapotranspiración de referencia anual, permiten definir las zonas áridas (Ezcurra 2006; CAZALAC 2010). Aunque existen otras variables que han sido sugeridas por diversos autores para la definición de aridez la relación entre precipitación y evapotranspiración define 6 clases de aridez, a saber:

DEFINICIÓN	RATIO Pa/Eto
Hiperárida	< 0,05
Árida	0,05 to 0,20
Semiárida	0,20 to 0,5
Subhúmeda seca	0,5 to 0,65
Subhúmeda húmeda	0,65 to 1,0
Húmeda	> 1

Tabla 1. Tipos de aridez según la relación entre Precipitación Anual (Pa) y Evapotranspiración de referencia anual (ETo)

5.4. Degradación, daño, destrucción y transformación de ecosistemas

Todos estos términos se refieren a desviaciones o pérdidas del estado deseado de un ecosistema. Los significados de estos términos coinciden en parte y su aplicación no siempre queda clara. La degradación se relaciona con cambios graduales o sutiles que reducen la integridad y la salud ecológica. El daño se refiere a cambios obvios y agudos en un ecosistema. Un ecosistema queda destruido cuando se elimina toda la vida macroscópica y, por lo general, también se afecta el ambiente físico. La transformación es la conversión de un ecosistema en otro tipo de ecosistema o uso de la tierra (SER 2004; McDonald 2016).

5.5. Ecosistema de referencia o referencia ecológica

Es un modelo de restauración aproximado del ecosistema meta a restaurar. En ausencia de ecosistemas intactos adecuados del mismo tipo que sobreviven cerca del sitio de destino, el modelo de referencia puede derivarse de múltiples fuentes de información sobre el pasado y el presente, la biota y las condiciones que ocurren en o cerca del sitio; complementado con información sobre cambios anticipados en condiciones ambientales (Bradshaw 1996; McDonald et al. 2016).

5.6. Estabilidad, Resistencia, Resiliencia

Estabilidad es la capacidad de un sistema para volver a un estado de partida tras un cambio significativo en condiciones ambientales como resultado de uno o más factores perturbadores. Si el estado inicial o de inicio ocurre durante un tiempo relativamente largo, podemos referirnos a él como un estado estacionario, y se mantiene dentro de los límites del sistema. Se considera que un estado estacionario es un equilibrio no verdaderamente estático o inmóvil (Van Andel et al. 2012). La resistencia es una característica de los sistemas que ocurre cuando hay relativamente poca respuesta a un factor perturbador. El tiempo que un sistema requiere volver a un estado estacionario anterior es inversamente relacionados con su resiliencia (Van Andel et al.2012).



5.7. Especies exóticas

Una especie exótica de flora o fauna es aquella que se ha introducido, por actividades humanas relativamente recientes, en una zona en la que no existía previamente. Ya que la restauración ecológica de ecosistemas naturales busca recuperar la mayor autenticidad histórica posible, es deseable la reducción o eliminación de especies exóticas en los sitios de los proyectos de restauración (Zalba 2013).

5.8. Salud y stress del ecosistema

La salud del ecosistema ha sido descrita como "el estado o condición de un ecosistema en el que la dinámica de sus atributos se expresan dentro de los rangos normales de actividad relativo a su estado ecológico de desarrollo" (SER 2004). Se puede evaluar ecológicamente en términos de estado de funcionamiento del ecosistema en un momento dado, pero los criterios socioeconómicos deben considerarse, como fuentes de agua potable para beber y lavado, para fines industriales y agrícolas, como conductos para contaminantes, y como lugares para la recreación y placer estético. El estrés del ecosistema es el estado de un ecosistema no saludable, fuera de la gama ambiental óptima, que puede ser causada por factores de perturbación como la acidificación de un suelo o la eutrofización de una masa de agua, o el cambio climático en la atmósfera (Van Andel et al. 2012).

5.9. Restauración ecológica en zonas áridas en Neuquén. Estado del conocimiento de distintas formas de intervención

5.9.1. Regeneración natural prescripta

La estrategia de regeneración natural prescripta (Clewel & Aronson 2013; Busso & Pérez 2018), consiste en únicamente en controlar el factor de disturbio y/o efectuar mínimos cambios que favorezcan la recuperación de la biodiversidad.

Normalmente es recomendada cuando se verifica a partir de estudios previos que las condiciones iniciales del ecosistema pueden recuperarse independiente de cualquier intervención. Esto lógicamente implicaría menores costos, que cualquier otra estrategia de restauración, lo que la hace una de las opciones más atractivas para proyectos de restauración a grandes escalas (Clewel & McDonald 2009).

Para determinar cuándo optar por la regeneración natural prescripta, se requiere el análisis de la geomorfología, suelos y condiciones ambientales. Esta información puede dar un buen criterio de cuándo, por condiciones naturales, no se requieren otras técnicas de restauración (Busso & Pérez 2018).

5.9.2. Regeneración natural asistida

Una de las técnicas más usadas en Neuquén para asistir la regeneración natural, es el "escarificado" del suelo. Esta técnica consiste en remover el suelo con un equipamiento que permite trazar una serie de surcos en el suelo, que facilitarían la infiltración de agua, y la captura de sedimentos y semillas que favorecerían la germinación y establecimiento de plántulas (Dixon 1988). Ha sido aplicado indiscriminadamente en áreas petroleras (Busso & Pérez 2018), en muchos casos con altos costos económicos y con evidentes efectos negativos como cárcavas de erosión profundas en pendientes (Figura 2).



Figura 2. Ejemplo de uso indiscriminado de escarificado en industria hidrocarburífera y consecuencias en el ambiente. Credit: C. Escartin.

5.9.3. Siembra y plantación de especies nativas

Las intervenciones humanas activas con siembra y plantación dirigidas a la recuperación de áreas áridas, a menudo se han limitado a áreas pequeñas (Pérez et al. 2010; Dalmasso 2010). Recientemente se ha propuesto una nueva metodología para plantaciones de especies nativas para la restauración a gran escala denominada “Especies marco o fundantes para zonas áridas” (Dryland framework species approach) (Pérez et al. 2019a). Tanto la siembra como la plantación en zonas áridas son tecnologías en activo proceso de investigación y práctica en la actualidad tanto en la Provincia de Neuquén como en toda la diagonal árida de la Argentina (Pérez et al. 2013); Figuras 3 y 4.

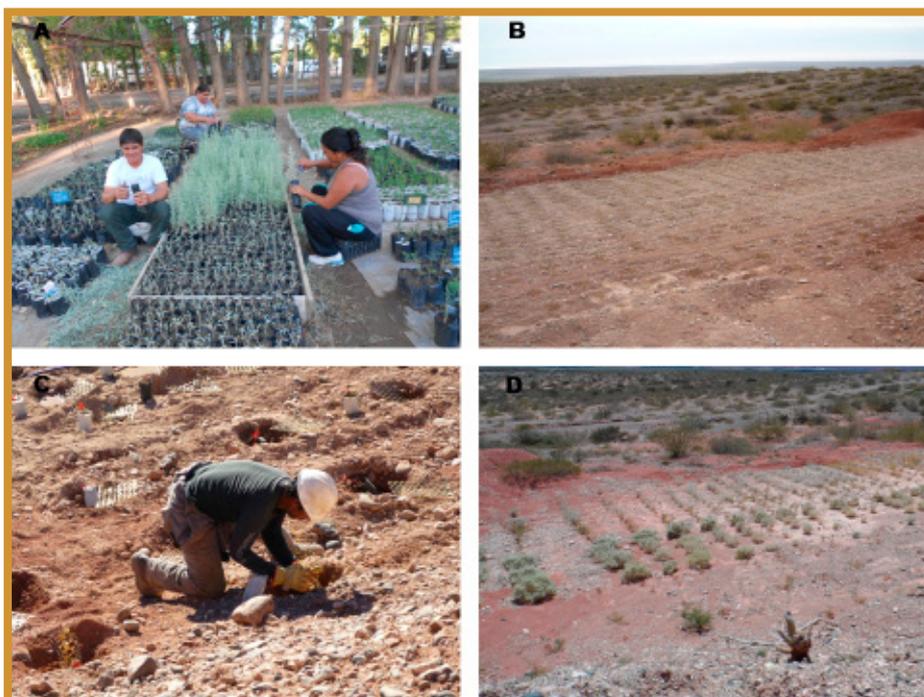


Figura 3: Plantación en Loma de La Lata. En A se observa a integrantes de la Cooperativa Atriplex lampa que integra el equipo de LARREA en producción de plantines y plantaciones. B, etapa de hoyado. C, plantación. D: Resultados a dos años. Crédito: Laboratorio de Rehabilitación y Restauración de Ecosistemas Áridos y Semiáridos (LARREA).

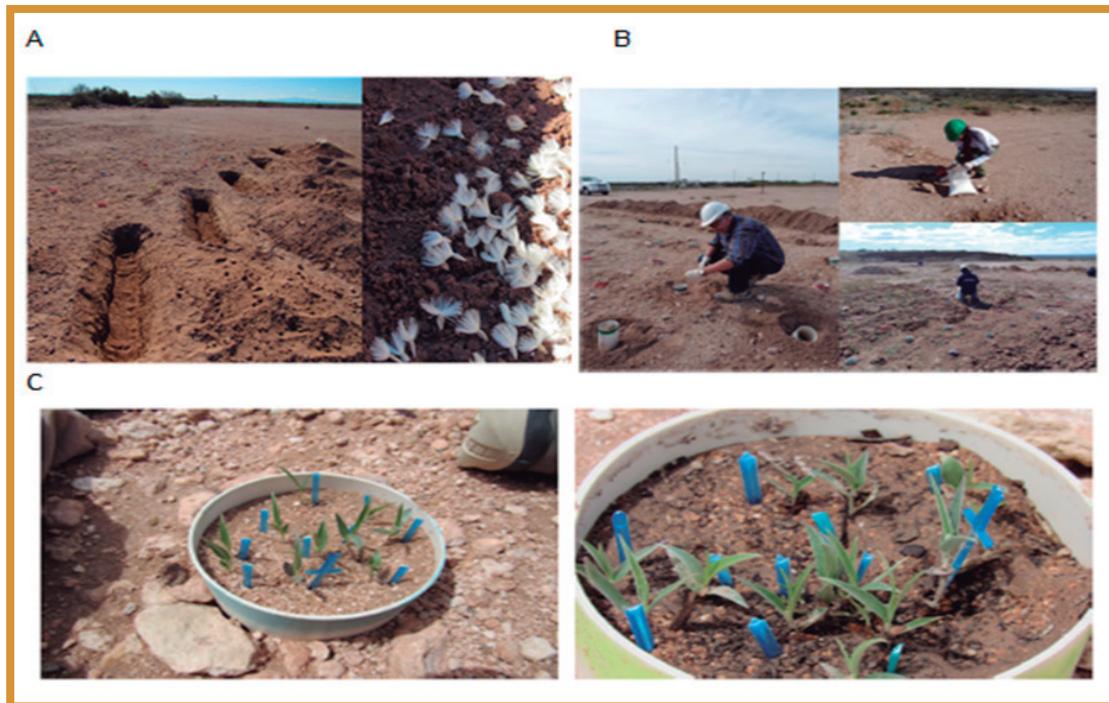


Figura 4: Avance de resultados experimentales de siembra directa. Siembras experimentales en zonas degradadas de Neuquén. En A se observa construcción de los surcos y siembra. B. ensayos de germinación. C. semillas de *H. argentea* var. *latisquama* (olivillo). Crédito: Laboratorio de Rehabilitación y Restauración de Ecosistemas Áridos y Semiáridos (LARREA).

5.10. Conceptos básicos sobre aspectos económicos de la restauración de zonas áridas

Como se mencionó, la economía juega un papel central en la restauración ecológica, aunque es un campo de trabajo aún en activo desarrollo (Robbins & Daniels 2012). Al cuantificar los beneficios y costos de las actividades de restauración en una unidad común (e.g. dólares), el análisis económico permite eficiencia económica de proyectos de restauración específicos para ser evaluados y comparados con proyectos alternativos, incluida la opción de no hacer nada (James et al. 2013).



Desde el punto de vista económico, el concepto de costo se define como el sacrificio económico inherente a una acción con vistas a lograr un objetivo (Bottaro 2004).

La forma más tradicional de clasificar los costos es la que los diferencia entre costos fijos y variables. Los costos fijos son costos en que se deberá incurrir en un periodo determinado, independientemente del nivel de producción en la empresa (alquiler de bodegas, algunas remuneraciones, seguros de máquina, etc.). Los costos variables totales son aquellos que dependen del nivel de producción (costo de los envases, mano de obra, materias primas, etc.) (Sapag Chain 2011).

Se clasifica como costos directos, aquellos que se asocian directamente con un producto o servicio, los que por definición no requieren un proceso de asignación, ya que se identifican claramente con el objetivo del costo, por ejemplo un envase con el producto o el sueldo. Los costos indirectos, por el contrario, no se identifican claramente con el objetivo del costo y deben ser asignados de acuerdo con alguno de los criterios que la teoría y la práctica ofrecen (Sapag Chain 2011).

En tierras áridas el cálculo de costos ha sido realizado con diversos enfoques como opinión de expertos y documentos de consenso (Epanchin-Niell et al. 2009), sin discriminar entre costos directos, indirectos, fijos o variables. Estos métodos ad hoc tienen como desventaja que pueden producir diferentes valores ya que se basan en informantes que pueden aportar datos con alta carga de subjetividad. Por ejemplo, en un documento de consenso numerosos expertos definen en base a su propia experiencia cuando una técnica es más costosa que otra. En cambio, los estudios cuantitativos evitan estas limitaciones y permiten predicciones más realistas.

La información detallada de costos de técnicas puede ser útil para la gestión, ya que la innovación con nuevas tecnologías, o cambios en ciertos procesos, pueden mejorar la relación costo-eficacia (Kimball et al. 2015).

La restauración ecológica incluye alternativas de agricultura con especies nativas que pueden llevar a la creación de nuevas oportunidades para “re-habitar” la tierra y recuperar la sostenibilidad y el valor social hacia la biodiversidad.

Desde esta perspectiva de sustentabilidad, se debe tener en cuenta que la restauración brinda la posibilidad de generar modelos económicos alternativos a los actuales con nuevos cultivos de zonas áridas con bajos requerimientos hídricos (Ravetta and Soriano 1998; Aguiar and Roman 2007; Guevara et al. 2009, Ceccon et al. 2020)

6. MARCO LEGAL DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA A NIVEL NACIONAL Y EN NIVEL LA PROVINCIA DE NEUQUÉN.

En la tabla 2, se expone el marco legal vigente a partir del relevamiento de diversas normativas que incluyen desde la constitución nacional y ejemplos de legislación en diferentes provincias de la Argentina.



NOMBRE	NÚMERO	ESCALA	CASO DE ESTUDIO
Constitución Nacional Argentina		Nacional	Artículo 41. Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.
Ley general del Ambiente	25675	Nacional	Artículo 2- La política ambiental nacional deberá cumplir los siguientes objetivos: a) Asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas.
Ley de protección ambiental para la actividad minera	24585/95	Nacional	Artículo 13º: Los equipos, instalaciones, sistemas, acciones y actividades de prevención, mitigación, rehabilitación, restauración o recomposición ambiental, consignadas por el responsable e incluidas en la Declaración de Impacto Ambiental constituirán obligación del responsable y serán susceptibles de fiscalización de cumplimiento por parte de la autoridad de aplicación.
Ley Nacional de Presupuestos Mínimos sobre Bosques Nativos	26331/07	Nacional con variantes según leyes de ordenamiento territoriales provinciales promovidas por la ley nacional	Régimen sancionatorio en su capítulo séptimo (arts. 46 a 54) : "En forma obligatoria y con la finalidad de remediar el daño ambiental causado, los infractores deberán reforestar con especies nativas, bajo las condiciones y pautas técnicas que imponga la Autoridad de Aplicación, quien a su criterio podrá determinar también en forma conjunta o autónoma, la clausura del área afectada por intervenciones en infracción a la presente Ley, tendiente a la regeneración natural del mismo y su consecuente restauración".
Restauración de locaciones petroleras	Ley 5961 Decreto 437/93	Nacional/ Provincial (Mendoza)	Resultados aceptables con la preparación del terreno con técnicas de facilitación y la revegetación con nativas de las comunidades de contacto. Escasa implementación por parte de las empresas.



NOMBRE	NÚMERO	ESCALA	CASO DE ESTUDIO
Pautas ambientales para la disposición final de suelos saneados y su utilización en la rehabilitación ambiental	Ley 1875, Decreto Reglamentario N° 2656/99, Anexo VII, Título II, Capítulo IV, Inciso g.) y disposición 226/2011	Provincial (Nequén)	Se exige rehabilitación con uso de plántulas o semillas de especies nativas. Se usan los conceptos ecosistema de referencia, contaminación genética. Se requieren 1600 plantas por ha de al menos dos especies. Acota la aplicación de estos conceptos y cantidad de plantas a suelos que han sido remediados. Para otros desmontes se requiere solamente escarificar el terreno posteriormente a abandonado el sitio.
Programa provincial de restauración de bosques nativos	Decreto 1016/17	Provincial (Chaco)	Programa provincial de restauración forestal, remediación de ambientes forestales degradados, manejo de renovales
Código Ambiental de la provincia del Chubut	Ley XI N°35 (ex ley 5439)	Provincial (Chubut)	Incluir en la EIA de la actividad, el programa de recuperación y restauración del área impactada.
Restauración del Espacio Natural en Explotaciones Mineras	Ley XI N° 15 (ex 4069)	Provincial (Chubut)	Obligación de realizar trabajos de restauración del espacio natural afectado por las labores mineras.
Saneamiento ambiental	Ley 3122	Provincial (Santa Cruz)	Repoblamiento vegetal y forestal de las zonas desertificadas, con especies autóctonas-nativas, adquiridas exclusivamente en los viveros públicos y privados existentes en la provincia de Santa Cruz.
Programa Integral de Manejo y Restauración de las Grandes Áreas Afectadas por los Incendios Forestales de la Temporada 2014-2015 en la Provincia de Chubut	Disp. 105/15	Regional (NO del Chubut)	Se requiere: determinar el grado de severidad de los incendios, identificar áreas prioritarias de intervención, lineamientos para el manejo y recuperación de las áreas afectadas, cosecha de semillas, viverización, plantación de especies nativas seleccionadas a partir de estudios del ecosistema de referencia y establecer un plan de monitoreo.
Ley de la Conservación y Prevención de Degradación de los Suelos de Córdoba	8936/01	Provincial (Córdoba)	Establece en su artículo 8° que "en las zonas donde los procesos de degradación de los suelos tiendan a ser crecientes y progresivos incrementando la situación de deterioro de la capacidad productiva de los suelos, la Autoridad de Aplicación deberá declararlas en los Distritos de Recuperación de Suelos. En dichos Distritos, será obligatoria la presentación de planes prediales de recuperación de suelos, en forma individual o colectiva..."



NOMBRE	NÚMERO	ESCALA	CASO DE ESTUDIO
Ley de Bosques de Córdoba	8742/99	Provincial (Córdoba)	Establece en su artículo), donde se produzca destrucción de especies (se refieren en su mayoría a casos de incendio en infracción, extracción no autorizada de especies, aprovechamientos ilegales o desmontes totales y parciales no autorizados), se aplicará como medida accesorio, la obligación de reforestar, con las especies, condiciones y pautas técnicas que determine la Autoridad de Aplicación."
Ordenamiento territorial del bosque nativo de la provincia de Corrientes	LEY Nº 5974	Provincial (Corrientes)	Reglamenta la Ley Nacional de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos Nº 26.331
Ordenamiento territorial del bosque nativo de la provincia de Entre Ríos	Ley 10284	Provincial (Entre Ríos)	Reglamenta la Ley Nacional de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos Nº 26.331
Manejo y control de la especie arbórea Acacia negra	Ley 10485	Provincial (Entre Ríos)	Manejo y control de la especie arbórea Gleditsia triacanthos (acacia negra) y otras especies leñosas exóticas invasoras.
Fijación de taludes viales con especies nativas con la Dirección Provincial y Nacional de Vialidad	Ley 5961 y Decreto 21º9/94	Provincial (Mendoza)	Acondicionamiento de taludes y revegetación con especies nativas apropiadas, fundamentalmente rizomatosas.
Bosques protectores y fajas ecológicas	Ley Nº 3.426	Provincial (Misiones)	Define bosques protectores (pendiente $\geq 20\%$, bosques en galería, que cubren vertientes, protectores de cuencas hidrográficas, etc.) y fajas ecológicas (franjas de bosques nativos que interconectan a los bosques protectores); proporcionando herramientas para su protección y manejo sustentable.
Área integral de conservación y desarrollo sustentable corredor verde de la provincia de misiones	Ley Nº 3.631	Provincial (Misiones)	Unir los principales grandes bloques de las ANP de la Provincia. Protege las nacientes y altas cuencas de los ríos y arroyos que constituyen el sistema hidrográfico de la Provincia.



NOMBRE	NÚMERO	ESCALA	CASO DE ESTUDIO
Ley de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBNT)	8304/10	Provincial (Tucumán)	Requiere uso de especies nativas y la determinación de ecosistemas de referencia. El Artículo 7 obliga a restaurar los corredores ribereños. Se sugiere redefinir la extensión lateral de áreas rojas (alto valor de conservación) amarillas (valor intermedio de conservación) y de la zona de circulación establecidas por esta ley para las riberas. Se destaca que los corredores boscosos y riparios garantizan la conectividad entre ecorregiones permitiendo el desplazamiento de determinadas especies.

Tabla 2. Algunos instrumentos legales y de gestión que brindan un contexto legal favorable para implementar acciones de restauración. Tomado de: Pérez, D.R., Meli, P., Renison, D., Barri, F., Beider, A., Burgueño, G., Dalmasso, A., Dardanelli, S., De Paz, M., Farinaccio, F., Papazián G., Sirombra, M., Torres, R. La Red de Restauración Ecológica de la Argentina (REA): Avances, vacíos y rumbo a seguir. *Ecología Austral*. 28:353-360.

En la provincia de Neuquén, la Ley 1875 (T.O. 2267) establece los principios rectores para la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, en todo el territorio de la Provincia del Neuquén. El Artículo 20° del decreto reglamentario de la ley, aprueba los Anexos (I a XII), entre los que se encuentran el Anexo VII, sobre normas y procedimientos que regulan la protección ambiental durante las operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos. En el mencionado Anexo VII, Título III, Capítulo V «Normas ambientales sobre abandono de la locación» y en el Título IV, Capítulo XIV «Normas ambientales en materia de abandono definitivo de pozos» mencionando como técnica de restauración solamente el escarificado de la locación, cuya eficiencia ha sido -en muchos casos- baja a nula en la recuperación de la composición y estructura de la vegetación nativa preexistente al desmonte. El mencionado decreto reglamentario N° 2.656/99 establece en el Anexo VII, Título II, Capítulo IV, Inciso g) para accesos y picadas como pautas de protección ambiental que para aquellos casos donde se produzca remoción en demasía, salvo los tramos sacrificados para el tránsito cotidiano que la autoridad de aplicación apruebe en función de su justificación técnica o de seguridad de las personas, se deberá favorecer la revegetación autóctona mediante el escarificado y que en caso de existir técnicas de revegetación más modernas, éstas deberán ser aplicadas.

Según la disposición 226/11 a la fecha, existen nuevas técnicas que se están ejecutando en la rehabilitación ambiental, probadas por varias operadoras en la provincia de Neuquén y ejecutadas por instituciones como el Laboratorio de Rehabilitación y Restauración de Zonas Áridas y Semiáridas (LARREA) de la UNCo, investigadores de CONICET pertenecientes al Instituto de Investigación de Zonas Áridas (IADIZA) y técnicos del INTA la autoridad de aplicación considera necesario establecer un marco técnico y legal para las tareas de disposición final de suelos saneados y su utilización en las técnicas de rehabilitación ambiental para ser cumplimentados por las operadoras e incluidos en los planes de gestión ambiental específicos de rehabilitación de áreas degradadas, abandono de instalaciones, caminos y picadas.

A partir de la implementación de este marco legal las operadoras deben presentar planes de gestión ambiental específico de rehabilitación ambiental a la autoridad de aplicación para su evaluación y aprobación, previo a la ejecución de los trabajos de disposición final de suelos saneados.



Según la normativa las tareas posteriores a la disposición final de suelos saneados deberán ser: “las que contemplen las técnicas de rehabilitación ambiental, como ser los trabajos de estabilización de taludes, técnicas para favorecer la implantación de especies nativas y la aplicación de técnicas de revegetación. En caso de optarse por aplicación de escarificado, el mismo se deberá realizar en dirección perpendicular a la máxima pendiente, o en caso de ser la pendiente del terreno inferior al 5% deberá ser perpendicular a la dirección de los vientos predominantes. Se deberá realizar revegetación con especies nativas aplicando prácticas probadas o fundamentadas técnicamente que deberán ser aprobadas por la Autoridad de Aplicación. La densidad mínima a los 2 años de iniciada la revegetación deberá tener como objetivo la cantidad mínima de 1.600 plantas vivas por hectárea con al menos dos especies. La reposición de fallas se deberá realizar con la especie de mayor supervivencia y/o crecimiento.”

“El material de propagación (semillas o rescate de plántulas) deberá provenir del sitio ecológicamente no degradado más próximo. En caso de que sea necesario utilizar material de propagación de otra población vegetal alejada del sitio degradado deberá justificarse en base a criterios fundamentados que no se producirá contaminación genética, que el ecotipo tiene probabilidad de supervivencia y que no es factible la invasión ecológica. Durante las tareas de plantación se deberán contemplar técnicas para la supervivencia de los plantines como riego diseñado para trasplantes de ejemplares en zonas áridas y semiáridas, el uso de hidrogeles, el uso de tubos protectores, defensas contra herbívoros, la combinación de éstos con resultados exitosos demostrados en la región, o un método técnicamente superior que favorezca la instalación de la plantación y/o siembra, previamente autorizado por esta Autoridad de Aplicación”.

“Las operadoras deberán favorecer los Planes de Rehabilitación Ambiental que utilicen para la revegetación plantas nativas viverizadas, con el objeto de minimizar la degradación del ambiente de referencia en las prácticas de obtención de material de propagación agámico. El anexo II, Contenidos mínimos del plan de gestión ambiental específico (P.G.A.E.) para la disposición final de los suelos saneados y su utilización en la rehabilitación ambiental. Las operadoras deberán presentar a la autoridad de aplicación un informe del plan de gestión ambiental específico (P.G.A.E.) para cada sitio elegido para la disposición final de suelos saneados y su utilización en la rehabilitación ambiental, para su evaluación y aprobación previo a la ejecución de los trabajos de disposición final de suelos saneados.”

El requerimiento de 1600 plantas por hectárea que establece la normativa en Neuquén, es considerado en este trabajo como referencia para los cálculos económicos.

Este marco legal constituye un importante fundamento para la presente tesis ya que en él se establece la obligatoriedad de la recuperación de los sitios degradados en el ámbito de las actividades hidrocarburíferas.

7. METODOLOGÍA

Se procedió a sistematizar datos de resultados de plantaciones y siembras efectuadas en el ecosistema árido de Monte en su región austral. El Monte es el ecosistema más árido, extenso y desertificado de la Argentina, localizado a lo largo de 2400 km en una diagonal de NW-SE, desde 24°S, a 44°S (Morello 1995; Ezcurra 2006).

El Monte Austral ocupa parte de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut en la Argentina (Roig et al. 2009; Busso & Bonvissuto 2009). La precipitación anual oscila entre 80 y 230 mm (AIC 2015). Las temperaturas varían ampliamente (hasta 17°) y la temperatura promedio anual es de 14°C (Labraga & Villalba, 2009). La vegetación ocupa el 45% de la superficie total y se distribuye en parches ovales de diversos arbustos y plantas herbáceas (Busso & Bonvissuto, 2009). Las especies

de arbustos más abundantes y frecuentes son *Larrea divaricata* Cav., *Larrea cuneifolia* Cav., *Larrea nitida* Cav., *Monttea aphylla* Miers Benth. & Hook., *P. flexuosa* DC., var. *depressa*, *Atriplex lampa*, *Schinus johnstonii* FA Barkley y *Lycium chilense* Miers ex Bertero var. *chilense*. Entre las especies herbáceas las gramíneas son más comunes son *Pappostipa speciosa* var. *Speciosa* (Trin. Y Rupr.) Romasch, *Leymus erianthus* (Phil.) Dubcovsky, *Poa ligularis* Nees ap Steudel y *Hyalis argentea* (Movia et al. 1982). Los tipos de suelo predominantes son los aridisoles y los entisoles, con un contenido característico bajo en materia orgánica (Morello et al. 2012).

Para las comparaciones de costos se consideraron cuatro especies postuladas como “framework species o especies marco” (Pérez et al. 2019a) para la restauración de áreas severamente degradadas en el monte austral. Las mismas fueron: *Hyalis argentea* D. Don ex Hook. & Arn. var. *latisquama* Cabrera; *Atriplex lampa* *Atriplex lampa* (Moq.) D. Dietr., *Senecio subulatus* D. Don ex Hook. & Arn. var. *subulatus* y *Prosopis flexuosa* DC. var. *depressa* F.A. Roig (Pérez et al. 2010; Pérez et al. 2019 a y b).

H. argentea var. *latisquama* es una herbácea Asteraceae. Alcanza 1 m de altura y tiene semillas no latentes (Camina et al. 2013). Los frutos (aquenios) se pueden recolectar manualmente y se pueden sembrar directamente sin tratamiento previo. *Atriplex lampa* mide entre 0,70 y 1,5 metros de altura en el Monte Austral. Produce gran cantidad de frutas que tienen bracteolas que controlan la germinación de las semillas (Ungar y Khan 2001). Las semillas se colocan durante tres días en agua corriente para permitir la germinación (Beider 2012).

S. subulatus var. *subulatus* es un arbusto que alcanza uno o dos metros de altura y no tiene semillas latentes (Masini et al. 2016). Las semillas de esta especie germinan en altos porcentajes sin tratamientos de pre-germinación.

P. flexuosa DC. var. *depressa* es un arbusto de 0,5-2,5 m de alto con ramas basales enterradas, semienterradas o reptantes, y de follaje caduco. Las espinas son fuertes, frecuentemente largas. El fruto es una legumbre recta o curvada de 10-25 cm de largo y 0,7-1,2 cm de ancho. La legumbre es amarilla o jaspeada de violáceo y con mesocarpo de sabor dulce muy agradable que deja entre sí a las semillas, cada una protegida de endocarpio. Para lograr la germinación de cantidades de semillas en cantidades necesarias para la restauración ecológica se requiere extraer las semillas del exo, meso y endocarpio y tratamientos químicos con ácido sulfúrico concentrado (Rodríguez Araujo et al 2017). En la Figura 5 se ilustra la siembra y plantación de las especies analizadas.

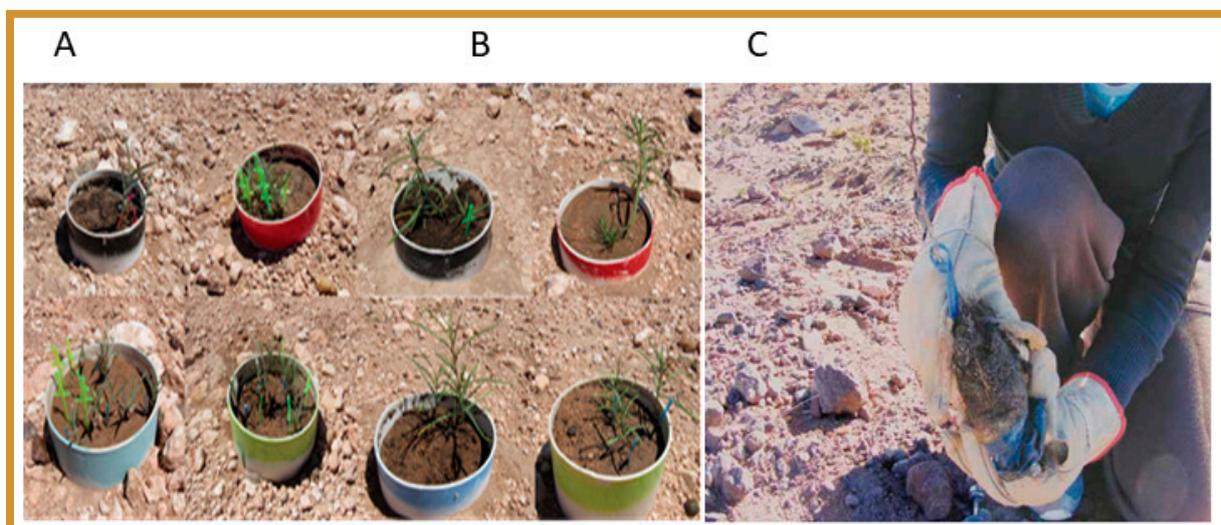


Figura 5: Germinación inicial de *H. argentea* var. *latisquama* (A) y *Senecio subulatus* var. *subulatus* (B). Crédito: Direct seeding and outplantings in drylands of Argentinean Patagonia (Pérez et al 2019c). (C) Extracción del plantín de *P. flexuosa* var. *depressa* del envase previo a la plantación. Crédito: Rehabilitación en el desierto (Perez et al 2010).

7.1. Cálculo de costos

Para realizar la comparación de los costos directos de siembra y plantación, las técnicas se dividieron en distintas etapas para estimar el impacto de cada una de ellas en el costo. En el caso del cálculo de los costos de la siembra directa, y plantaciones utilizamos los datos de la literatura mencionada. Los cálculos se realizaron para un total de 1.600 plantas establecidas por hectárea de acuerdo con la normativa de la Provincia de Neuquén (SMA 226/11). Las etapas consideradas se resumen en la tabla 5:

PRODUCCION EN VIVERO	
ETAPAS	ACTIVIDADES / SUMINISTROS
Recolección de semillas	Recolección de semillas. Almacenamiento en banco de germoplasma.
Procesamiento de semillas	Procesamiento y limpieza de semillas. Tratamientos de pre-germinación.
Preparación del sustrato	Ensamblaje de componentes sustrados. Compostaje
Insumos	Tubos para plántulas. Perlita. Tierra de jardín.
Siembra en vivero	Llenado de tubos con sustrato. Siembra.
Cuidado en vivero	Control de maleza. Poda. Riego. Endurecimiento.
PLANTACION EN CAMPO	
Plantación	Costos laborales
Transporte	Transporte
Insumos	Protectores contra herbívoros. Hidrogel. Perforadora (con mecha y combustible) Ropa de seguridad.
SIEMBRA DIRECTA	
Recolección de semillas	Recolección de semillas. Almacenamiento en banco de germoplasma.
Procesamiento de semillas	Procesamiento y limpieza de semillas. Tratamientos de pre-germinación.
Siembra	Costos laborales
Transporte	Gastos de transporte (con combustible)

Tabla 3: Etapas y actividades consideradas para el cálculo del costo de producción de plántulas en viveros, plantación de plántulas en el campo y siembra directa.



El cálculo se efectuó en dos escenarios alternativos. El primero fue denominado "rural". En este caso la finalidad de la restauración es recuperar capacidad forrajera para el ganado y los costos laborales surgen de valor del salario asignado a empleados pertenecientes a la rama de actividad Agricultura, ganadería, caza y silvicultura, estimándose para una jornada de 48 horas semanales un valor hora de USD 6,06 (MTEySS 2017). El segundo escenario llamado "petrolero" tiene por contexto el cumplimiento de la normativa ambiental y tomó en cuenta como salario el propio de empleados pertenecientes a la rama de actividad de explotación de minas y canteras, estimándose para una jornada de 48 horas semanales un valor hora de USD 27,00 (MTEySS 2017). Otra diferencia en cálculo de costos en ambos escenarios surge de considerar transporte para una distancia promedio de 60 km para el escenario petrolero y solo el costo del combustible para el transporte para una distancia promedio de 10 km para el escenario rural en donde se asumió que el productor vive en el mismo campo a restaurar y utiliza su propio vehículo.

Los cálculos de costos para la producción en viveros y siembra directa se basaron en los precios de los proveedores de servicios forestales en Argentina. El cálculo para la producción en vivero consideró 9 meses de viverización, el tiempo mínimo necesario entre la siembra en vivero y el tamaño adecuado y la rustificación antes de la plantación. Este tiempo de producción se ha utilizado en numerosas plantaciones en el Monte Austral (Pérez et al. 2010; Pérez et al. 2019a). Los cálculos se centran en diez años sucesivos de producción de plántulas cultivadas en contenedores de múltiples celdas de 270 cm³ cuya vida útil se estima en diez años brindados por la cooperativa Atriplex lampa de Neuquén (Pérez et al. 2019d). El costo del compost orgánico utilizado en la fórmula del sustrato se calculó sobre la base de los costos de producción del vivero de especies nativas "A. Lampa" (Pérez et al. 2017).

Se empleó una tasa de germinación arbitraria del 20% para calcular el éxito de la siembra en viveros para las especies *Atriplex lampa*, *H. argentea* var. *Latisquama* y *S. subulatus* var. *subulatus*. De hecho, esta tasa es sustancialmente más baja que la tasa promedio de germinación obtenida en la actualidad, pero en la mejor práctica de los viveros locales, se siembran muchas más semillas en cada contenedor de las que se espera que germinen. Puede requerirse la realización raleo en el caso de una buena germinación, pero esto tiene un menor costo que la resiembra. Se empleó una tasa arbitraria de germinación del 80% (ligeramente inferior a la reportada por Rodríguez Araujo et al. 2017) para calcular el éxito de la siembra en vivero para la especie *P. flexuosa* var. *depressa*.

Los costos del almacenamiento de semillas en el banco de germoplasma y el escarificado químico de semillas se calcularon sobre la base del almacenamiento en frío a 4°C en el Laboratorio de Rehabilitación y Restauración de Ecosistemas Áridos y Semiáridos (LARREA) de la Universidad Nacional de Comahue (Rodríguez Araujo et al. 2015).

Los costos considerados en la plantación en el campo, incluyeron el uso de hidrogel y protectores físicos contra los mamíferos pequeños y grandes, insumos que permiten obtener altas tasas de supervivencia en el Monte Austral (Pérez et al. 2019 a,b,c). Sobre la base de la experiencia de la cooperativa de trabajo de restauración "Atriplex lampa" (Pérez et al. 2017), el tiempo necesario para realizar la siembra en el campo se estimó en 180 horas totales con tres trabajadores. Para la siembra de plántulas, se incluyeron las siguientes actividades: hacer hoyos, acondicionar las plántulas con hidrogel dentro de los hoyos de siembra y colocar protectores. Los suministros considerados fueron, protectores contra herbívoros, hidrogel, depreciación de las hoyadoras, combustible, mechas para las hoyadoras, y equipo de protección personal para todos los trabajadores.

Para los costos de siembra directa, se tomó en cuenta el porcentaje de establecimiento de plántulas (usando las tasas de establecimiento para cada especie), hidrogel y un riego inicial. Las

estimaciones del cuidado del banco de germoplasma y el procesamiento de las semillas se realizaron de la misma manera que para la estimación del costo de siembra. La tarea de preparar 500 "camas de siembra" ubicadas en surcos de aproximadamente cuarenta centímetros de profundidad y 4 m de largo para la siembra se estableció en un total de 120 horas con tres trabajadores. La siembra de las semillas en surcos profundos protege la exposición al viento y se aplicó posteriormente en experimentos exitosos de LARREA (datos no publicados de Pérez; Figura 6).



Figura 6. Técnica de siembra directa en áreas severamente degradadas. En la foto de la izquierda, los semilleros en surcos protegen las semillas del viento. Crédito: Laboratorio de Rehabilitación y Restauración de Ecosistemas Áridos y Semiáridos (LARREA) e YPF tecnología.

Para la determinación del costo de cada actividad se consideró el costo unitario, que para el caso de la siembra en producción en viveros o la siembra directa en el campo se redujo al costo por semilla (Valor hora recolección/Cantidad de semillas) y los costos por plántula en los casos de plantación. Los promedios de germinación (en viveros), la tasa de supervivencia (en las plantaciones) o la tasa de establecimiento (en la siembra directa) se consideraron en el costo de cada semilla o plántula utilizada. Luego, el valor de las semillas individuales, las plántulas o los costos de siembra de cada plántula se multiplicaron por 1600, para alcanzar el objetivo predeterminado de plantas por hectárea de acuerdo con los estándares ambientales de rehabilitación ecológica en la provincia de Neuquén.

Los costos comparativos entre la producción en vivero y la siembra directa se calcularon en dólares estadounidenses por hectárea (según el tipo de cambio interbancario al 27 de noviembre de 2017: 17,84 pesos argentinos a 1 USD).



Los valores de establecimiento de plantas en plantaciones y siembras descritos por la bibliografía consultada corresponden a las especies *S. subulatus* var. *subulatus*, *A. lampa*, *P. flexuosa* var. *depressa* y *H. argentea* var. *latisquama* (tabla 4).

ESPECIE	PLANTACIÓN	SIEMBRA
	% Establecimiento de plantas de vivero	% Establecimiento de plántulas
<i>H. argentea</i> var. <i>latisquama</i>	89% (± 5)	22,31% ($\pm 6,26$)
<i>A. lampa</i>	91% (± 8)	6,47% ($\pm 1,44$)
<i>S. subulatus</i> var. <i>subulatus</i>	84% (± 11)	4,41% ($\pm 2,39$)
<i>P. flexuosa</i> var. <i>depressa</i>	91% (± 8)*	11,4%. **

Tabla 4 – Siembra directa y siembra - % de establecimiento de plántulas. Fuente: Pérez et al (2019c) y *Pérez et al (2010); **Obtenido a partir de datos mundiales de establecimiento de plantas (Ceccon et al. 2015).

En la siembra directa, el porcentaje de establecimiento se consideró a partir del número de plántulas vivas, luego de transcurrido el primer verano (Pérez 2019c).

8. RESULTADOS

8.1. Cálculo de costos.

8.1.1 Costos en técnica de plantación

Para *Prosopis flexuosa* var. *depressa*, el costo de mantenimiento en el banco de germoplasma fue menor a las otras debido a que la época de recolección de frutos se produce en el verano tardío, lo que requiere menos tiempo de conservación en cámara hasta la siembra en otoño-invierno (máximo 7 meses en comparación a los 9 meses de las otras especies). Sin embargo el costo del mayor tiempo de recolección y procesamiento necesario para extraer las semillas de la vaina y el endocarpio, como la escarificación química no pudieron ser compensadas en costo por el menor tiempo de almacenaje ni el mayor porcentaje de germinación estimado para la etapa de siembra tanto en el escenario rural como en el petrolero (Figura 7 ver ítem 02, anexos I y II).

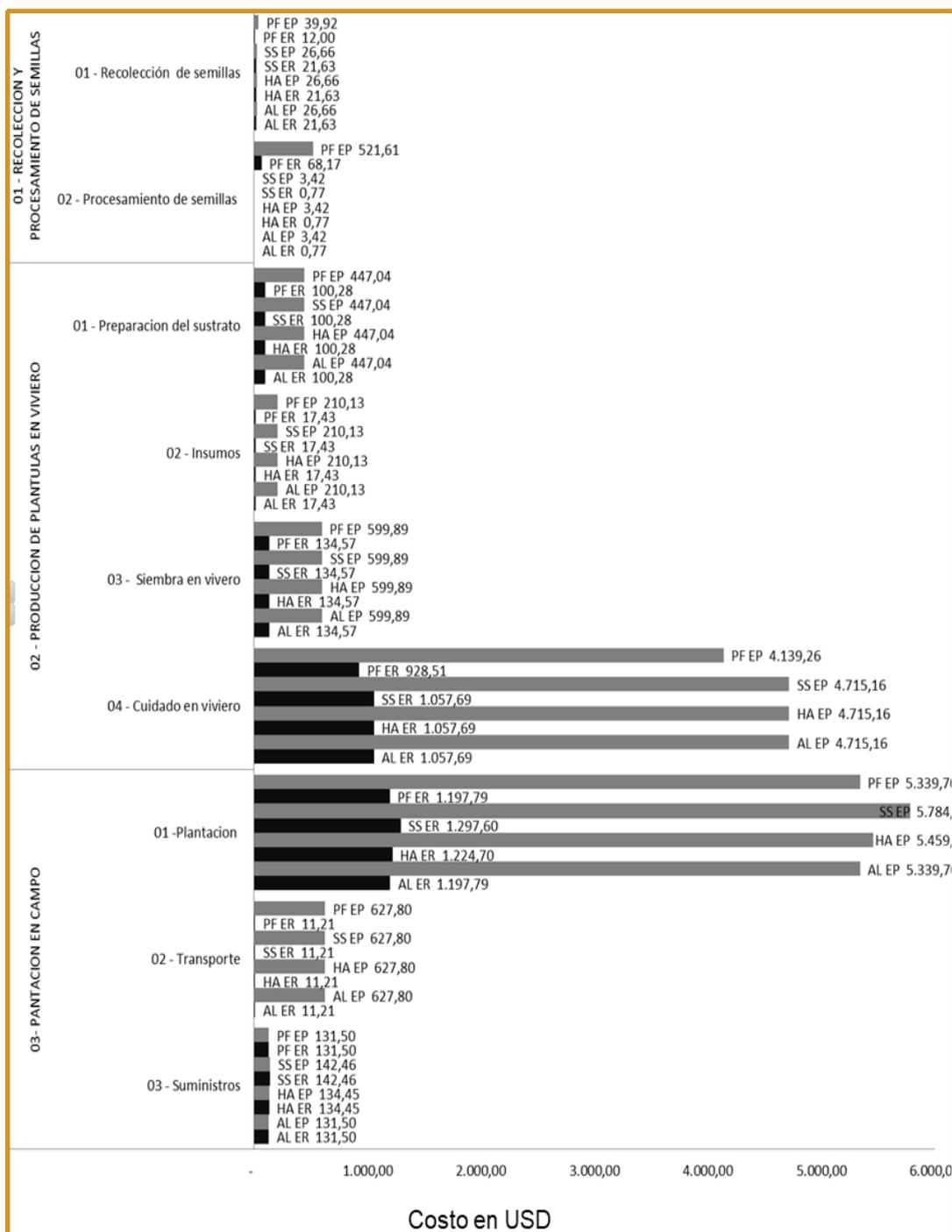


Figura 7. Costo de cada etapa en la producción de plántulas en viveros y plantación en campo. AL: *A. lampa* HA: *H. argentea* var. *latisquama* SS: *S. subulatus* var. *subulatus* PF: *P. flexuosa* var. *Depressa*. ER: Escenario rural EP: Escenario petrolero.



En la Figura 7 se puede observar que la etapa de cuidado en vivero, que consta de cuatro actividades (a) control de malezas, (b) poda, (c) riego y (d) endurecimiento, se alcanzaron los mayores costos en general con respecto a otras etapas de trabajo, y se observa un altísimo costo en el escenario petrolero. En ambos escenarios, la especie *P. flexuosa var. depressa* tuvo los menores costos. En (a), (c) y (d), el tiempo de cuidado a cada actividad fue el mismo para todas las especies y en (b) el tiempo necesario es menor en la especie *P. flexuosa var. depressa*, dado que de acuerdo a las fuentes de información de la práctica de viveros locales, solo son necesarias dos podas en comparación a las otras especies que necesitan cinco cortes. La incidencia del costo de esta actividad hace que en esta etapa, la especie *P. flexuosa var. depressa* tenga el menor costo. (ver ítem 05, anexos I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII).

En la etapa de plantación como en la de cuidado de vivero se maximizan las diferencias de costos entre escenario rural y petrolero, debido a que son etapas en las que existe gran incidencia del costo laboral. Las diferencias de valores entre las especies se deben al diferente porcentaje de establecimiento de cada especie (Figura 7; ver ítem 01, anexos IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV y XVI).

La etapa de transporte, en el escenario petrolero es proporcionalmente mayor al rural, debido a que en este se contempla el costo del alquiler de transporte y combustible para el traslado de las plántulas a una distancia promedio de 60 km, mientras que en el escenario rural solo se contempla el costo del combustible para el traslado de las plántulas a una distancia de 10 km con transporte propio. (Ver ítem .02, anexos IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV y XVI). Se observa asimismo que el componente de costos suministros tiene muy baja incidencia en relación a otros ítems del proceso de plantación.

8.1.2 Costos en técnica de siembra

Como en el caso de la plantación, la recolección de semillas de *P. flexuosa var. depressa* tuvo los mayores costos en los dos escenarios. (ver inciso 01, anexo XVII, XIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXII y XXIV).

En la figura 8 se puede observar que la tarea de siembra que incluye zanjeo en campo, la mayor incidencia de costos laborales, de igual manera para todas las especies, independientemente de los porcentajes de establecimiento, debido de acuerdo al valor estimado de establecimiento el operario arrojará un mayor o menor número de semillas a las zanjas, lo que no implica ni mayor tiempo ni mayor esfuerzo dado el pequeño volumen de las semillas que se necesitan (ver ítem 03, anexo XVII, XIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXII y XXIV). En la misma figura se puede observar que en la técnica de siembra directa, la etapa de transporte, debido a que como en el caso de la plantación se contempla el costo del alquiler de transporte y combustible, para el traslado de las plántulas a una distancia diferente (ítem 04, anexo XVII, XIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXII y XXIV).

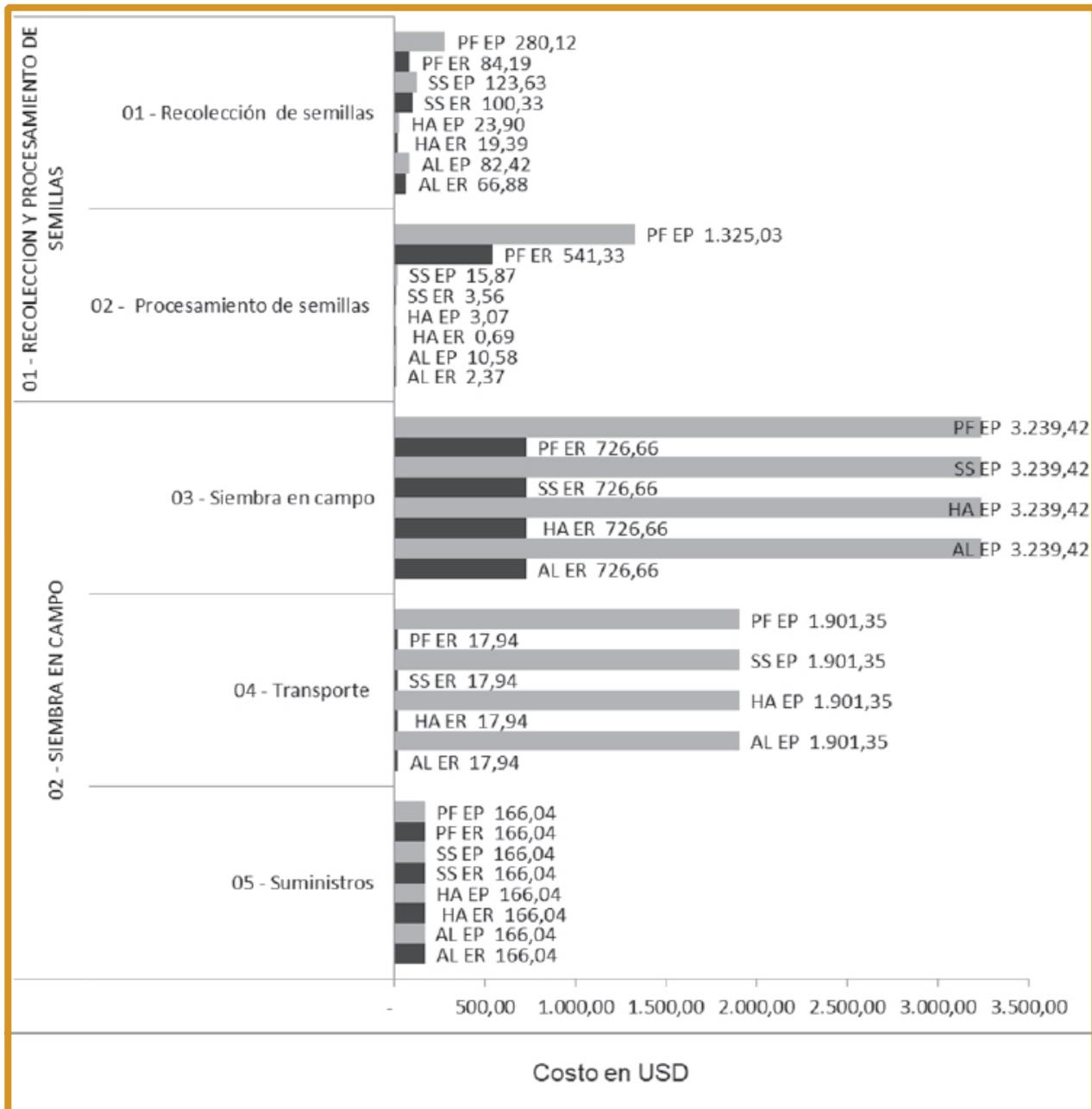


Figura 8: Costo por etapa y actividad en siembra directa. AL: *A. lampa* HA: *H. argentea* var. *latisquama* SS: *S. subulatus* var. *subulatus* PF: *P. flexuosa* var. *Depressa*. ER: Escenario rural EP: Escenario petrolero

8.2 Comparaciones globales de costos entre técnicas y escenarios

En la tabla 5 se puede observar el costo de producción en siembra directa y plantación y la diferencia de costos entre las dos técnicas, en el escenario rural y petrolero, para las cuatro especies estudiadas.

SIEMBRA DIRECTA				PLANTACIÓN			SIEMBRA DIRECTA VS PLANACIÓN			
Especies	% de E	Costo ER (USD)	Costo EP (USD)	% S	Costo ER (USD)	Costo EP (USD)	ER Diferencia en USD	EP Diferencia en USD	ER % R del costo en SD en relación a P	EP % de R del costo en SD en relación a P
<i>Senecio subulatus</i>	4,31%	1.014,52	5.446,31	84%	2.783,64	12.557,24	1.769,12	7.110,93	63,55%	56,63%
<i>Atriplex lampa</i>	6,47%	979,89	5.399,81	91%	2.672,86	12.101,31	1.692,97	6.701,50	63,34%	55,38%
<i>Hyalis argentea</i>	22,31%	930,72	5.333,77	89%	2.702,74	12.224,25	1.772,02	6.890,48	65,56%	56,37%
<i>Prosopis flexuosa</i>	11,40%	1.536,16	6.911,96	91%	2.601,45	11.724,06	1.065,29	4.812,10	40,95%	41,04%

Tabla 5: Diferencias en el costo por hectárea, entre la siembra directa y la plantación en campo y los porcentajes de establecimiento y supervivencia para las cuatro especies nativas, en el escenario rural y el petrolero en estudio en el Monte Austral de Neuquén. E: establecimiento ER: escenario rural EP: escenario petrolero S: supervivencia SD: siembra directa P: plantación R: reducción de costo

Como se puede observar, la diferencia de costos entre la siembra directa y plantación para el escenario rural varió entre 1.065,29 y 1.772,02 USD/ha, con un máximo para *P. flexuosa var. depressa* y un mínimo para *Hyalis argentea*, esta última especie con el mayor porcentaje de establecimiento a partir de semillas registrado en la bibliografía. Esto implica reducciones de costos de la siembra en relación a las plantaciones que van desde el 40,95% al 65,56%. La diferencia en el escenario petrolero fue entre 4.812,10 y 6.890,48 USD/ha para las mismas especies, implica una reducción del costo de la siembra en este caso entre 41,04%-56,63%.

9. DISCUSIÓN

Se observa que a pesar de los bajos establecimientos de plántulas a partir de semillas que se mencionan en la bibliografía, los costos de la siembra vs. plantación para alcanzar el mismo objetivo de 1600 plantas por hectárea, es menor. Independientemente del escenario y la especie el costo de la siembra varía entre 679,89 y 6911,96 USD/ha; mientras que los costos de plantación varían entre 6.911,96 y 12.557,24 USD/ha.

Los resultados subrayan que la información ecológica no es suficiente para descartar una técnica, y que costos-resultados bioecológicos deben complementarse. El bajo porcentaje de establecimiento de plántulas en las siembras puede compensarse con el uso de mayor número de semillas. Por ejemplo, en el caso de *S. subulatus var. subulatus*, que tiene 4,31% de establecimiento efectivo de plántulas a partir de semillas, requiere para alcanzar la supervivencia de 1.600 plantas / ha 37.000 semillas. Cada fruto de *S. subulatus var. subulatus* (Familia asteraceae con racimo clásico de semillas) tiene aproximadamente 20 semillas. Para obtener 37.000 semillas son necesarias 1.800 frutos. Por planta es posible obtener fácilmente 50 frutos. Esto implica que un colector puede obtener esta cantidad de semillas en 29 plantas aproximadamente. Realizados los cálculos económicos en base a experimentados colectores de cooperativas locales en Neuquén, se verifica que los costos de esta tarea son bajos, 0,0042 USD por semilla. En el caso de las otras especies, como se menciona en el artículo, la colección también es muy fácil.



Esto no excluye que los valores de establecimiento en campo de plántulas a partir de siembras pueden mejorarse en virtud de nuevas tecnologías como “seed-printing” (recubrimiento de semilla) o “seed coating” (paletizado) que permiten proteger las semillas hasta la germinación, retardar la germinación para mejorar las posibilidades de ventanas temporales adecuadas o brindar nutrientes o micorrizas necesarios para mejores probabilidades de establecimiento en zonas áridas (Pedrini 2020). La aplicación de innovaciones tecnológicas, como maquinarias que se vienen adaptando desde especies agrícolas a especies nativas en diversos lugares del mundo (Kimura & Islam 2012; Kildisheva 2019; Hernandez et al. 2020) permitirán reducir los costos de esta técnica.

Los resultados de costos obtenidos coinciden a grandes rasgos con otros reportados para zonas áridas a nivel mundial, aunque no existen en la bibliografía antecedentes de un estudio cuantitativo equivalente al presente. Las estimaciones de costos que se encuentran para proyectos de restauración de zonas áridas son escasos y las publicaciones no especifican la estructura de costos considerada. Los costos que se presentan son muy variables, desde 50 hasta 3.700 USD/ha (Bainbridge & Virginia 1990). Slayback et al. (1995) sembraron arbustos nativos en 1.000 ha. en el desierto de Mojave de California y estimaron que el costo del proyecto excedió los 750 USD/ha, lo que aparentemente solo incluía el costo de las semillas. El costo de restaurar áreas del borde de la carretera en Joshua Tree National está bastante bien establecido después de 10 años de experiencias y llega a 15.000 USD/ha por ha para establecer grandes plantas perennes en áreas que son fácilmente accesibles (Lovich & Bainbridge 1999). Los mismos autores mencionan costos por hectárea que están en el orden de 12.000–25.000 USD/ha incluso sin garantía de éxito.

La mayor diferencia en el costo tanto en la técnica de plantación como de siembra directa se puede observar en aquellas etapas en que tiene una mayor incidencia el componente de mano de obra. La etapa 03 – siembra en vivero y 04 - cuidado en vivero de 02 - producción de plántulas en vivero y etapa 01- plantación en 03 - plantación en campo (figura 07) y la etapa 03 – costos laborales de 02 – siembra en campo (Figura 08). Otra diferencia importante es el costo del transporte etapa 04 – transporte de 02 – siembra en campo.

Si bien para el cálculo de los costos laborales se tomó el valor promedio de sectores más representativos de cada escenario, estos podrían variar acuerdo a los convenios colectivos de trabajo que deban aplicarse en las zonas a restauración o rehabilitación, de acuerdo a la legislación vigente en Argentina u otros lugares del mundo. En el escenario rural el tiempo dedicado a las tareas generalmente no se cuantifica en los costos, por lo que si hiciéramos un cálculo de acuerdo a la forma habitual en que el poblador rural trabaja, obtendríamos costos mucho más bajos tanto para siembra como para la plantación. Sin embargo, a los fines del calcular los costos laborales de este escenario se consideró valor del salario del sector como un costo de oportunidad de los pobladores rurales, es decir el costo de aquello a los que una persona renuncia al elegir efectuar una tarea o tomar una decisión (Sapag Chain 2011).

Asimismo, se destaca que todo el cálculo se efectuó sobre costos directos, tanto fijos como variables y no indirectos. Los costos indirectos incluyen no solo aquellos que están influenciados por variables macroeconómicas como por ejemplo los intereses bancarios, sino también aquellos que generan el contexto de trabajo (como el precio del kw/por plantin, superficie/plantin; los gastos administrativos para la contratación de personal; la formación o capacitación, etc). Estos costos que se consideran en la comercialización o venta de un servicio o producto no fueron objetivo del presente trabajo.



Como se afirmó en el marco teórico, al cuantificar los costos de las actividades de restauración en una unidad común (e.g. dólares), el análisis económico permite que la eficiencia económica de proyectos de restauración específicos, puedan ser evaluados y comparados con proyectos alternativos, incluida la opción de no hacer nada (James et al. 2013).

Considerando estas diferencias en el escenario petrolero resulta poco recomendable económicamente la implementación de la restauración con personal propio, salvo que para grandes escalas de restauración se cuente con viveros automatizados con mínimo personal y tecnologías de siembra alternativas que mecanicen el proceso y consiguientemente reduzcan los costos de mano de obra. Sobre esta mecanización, vienen desarrollándose en la industria minera de Australia numerosos avances y constituye un emergente tema de investigación y desarrollo (Erickson et al. 2019). En ese caso se deben tener en cuenta las economías de escala, para descuentos por compras de un mayor volumen, como así también las “deseconomías de escala”, para el aumento de costos (por ejemplo, costos de administración).

Los estudios cuantitativos segmentados en etapas y actividades como esta, pueden contribuir a evaluaciones de costos económicos realistas. Esta tarea requiere tiempo y esfuerzo para sistematizar los datos de costos en cada etapa, de los proveedores de insumos, horas de trabajo, etc. Sin embargo, una vez obtenidos, constituyen una herramienta excelente para la administración. A su vez, la decisión de innovar tanto las técnicas como las etapas o tareas también puede analizarse estudiando el impacto económico de cada una y la posible influencia (o falta de la misma) en la probabilidad de éxito de restauración (James et al. 2013).

Esta información permite a los profesionales, las cooperativas de trabajo y los investigadores realizar evaluaciones de “scaling up” es decir el aumento de las superficies a restaurar. Asimismo se pueden monitorear el costo/efectividad/beneficio de las siembras entre años y sitios, especialmente en las tierras áridas donde las condiciones climáticas y los resultados del establecimiento de plántulas pueden ser más bajos en años muy secos o en determinados suelos. Algunas reducciones de costos en plantaciones pueden ser posibles, pero las consecuencias deben ser estudiadas. Por ejemplo, el no uso de protectores contra herbívoros, mano de obra no calificada, etc pueden bajar costos, pero debe evaluarse esto en términos de resultados de producción en vivero y resultados de las supervivencias en campo. Por ello consideramos que la disponibilidad de una herramienta para el cálculo de costos cuantitativos por etapas y actividades se constituye en un insumo fundamental para los restauradores y tomadores de decisión.

Recientemente, se propuso que los esfuerzos para la aplicación de las plantaciones se centren inicialmente en las especies del ecosistema de referencia, que son prometedoras como “reiniciadores de la sucesión ecológica”, en el contexto de un “enfoque de especies del marco de tierras secas” (Pérez et al. 2019a,b). La posibilidad de concentrar la producción de viveros en pocas especies podría tener un efecto reductor de costos, si las cosechas de semillas se realizan una vez para más de un año, con la condición de que el poder germinativo no se reduzca, hecho que ha sido demostrado al menos para *Prosopis flexuosa* var. *depressa* (Rodríguez Araujo et al. 2017).

Aun con innovaciones tecnológicas, es posible que la recuperación de áreas degradadas, dañadas o destruidas a una mayor escala espacial, siga siendo más económica con siembra directa, ya que aunque es potencialmente posible reducir el costo unitario de la producción a gran escala de plantines de viveros, la tarea en zonas áridas requiere cuidados intensivos de aproximadamente 9 meses para lograr alta calidad de atributos del plantin (Pérez et al. 2010; Beider 2012) y esto representa un gran costo que siempre estará ausente en el enfoque de siembra directa.



Una opción a evaluar es combinar las plantaciones con siembras directas para ayudar a enfrentar progresivamente los desafíos de las siembras (Atondo Bueno et al. 2018; Mangueira et al. 2019). Es posible que las plantaciones de especies marco de rápido crecimiento, se puedan usar en cantidades limitadas para mejorar rápidamente las condiciones microambientales de los sitios de siembra. Otra alternativa de mayor complejidad en la aplicación puede ser brindada por la técnica de nucleación (Hulvey et al. 2017) que combina la siembra directa con la plantación de taxones de diferentes grupos funcionales que mejoran la resiliencia del ecosistema.

Las actividades que generan grandes ingresos para las empresas en la Patagonia árida, como la extracción de recursos no renovables (minería e hidrocarburos), brindan beneficios a corto plazo o mediano plazo al mismo tiempo que reducen seriamente el capital natural a largo plazo dada la irreversibilidad de la degradación que provocan (Busso & Pérez 2018). Las normas legales para mitigar y revertir estos daños aún se encuentran en las etapas iniciales en la Patagonia (y en la mayoría de las tierras secas), pero las organizaciones internacionales como Naciones Unidas, FAO y otras, vienen avanzando en propuestas para que los países adherentes adopten cada vez mayores y mejores acciones de restauración. Este incremento en la preocupación y acción en restauración se ha visto plasmada en la declaración de las Naciones Unidas para la década 2021-2031 para la restauración ecológica a nivel mundial (UN 2020). Asimismo organismos de préstamos, como el Banco Mundial y otras dependientes del mismo como el International Finance Corporation, han emitido guías sobre gestión de la biodiversidad para el sector privado, que condicionan para el otorgamiento de créditos a corporaciones y gobierno la presentación de planes de rehabilitación y restauración creíbles y convincentes (Banco Mundial 2017, IFC 2020). Estas demandas ambientales internacionales se ponen en contraste con las normas nacionales, regionales y locales, y serán seguramente objeto de análisis y discusión en redes de expertos y practicantes de la restauración como tomadores de decisión en temas de biodiversidad (Pérez et al. 2018).

Para los agricultores y ganaderos, y los planificadores regionales, la rehabilitación ecológica y económica y la recuperación de la salud de las vastas áreas de ecosistemas áridos y semiáridos de estepas patagónicas y tierras secas similares en otros lugares son esenciales. Estas nuevas actividades llevarán a la creación de oportunidades de empleo y medios de subsistencia en las zonas rurales y ofrecerán alternativas al actual éxodo rural en curso de personas que emigran a los barrios de periferias urbanas (Aronson et al. 2007; Aguiar & Roman 2007; Mazzoni & Vazquez 2009; Pérez & Farinaccio 2017).

Los programas eficaces de restauración y rehabilitación a gran escala en áreas desertificadas del Monte en la Patagonia Argentina son de importancia fundamental en el futuro no solo por los valores de servicios ecosistémicos o económicos directos de la biodiversidad, sino por su valor intrínseco. Desde una perspectiva de la sustentabilidad, se debe tener en cuenta que la restauración brinda la posibilidad de "re-habitar" extensas áreas degradadas, y que partes de ellas podrían potencialmente utilizarse en el futuro para cultivos industriales alternativos y sistemas agroecológicos (Ravetta & Soriano 1998; Guevara et al. 2009). Respecto al financiamiento inicial para este tipo de emprendimientos de resultados aún no demostrados, es posible que los altos rendimientos económicos típicamente generados en las exitosas empresas de extracción de petróleo y gas, junto con la responsabilidad legalmente exigida para asegurar la recuperación a gran escala de los sitios degradados, podrían aprovecharse para proporcionar un apoyo financiero e institucional combinado para la restauración y la sustentabilidad. Si se considera grave la situación actual de la economía argentina y las sombrías trayectorias ecológicas y humanas de la mayoría de las tierras secas



en todo el mundo y las que anualmente se aridizan como consecuencia del cambio climático, es fundamental explorar posibilidades innovadoras para restaurar el capital natural, social y humano de las regiones gravemente degradadas y desertificadas, al tiempo que cambiamos gradualmente los usos de algunas de ellas. Modelos más sostenibles y creativos que superen décadas de fallidas estrategias, es urgente y vital.



10. BIBLIOGRAFÍA

- Abella, S.R., Craig D.C., Suazo, A.A. 2012. Outplanting but not seeding establishes native desert perennials. *Native plants* 12: 81:89.
- Abella, S.R. 2010. Disturbance and plant succession in the Mojave and Sonoran deserts of the American Southwest. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health* 7, 1248–1284.
- Abella, S., Newton, A. 2009. A systematic review of species performance and treatment effectiveness for revegetation in the Mojave Desert, USA. Pages 45–76. In: Fernandez-Bernal A, De la Rosa, M.A. (eds), *Arid environments and wind erosion*. Nova Science Publishers, New York.
- Adeel, Z., Safriel, U., Niemeijer, D., White, R., de Kalbermatten, G., Glantz, M., Salem, B., Scholes, B., Niamir-Fuller, M., Ehui, S., Yapi-Gnaore, V. 2005. *Ecosystems and human well-being: desertification synthesis. A report of the millennium ecosystem assessment*. World Resources Institute, Washington DC.
- Aguiar, M.R., Román, M.E. 2007. Restoring forage grass to support the pastoral economy of arid Patagonia. Pages 112–121. In: Aronson, J., Milton, S.J., Blignaut, J.N. (eds). *Restoring natural capital: science, business and practice*. Island Press, Washington D.C.
- AIC 2015. Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas. Informes hidrometeorológicos. <http://www.aic.gov.ar/aic/publicaciones.aspx>. (acceso septiembre 2017).
- Aronson, J., Renison, D., Rangel-Ch, J.O., Levy-Tacher, S., Ovalle, C., Del Pozo, A. 2007. Restauración del capital natural: sin reservas no hay bienes ni servicios. *Revista Ecosistemas* 16:1–10.
- Atondo-Bueno, E.J., Bonilla-Moheno, M., López-Barrera, F. 2018. Cost-efficiency analysis of seedling introduction vs. direct seeding of *Oreomunnea mexicana* for secondary forest enrichment. *Forest Ecology and Management* 409:399–406.
- Bainbridge, D.A., Virginia, R.A. 1990. Restoration in the Sonoran desert of California. *Restoration and Management Notes* 8:3–14.
- Bainbridge, D.A. 2007. *A guide for desert and dryland restoration: new hope for arid lands*. Island Press.
- Beider, A. 2012. Viverización de especies nativas de zonas áridas. *Experimentia 2, Revista de Transferencia Científica*, 67 p.
- Benini, R., Adeodato, S. (org.) 2017. *Economía da restauração florestal*. The Nature Conservancy. 136 p.
- Bottaro, O., Rodríguez Jáuregui, H. y Yáñez, A. 2004. *El comportamiento de los costos y la gestión de la empresa*. Buenos Aires. Editorial La Ley.
- Bradshaw, A.D. 1996. Underlying principles of restoration. *Canadian Journal of Fish Aquatic Sciences*. 53: 3–9.



- Busso, C.A., Pérez, D.R. 2018. Opportunities, limitations and gaps in the ecological restoration of drylands in Argentina. *Annals of Arid Zone* 57: 191–200.
- Busso, C.A., Bonvissuto, G.L. 2009. Structure of vegetation patches in northwestern Patagonia, Argentina. *Biodiversity and Conservation* 18: 3017–3041.
- Camina, J., Tourn, E., Andrada, A., Pellegrini, C. 2013. Germination traits of the native *Hyalis argentea* (Asteraceae). Pages 125–138. In: Busso, C. (ed), *From seed germination to young plants: ecology, growth and environmental influences*. Nova Science Publishers, New York.
- CAZALAC 2010. “Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe”. Proyecto “Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas de América Latina y el Caribe”. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N°25.
- Ceccon, E., González, E., Martorell, C. 2015. Is direct seeding a biologically viable strategy for restoring forest ecosystems? Evidences from a meta-analysis. *Land Degradation and Development* 27:511–520.
- Ceccon, E., C.H. Rodríguez León, and D.R. Pérez. 2020. Could 2021-2030 be the decade to couple new human values with ecological restoration? Valuable insights and actions are emerging from the Colombian Amazon. <https://doi.org/10.1111/rec.13233>
- Cherlet, M., Hutchinson, C., Reynolds, J., Hill, J., Sommer, S., von Maltitz, G. (eds), 2018. *World Atlas of Desertification*, Publication Office of the European Union, Luxembourg,
- Clewell, A.F. Aronson, J. 2013. *Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession*. 2nd edition. Island Press, Washington, D.C.
- Clewell, A., McDonald, T. 2009. Relevance of natural recovery to ecological restoration. *Ecological Restoration* 27:122-124.
- Commander, L.E., Rokich, D.P., Renton, M., Dixon, K.W., Merritt, D.J. 2013. Optimizing seed broadcasting and greenstock planting for restoration in the Australian arid zone. *Journal of Arid Environments* 88: 226–235.
- Dalmaso, A.D. 2010. Revegetación de áreas degradadas con especies nativas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 45: 149-171.
- Del Valle, H., Elissalde, N.O., Gagliaedini, D.A., Milovich, J. 1998. Status of Desertification in the Patagonian Region: Assessment and Mapping from Satellite Imagery. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 12: 95-122.
- Dixon, R.M. 1988. Land imprinting for vegetative restoration. *Restoration and Management Notes* 6:24–25.
- Epanchin-Niell, R., Englin, J., Nalle, D. 2009. Investing in rangeland restoration in the Arid West, USA: Countering the effects of an invasive weed on the long-term fire cycle. *Journal of Environmental Management*, 91:70–379.
- Erickson, T.E., Muñoz-Rojas, M., Guzzomi, A.L., Masarei, M. 2019. A case study of seed-use tech-



nology development for Pilbara mine site rehabilitation. Conference: Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure At: Perth. Australia DOI: 10.36487/ACG_rep/1915_54_Erickson.

- Ezcurra, E. 2006. Global desert Outlook. United Nations Environment Programme ISBN: 92-807-2722-2.
- Grossnickle, S.C., Ivetić, V. 2017. Direct seeding in reforestation – a field performance review. *Reforesta* 4:94–142.
- Guevara, J.C., Grunwaldt, E.G., Estevez, O.R., Bisigato, A.J., Blanco, L.J., Biurrun, F.N. 2009. Range and live stock production in the Monte Desert, Argentina. *Journal of Arid Environments* 73:228–237.
- Hernandez, J.A., Pérez, D.R., Busso, C.A. 2020. Germination of *Larrea divaricata* Cav, an important shrub species to restore desertified arid ecosystems *Journal of Arid Environments* 179. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104175>.
- Hulvey, K.B., Leger, E.A., Porensky, L.M., Roche, L.M., Veblen, K.E., Fund, A., Shaw, J., Gornish, E.S. 2017. Restoration islands: a tool for efficiently restoring dryland ecosystems? *Restoration Ecology* 25:124–134.
- IFC 2020. International Finance Corporation. A Guide to Biodiversity for the Private Sector. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/publications/biodiversityguide.
- James, J.J., Sheley, R.L., Erickson, T., Rollins, K.S., Taylor, M.H., Dixon, K.W. 2013. A systems approach to restoring degraded drylands. *Journal of Applied Ecology* 50:730–739.
- Kimball, S., Lulow, M., Sorenson, Q., Balazs, K., Fang, Y., Davis, S.J., O’Connell, M., Huxman, T.E. 2015. Cost-effective ecological restoration. *Restoration Ecology* 23:800–810.
- Kildisheva, O.A., Erickson, T.E., Merritt, D.J., Dixon, K.W. 2016. Setting the scene for dryland recovery: an overview and key findings from a workshop targeting seed-based restoration. *Restoration Ecology* 24:S36–S42.
- Kildisheva, O.A. 2019. Improving the outcomes of seed-based restoration in cold and hot deserts: An investigation into seed dormancy, germination, and seed enhancement. PhD Thesis. The University of Western Australia. School of Biological Sciences.
- Kimura, E., Islam, M.A. 2012. Seed scarification methods and their use in forage legumes. *Research Journal of Seed Science*. 5: 38-50.
- Labraga, J.C., Villalba, R. 2009. Climate in the Monte Desert: Past trends, present conditions, and future projections. *Journal of arid environments* 73: 154-163.
- Lovich, J.E., Bainbridge, D. 1999. Anthropogenic degradation of the southern California desert ecosystem and prospects for natural recovery and restoration. *Environmental Management* 24: 309–326
- McDonald, T., Gann, G.D., Jonson, J., Dixon K.W. 2016. International standards for the practice of



ecological restoration— including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C., U.S.

- Mangueira, J.R., Holl, K.D., Rodrigues, R.R. 2019. Enrichment planting to restore degraded tropical forest fragments in Brazil. *Ecosystems and People* 15:3–10.
- Masini, A.C., Rovere, A.E., Pirk, G.I. 2016. Germinación de *Gutierrezia solbrigii* y *Senecio subulatus*, asteráceas endémicas de Argentina. *Phyton International Journal of Experimental Botany* 85:314–323.
- Mazzoni, E., Vazquez, M. 2009. Desertification in Patagonia. Pages 351–377. In: Latrubesse, E. (ed). *Geomorphology of natural and human-induced disasters in South America. Developments in earth surface processes*. Elsevier, Oxford, UK.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and human well-being: desertification synthesis*. World Resources Institute, Washington D.C. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.355.aspx.pdf> (accessed 22 Dec 2018)
- Morello, J. 1995. Grandes ecosistemas de Suramérica. In: Gallopín G.C. (Comp). *El futuro ecológico de un continente. Una visión prospectiva de la América Latina*. Editorial de las Naciones Unidas. Fondo de Cultura Económica de México.
- Morello, J., Matteucci, S.D., Rodríguez, A.F., Silva, M.E. 2012. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. 1ª edición. Orientación Gráfica Eds, Buenos Aires, Argentina.
- Movia, C.P., Ower, G.H., Pérez, C.E. 1982. *Estudio de la Vegetación Natural de la Provincia de Neuquén. Tomo I: Relevamiento*. Ministerio de Economía y Hacienda. Subsecretaría de Estado de Recursos Naturales. Argentina.
- MTEySS 2017. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. *Situación y evolución del trabajo asalariado en el sector privado, principales resultados de noviembre 2017*.
- OEA 1987. *Informe Brundtland*. <https://es.scribd.com/doc/105305734/ONU-Informe-Brundtland-Ago-1987-Informe-de-la-Comision-Mundial-sobre-Medio-Ambiente-y-Desarrollo>.
- Palmer, M.A., Falk, D.A., Zedler, J. 2012. *Ecological Theory and Restoration Ecology*. Palmer, M.A., Falk, D.A., Zedler, J.B. In: *Foundations of Restoration Ecology*. 379 p. Island press. Washington.
- Pedrini, S., Balestrazzi, A., Madsen, M.D., Bhalsing, K., Hardegree, S.P., Dixon, K.W., Kildisheva, O.A. 2020. Seed enhancement: getting seeds restoration-ready. *Restoration ecology* <https://doi.org/10.1111/rec.13184>
- Pérez, D.R., Rovere, A.E., Farinaccio, F.M. 2010. *Rehabilitación en el desierto. Ensayos con plantas nativas en Aguada Pichana, Neuquén, Argentina*. Editorial Vázquez Mazzini Editores. 80 p.
- Pérez, D.R., Rovere, A.E., Rodríguez Araujo, M.E. 2013. *Restauración ecológica en la diagonal árida de la Argentina*. Vázquez Mazzini Editores. 520 p.
- Pérez, D.R., González, F.M., Rodríguez Araujo, M.E., Paredes, D., Farinaccio, F., Chrobak, R., Meinardi, E. 2017. *Ecological restoration based on environmental education in arid regions of the Argentin*



tinean Patagonia. Pages 43–53.

- Pérez, D.R., Meli, P., Renison, D., Barri F., Beider, A., Burgueño, G., Dalmasso, A., Dardanelli, S., de Paz, M., Farinaccio, F., Papazian, G., Sirombra, M. and Torres, R. 2018. La Red de Restauración Ecológica de la Argentina (REA): Avances, vacíos y rumbo a seguir. *Ecología Austral* 28: 353-360.
- Pérez, D.R., Farinaccio, F., Aronson, J. 2019a. Towards a dryland framework species approach. Research in progress in the Monte Austral of Argentina. *Journal of Arid Environments*. 61:1-10.
- Pérez, D.R., Pilustrelli, C., Farinaccio, F.M., Sabino, G. and Aronson, J. 2019b. Evaluating success of various restorative interventions through drone-and field-collected data, using six putative framework species in Argentinian Patagonia. *Restoration Ecology*. <https://doi.org/10.1111/rec.13025>
- Pérez, D.R., González, F.M., Ceballos, C., Oneto, M.E., Aronson, J. 2019c. 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., González, F., Rodríguez Araujo, M.E., Paredes, D.E., Meinardi, E. 2019d. Restoration of Society-Nature Based on Education. A Model and Progress in Patagonian Drylands. *Ecological restoration*. 37:182-191.
- Ravetta, D.A., Soriano, A. 1998. Alternatives for the development of new industrial crops for Patagonia. *Ecología Austral* 8:297–307.
- Reynolds, J.F., Smith, D.M., Lambin, E.F., Turner, B.L., Mortimore, M., Batterbury, S.P., Huber-Sanwald, E. 2007. Global desertification: building a science for dryland development. *Science* 316:847–851.
- Robbins, A.S.T., Daniels, J.M. 2012. Restoration and economics: A union waiting to happen? *Restoration Ecology*, 20, 10–17.
- Rodríguez Araujo, M.E., Pérez, D.R., Bonvissuto, G.L. 2017. Seed germination of five *Prosopis* shrub species (Fabaceae-Mimosoideae) from the Monte and Patagonia phytogeographic provinces of Argentina. *J. Arid Environ.* 147, 159–162.
- Rodríguez Araujo, M.E., Turuelo, N.M., Perez, D.R., 2015. Seed bank of native species from Monte and Payunia for ecological restoration. *Muldequina* 24, 75-82.
- Roig, F.A., Roig-Juñent, S., Corbalán, V. 2009. Biogeography of the Monte desert. *Journal of Arid Environments* 73:164–172.
- Sapag Chain, N. 2011. *Proyectos de inversión. Formulación y evaluación* 2a edición Pearson Educación, Chile. ISBN: 978-956-343-107-0
- Slayback, R.D., Bunter, W.A., Dean, L.R. 1995. Restoring Mojave Desert farmland with native shrubs. In: Roundy, B.A., McArthur, E.D., Haley, J.S., Mann, D.K., compilers. 1995. *Proceedings, wildland shrub and arid land restoration symposium; 1993 Oct 19–21; Las Vegas, NV.* Ogden (UT):USDA Forest Service, Intermountain Research Station. General Technical Report INT-GTR-315. p 113–115.
- SER 2004. *Principios de SER International sobre la restauración ecológica.* www.ser.org y Tucson:



Society for Ecological Restoration International.

- SMA 226. 2011. Disposición de revegetación. Boletín oficial de la Secretaría de Medio Ambiente y desarrollo sustentable de la Provincia de Neuquén. <http://boficial.neuquen.gov.ar/pdf/bo11061703250.pdf> (accessed 22 Dec 2018).
- UN 2020. United Nations. Strategy of the United Nations Decade on Ecosystem Restoration. www.decaderestoration.org (Accessed April 20, 2020).
- Ungar, I.A., Khan, M.A. 2001. Effect of bracteoles on seed germination and dispersal of two species of *Atriplex*. *Annals of Botany* 87:233–239
- Van andel, J., Grootjans Ab, P., Aronson, J. 2012. Unifying concepts. In: *Restoration Ecology. The New Frontier, Second Edition*. Edited by Jelte van Andel, James Aronson. Blackwell Publishing Ltd.
- Yirdaw, E., Tigabu, M., Monge, A.A. 2017. Rehabilitation of degraded dryland ecosystems – review. *Silva Fenn.* 51 (1), 1–31. <https://doi.org/10.14214/sf.1673>.
- Zalba 2013. Incorporando el desafío de las invasiones biológicas a los proyectos de restauración

ANEXO I - Costos de producción en viveros de *P. flexuosa* var. *depressa* en el escenario rural.

ETAPA PRODUCCIÓN EN VIVEROS	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas requerido para la recolección de semillas, b) porcentaje de germinación	Semillas / Porcentaje de germinación 80%.	d	8,07	0,64%
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 7 meses.	Semillas / Porcentaje de germinación 80%.	0,0025	3,92	0,31%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas.	a) Tiempo en horas necesario para la limpieza, b) Horas necesarias para el procesamiento	Semillas / Porcentaje de germinación 80%.	0,0202	32,30	2,56%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos de pre-tratamiento.	Semillas / Porcentaje de germinación 80%.	0,0224	35,87	2,85%
03 - PREPARACION DE SUSTRATO	Ensamblaje de componentes sustratos.	Tiempo en horas para el ensamblaje de los componentes.	270 cm3 de sustrato	0,0082	13,08	1,04%
03 - PREPARACION DE SUSTRATO	Compostaje	Horas de trabajo por persona	Horas de trabajo	0,0545	87,20	6,92%
04 - INSUMOS	Tubos para plántulas	a) Contenedores de cultivo de 270 cm3, b) Tiempo de utilidad del contenedor.	Tubo de 270 cm3.	0,0085	13,58	1,08%
04 - INSUMOS	Perlita	Cantidad (g)	Necesidad de perlita para 270 cm3 de sustrato.	0,0001	0,22	0,02%
04 - INSUMOS	Tierra de jardín	Cantidad (g)	Suelo de jardín necesario para 270 cm3.	0,0023	3,63	0,29%
05 - SIEMBRA (a),	Llenado de tubos con sustrato.	Tiempo en horas para el llenado de tubos de 270 cm3	Tubos de 270 cm3.	0,0168	26,91	2,13%
05 - SEMILLAS ENVIVEROS (a),	Siembra	Tiempo en horas de siembra en tubos.	Siembra de semillas de acuerdo con el porcentaje de germinación.	0,0673	107,65	8,54%
06 - CUIDADO ENVIVEROS (a),	Control de maleza	Tiempo en horas de control de malezas por plántula.	Control de malezas por plántula.	0,3364	538,26	42,69%
06 - CUIDADO ENVIVEROS (a),	Poda	Tiempo en horas de poda por plántula.	Poda por plántula	0,0538	86,12	6,83%
06 - CUIDADO ENVIVEROS (a),	Riego	Tiempo en horas de riego por plántula.	Riego por plántula	0,1817	290,66	23,05%
06 - CUIDADO ENVIVEROS (a),	Endurecimiento	Tiempo en horas de endurecimiento por plántula.	Endurecimiento por plántula	0,0084	13,46	1,07%
COSTO TOTAL				0,7881	1.260,95	100%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (a): El cálculo en este ítem no considera el porcentaje de germinación. Se consideran plántulas germinadas.

ANEXO II - Costos de producción en viveros de *P. flexuosa* var. *depressa* en el escenario petrolero.

ETAPA PRODUCCIÓN EN VIVEROS	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas requerido para la recolección de semillas, b) porcentaje de germinación	Semillas / Porcentaje de germinación 80%.	0,0225	35,99	0,64%
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 7 meses.	Semillas / Porcentaje de germinación 80%.	0,0025	3,92	0,07%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas.	a) Tiempo en horas necesario para la limpieza, b) Horas necesarias para el procesamiento	Semillas / Porcentaje de germinación 80%.	0,0900	143,97	2,56%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / Porcentaje de germinación 80%.	0,0280	44,84	0,80%
03 - PREPARACION DE SUSTRATO	Ensamblaje de componentes sustrados.	Tiempo en horas para el ensamblaje de los componentes.	270 cm3 de sustrato	0,0364	58,31	1,04%
03 - PREPARACION DE SUSTRATO	Compostaje	Horas de trabajo por persona	Horas de trabajo	0,2430	388,73	6,91%
04 - INSUMOS	Tubos para plántulas	a) Contenedores de cultivo de 270 cm3, b) Tiempo de utilidad del contenedor.	Tubo de 270 cm3.	0,1289	206,28	3,67%
04 - INSUMOS	Perlita	Cantidad (g)	Necesidad de perlita para 270 cm3 de sustrato.	0,0001	0,22	0,00%
04 - INSUMOS	Tierra de jardín	Cantidad (g)	Suelo de jardín necesario para 270 cm3.	0,0023	3,63	0,06%
05 - SIEMBRA (a),	Llenado de tubos con sustrato.	Tiempo en horas para el llenado de tubos de 270 cm3	Tubos de 270 cm3.	0,0750	119,98	2,13%
05 - SEMILLAS EN VIVEROS (a),	Siembra	Tiempo en horas de siembra en tubos.	Siembra de semillas de acuerdo con el porcentaje de germinación.	0,2999	479,91	8,53%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Control de maleza	Tiempo en horas de control de malezas por plántula.	Control de malezas por plántula.	1,4997	2.399,57	42,66%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Poda	Tiempo en horas de poda por plántula.	Poda por plántula	0,2400	383,93	6,83%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Riego	Tiempo en horas de riego por plántula.	Riego por plántula	0,8099	1.295,77	23,04%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Endurecimiento	Tiempo en horas de endurecimiento por plántula.	Endurecimiento por plántula	0,0375	59,99	1,07%
COSTO TOTAL				3,5157	5.625,06	100%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (a): El cálculo en este ítem no considera el porcentaje de germinación. Se consideran plántulas germinadas.

ANEXO III - Costos de producción en viveros de *A. lampa* en el escenario rural.

ETAPA PRODUCCIÓN EN VIVEROS	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas requerido para la recolección de semillas, b) porcentaje de germinación	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0009	1,45	0,11%
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0126	20,18	1,51%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas.	a) Tiempo en horas necesario para la limpieza, b) Horas necesarias para el procesamiento	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0005	0,73	0,05%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos de pre-tratamiento.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,00003	0,04	0,00%
03 - PREPARACION DE SUSTRATO	Ensamblaje de componentes sustratos.	Tiempo en horas para el ensamblaje de los componentes.	270 cm3 de sustrato	0,0082	13,08	0,98%
03 - PREPARACION DE SUSTRATO	Compostaje	Horas de trabajo por persona	Horas de trabajo	0,0545	87,20	6,54%
04 - INSUMOS	Tubos para plántulas	a) Contenedores de cultivo de 270 cm3, b) Tiempo de utilidad del contenedor.	Tubo de 270 cm3.	0,0085	13,58	1,02%
04 - INSUMOS	Perlita	Cantidad (g)	Necesidad de perlita para 270 cm3 de sustrato.	0,0001	0,22	0,02%
04 - INSUMOS	Tierra de jardín	Cantidad (g)	Suelo de jardín necesario para 270 cm3.	0,0023	3,63	0,27%
05 - SIEMBRA (a),	Llenado de tubos con sustrato.	Tiempo en horas para el llenado de tubos de 270 cm3	Tubos de 270 cm3.	0,0168	26,91	2,02%
05 - SEMILLAS EN VIVEROS (a),	Siembra	Tiempo en horas de siembra en tubos.	Siembra de semillas de acuerdo con el porcentaje de germinación.	0,0673	107,65	8,08%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Control de maleza	Tiempo en horas de control de malezas por plántula.	Control de malezas por plántula.	0,3364	538,26	40,40%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Poda	Tiempo en horas de poda por plántula.	Poda por plántula	0,1346	215,31	16,16%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Riego	Tiempo en horas de riego por plántula.	Riego por plántula	0,1817	290,66	21,82%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Endurecimiento	Tiempo en horas de endurecimiento por plántula.	Endurecimiento por plántula	0,0084	13,46	1,01%
COSTO TOTAL				0,8327	1.332,37	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (a): El cálculo en este ítem no considera el porcentaje de germinación. Se consideran plántulas germinadas.

ANEXO IV - Costos de producción en viveros de *A. lampa* en el escenario petrolero.

ETAPA PRODUCCIÓN EN VIVEROS	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas requerido para la recolección de semillas. b) porcentaje de germinación	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0040	6,48	0,11%
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0126	20,18	0,34%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas.	a) Tiempo en horas necesario para la limpieza, b) Horas necesarias para el procesamiento	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0020	3,24	0,05%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,00011	0,18	0,00%
03 - PREPARACIÓN DE SUSTRATO	Ensamblaje de componentes sustrados.	Tiempo en horas para el ensamblaje de los componentes.	270 cm3 de sustrato	0,0364	58,31	0,97%
03 - PREPARACIÓN DE SUSTRATO	Compostaje	Horas de trabajo por persona	Horas de trabajo	0,2430	388,73	6,48%
04 - INSUMOS	Tubos para plántulas	a) Contenedores de cultivo de 270 cm3, b) Tiempo de utilidad del contenedor.	Tubo de 270 cm3.	0,1289	206,28	3,44%
04 - INSUMOS	Perlita	Cantidad (g)	Necesidad de perlita para 270 cm3 de sustrato.	0,0001	0,22	0,00%
04 - INSUMOS	Tierra de jardín	Cantidad (g)	Suelo de jardín necesario para 270 cm3.	0,0023	3,63	0,06%
05 - SIEMBRA (a),	Llenado de tubos con sustrato.	Tiempo en horas para el llenado de tubos de 270 cm3	Tubos de 270 cm3.	0,0750	119,98	2,00%
05 - SEMILLAS EN VIVEROS (a),	Siembra	Tiempo en horas de siembra en tubos.	Siembra de semillas de acuerdo con el porcentaje de germinación.	0,2999	479,91	8,00%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Control de maleza	Tiempo en horas de control de malezas por plántula.	Control de malezas por plántula.	1,4997	2.399,57	39,98%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Poda	Tiempo en horas de poda por plántula.	Poda por plántula	0,5999	959,83	15,99%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Riego	Tiempo en horas de riego por plántula.	Riego por plántula	0,8099	1.295,77	21,59%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Endurecimiento	Tiempo en horas de endurecimiento por plántula.	Endurecimiento por plántula	0,0375	59,99	1,00%
COSTO TOTAL				3,7514	6.002,30	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (a): El cálculo en este ítem no considera el porcentaje de germinación. Se consideran plántulas germinadas.

ANEXO V - Costos de producción en viveros de *H. argentea* var. *latisquama* en el escenario rural.

ETAPA PRODUCCIÓN EN VIVEROS	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas requerido para la recolección de semillas; b) porcentaje de germinación	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0009	1,45	0,11%
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0126	20,18	1,51%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas.	a) Tiempo en horas necesario para la limpieza; b) Horas necesarias para el procesamiento	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0005	0,73	0,05%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio; b) Costos de pre-tratamiento.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,00003	0,04	0,00%
03 - PREPARACION DE SUSTRATO	Ensamblaje de componentes sustrados.	Tiempo en horas para el ensamble de los componentes.	270 cm3 de sustrato	0,0082	13,08	0,98%
03 - PREPARACION DE SUSTRATO	Compostaje	Horas de trabajo por persona	Horas de trabajo	0,0545	87,20	6,54%
04 - INSUMOS	Tubos para plántulas	a) Contenedores de cultivo de 270 cm3; b) Tiempo de utilidad del contenedor.	Tubo de 270 cm3.	0,0085	13,58	1,02%
04 - INSUMOS	Perlita	Cantidad (g)	Necesidad de perlita para 270 cm3 de sustrato.	0,0001	0,22	0,02%
04 - INSUMOS	Tierra de jardín	Cantidad (g)	Suelo de jardín necesario para 270 cm3.	0,0023	3,63	0,27%
05 - SIEMBRA (a),	Llenado de tubos con sustrato.	Tiempo en horas para el llenado de tubos de 270 cm3	Tubos de 270 cm3.	0,0168	26,91	2,02%
05 - SEMILLAS EN VIVEROS (a),	Siembra	Tiempo en horas de siembra en tubos.	Siembra de semillas de acuerdo con el porcentaje de germinación.	0,0673	107,65	8,08%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Control de maleza	Tiempo en horas de control de malezas por plántula.	Control de malezas por plántula.	0,3364	538,26	40,40%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Poda	Tiempo en horas de poda por plántula.	Poda por plántula	0,1346	215,31	16,16%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Riego	Tiempo en horas de riego por plántula.	Riego por plántula	0,1817	290,66	21,82%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Endurecimiento	Tiempo en horas de endurecimiento por plántula.	Endurecimiento por plántula	0,0084	13,46	1,01%
COSTO TOTAL				0,8327	1.332,37	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (a): El cálculo en este ítem no considera el porcentaje de germinación. Se consideran plántulas germinadas.



ANEXO VI - Costos de producción en viveros de *H. argentea* var. *latisquama* en el esc. petrolero.

ETAPA PRODUCCIÓN EN VIVEROS	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas requerido para la recolección de semillas, b) porcentaje de germinación	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0040	6,48	0,11%
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0126	20,18	0,34%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas.	a) Tiempo en horas necesario para la limpieza, b) Horas necesarias para el procesamiento	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0020	3,24	0,05%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,00011	0,18	0,00%
03 - PREPARACIÓN DE SUSTRATO	Ensamblaje de componentes sustrados.	Tiempo en horas para el ensamblaje de los componentes.	270 cm3 de sustrato	0,0364	58,31	0,97%
03 - PREPARACIÓN DE SUSTRATO	Compostaje	Horas de trabajo por persona	Horas de trabajo	0,2430	388,73	6,48%
04 - INSUMOS	Tubos para plántulas	a) Contenedores de cultivo de 270 cm3, b) Tiempo de utilidad del contenedor.	Tubo de 270 cm3.	0,1289	206,28	3,44%
04 - INSUMOS	Perlita	Cantidad (g)	Necesidad de perlita para 270 cm3 de sustrato.	0,0001	0,22	0,00%
04 - INSUMOS	Tierra de jardín	Cantidad (g)	Suelo de jardín necesario para 270 cm3.	0,0023	3,63	0,06%
05 - SIEMBRA (a),	Llenado de tubos con sustrato.	Tiempo en horas para el llenado de tubos de 270 cm3	Tubos de 270 cm3.	0,0750	119,98	2,00%
05 - SEMILLAS EN VIVEROS (a),	Siembra	Tiempo en horas de siembra en tubos.	Siembra de semillas de acuerdo con el porcentaje de germinación.	0,2999	479,91	8,00%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Control de maleza	Tiempo en horas de control de malezas por plántula.	Control de malezas por plántula.	1,4997	2.399,57	39,98%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Poda	Tiempo en horas de poda por plántula.	Poda por plántula	0,5999	959,83	15,99%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Riego	Tiempo en horas de riego por plántula.	Riego por plántula	0,8099	1.295,77	21,59%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Endurecimiento	Tiempo en horas de endurecimiento por plántula.	Endurecimiento por plántula	0,0375	59,99	1,00%
COSTO TOTAL				0,8327	6.002,30	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (a): El cálculo en este ítem no considera el porcentaje de germinación. Se consideran plántulas germinadas.

ANEXO VII - Costos de producción en viveros de *S. subulatus* var. *subulatus* en el escenario rural.

ETAPA PRODUCCIÓN EN VIVEROS	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas requerido para la recolección de semillas, b) porcentaje de germinación	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0009	1,45	0,11%
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0126	20,18	1,51%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas.	a) Tiempo en horas necesario para la limpieza, b) Horas necesarias para el procesamiento	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0005	0,73	0,05%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos de pre-tratamiento.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,00003	0,04	0,00%
03 - PREPARACION DE SUSTRATO	Ensamblaje de componentes sustrados.	Tiempo en horas para el ensamble de los componentes.	270 cm3 de sustrato	0,0082	13,08	0,98%
03 - PREPARACION DE SUSTRATO	Compostaje	Horas de trabajo por persona	Horas de trabajo	0,0545	87,20	6,54%
04 - INSUMOS	Tubos para plántulas	a) Contenedores de cultivo de 270 cm3, b) Tiempo de utilidad del contenedor.	Tubo de 270 cm3.	0,0085	13,58	1,02%
04 - INSUMOS	Perlita	Cantidad (g)	Necesidad de perlita para 270 cm3 de sustrato.	0,0001	0,22	0,02%
04 - INSUMOS	Tierra de jardín	Cantidad (g)	Suelo de jardín necesario para 270 cm3.	0,0023	3,63	0,27%
05 - SIEMBRA (a),	Llenado de tubos con sustrato.	Tiempo en horas para el llenado de tubos de 270 cm3	Tubos de 270 cm3.	0,0168	26,91	2,02%
05 - SEMILLAS EN VIVEROS (a),	Siembra	Tiempo en horas de siembra en tubos.	Siembra de semillas de acuerdo con el porcentaje de germinación.	0,0673	107,65	8,08%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Control de maleza	Tiempo en horas de control de malezas por plántula.	Control de malezas por plántula.	0,3364	538,26	40,40%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Poda	Tiempo en horas de poda por plántula.	Poda por plántula	0,1346	215,31	16,16%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Riego	Tiempo en horas de riego por plántula.	Riego por plántula	0,1817	290,66	21,82%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Endurecimiento	Tiempo en horas de endurecimiento por plántula.	Endurecimiento por plántula	0,0084	13,46	1,01%
COSTO TOTAL				0,8327	1.332,37	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (a): El cálculo en este ítem no considera el porcentaje de germinación. Se consideran plántulas germinadas.

ANEXO VIII - Costos de producción en viveros de *S. subulatus* var. *subulatus* en el escenario petrolero.

ETAPA PRODUCCIÓN EN VIVEROS	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas requerido para la recolección de semillas, b) porcentaje de germinación	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0040	6,48	0,11%
01 - RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0126	20,18	0,34%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas.	a) Tiempo en horas necesario para la limpieza, b) Horas necesarias para el procesamiento	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,0020	3,24	0,05%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / Porcentaje de germinación 20%.	0,00011	0,18	0,00%
03 - PREPARACIÓN DE SUSTRATO	Ensamblaje de componentes sustrados.	Tiempo en horas para el ensamblaje de los componentes.	270 cm3 de sustrato	0,0364	58,31	0,97%
03 - PREPARACIÓN DE SUSTRATO	Compostaje	Horas de trabajo por persona	Horas de trabajo	0,2430	388,73	6,48%
04 - INSUMOS	Tubos para plántulas	a) Contenedores de cultivo de 270 cm3, b) Tiempo de utilidad del contenedor.	Tubo de 270 cm3.	0,1289	206,28	3,44%
04 - INSUMOS	Perlita	Cantidad (g)	Necesidad de perlita para 270 cm3 de sustrato.	0,0001	0,22	0,00%
04 - INSUMOS	Tierra de jardín	Cantidad (g)	Suelo de jardín necesario para 270 cm3.	0,0023	3,63	0,06%
05 - SIEMBRA (a),	Llenado de tubos con sustrato.	Tiempo en horas para el llenado de tubos de 270 cm3	Tubos de 270 cm3.	0,0750	119,98	2,00%
05 - SEMILLAS EN VIVEROS (a),	Siembra	Tiempo en horas de siembra en tubos.	Siembra de semillas de acuerdo con el porcentaje de germinación.	0,2999	479,91	8,00%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Control de maleza	Tiempo en horas de control de malezas por plántula.	Control de malezas por plántula.	1,4997	2.399,57	39,98%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Poda	Tiempo en horas de poda por plántula.	Poda por plántula	0,5999	959,83	15,99%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Riego	Tiempo en horas de riego por plántula.	Riego por plántula	0,8099	1.295,77	21,59%
06 - CUIDADO EN VIVEROS (a),	Endurecimiento	Tiempo en horas de endurecimiento por plántula.	Endurecimiento por plántula	0,0375	59,99	1,00%
COSTO TOTAL				3.7514	6.002,30	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (a): El cálculo en este ítem no considera el porcentaje de germinación. Se consideran plántulas germinadas.

ANEXO IX - Costos de plantación en campo de *P. flexuosa* var. *depressa* el escenario rural.

ETAPAS PLANTACION EN CAMPO	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - PLANTACION	Costos laborales	a) Tiempo en horas ocupados por plántula, b) porcentaje de supervivencia	Plantación por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,7486	1.197,79	89,35%
02- TRANSPORTE (b)	Transporte	Costo de transporte por plántula (combustible para 10 km)	Transporte por plántula	0,0070	11,21	0,84%
03- SUMINISTROS	Protectores contra herbívoros.	Costos por malla	Malla por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0333	53,23	3,97%
03- SUMINISTROS	Hidrogel	(g) de hidrogel por plántula	Hidrogel por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0224	35,78	2,67%
03- SUMINISTROS	Perforadora (con mecha y combustible)	a) Costos por agujero, d) Durabilidad de la mecha y máquina	Hoyo por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0197	31,50	2,35%
03- SUMINISTROS	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Costo por persona / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0069	10,99	0,82%
COSTO TOTAL				0,8378	1.340,50	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (b) El costo de transporte cambia solo cuando la supervivencia de las plántulas en el campo es muy baja

ANEXO X - Costos de plantación en campo de *P. flexuosa* var. *depressa* el escenario petrolero.

ETAPAS PLANTACION EN CAMPO	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - PLANTACION	Costos laborales	a) Tiempo en horas ocupados por plántula, b) porcentaje de supervivencia	Plantación por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	3,3373	5.339,70	87,55%
02- TRANSPORTE (b)	Transporte	Costo de transporte por plántula (alquiler de vehículo y combustible para 60 km)	Transporte por plántula	0,3924	627,80	10,29%
03-SUMINISTROS	Protectores contra herbívoros.	Costos por malla	Malla por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0333	53,23	0,87%
03-SUMINISTROS	Hidrogel	(g) de hidrogel por plántula	Hidrogel por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0224	35,78	0,59%
03-SUMINISTROS	Perforadora (con mecha y combustible)	a) Costos por agujero, d) Durabilidad de la mecha y máquina	Hoyo por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0197	31,50	0,52%
03-SUMINISTROS	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Costo por persona / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0069	10,99	0,18%
COSTO TOTAL				3,8119	6.099,01	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (b) El costo de transporte cambia solo cuando la supervivencia de las plántulas en el campo es muy baja

ANEXO XI - Costos de plantación en campo de *A. lampa* en el escenario rural.

ETAPAS PLANTACION EN CAMPO	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01- PLANTACION	Costos laborales	a) Tiempo en horas ocupados por plántula, b) porcentaje de supervivencia	Plantación por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,7486	1.197,79	89,35%
02- TRANSPORTE (b)	Transporte	Costo de transporte por plántula (combustible para 10 km)	Transporte por plántula	0,0070	11,21	0,84%
03- SUMINISTROS	Protectores contra herbívoros.	Costos por malla	Malla por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0333	53,23	3,97%
03- SUMINISTROS	Hidrogel	(g) de hidrogel por plántula	Hidrogel por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0224	35,78	2,67%
03- SUMINISTROS	Perforadora (con mecha y combustible)	a) Costos por agujero, d) Durabilidad de la mecha y máquina	Hoyo por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0197	31,50	2,35%
03- SUMINISTROS	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Costo por persona / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0069	10,99	0,82%
COSTO TOTAL				0,8378	1.340,50	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (b) El costo de transporte cambia solo cuando la superficie de las plántulas en el campo es muy baja.

ANEXO XII - Costos de plantación en campo de *A. lampa* en el escenario petrolero.

ETAPAS PLANTACION EN CAMPO	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01- PLANTACION	Costos laborales	a) Tiempo en horas ocupados por plántula, b) porcentaje de supervivencia	Plantación por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	3,3373	5.339,70	87,55%
02- TRANSPORTE (b)	Transporte	Costo de transporte por plántula (alquiler de vehículo y combustible para 60 km)	Transporte por plántula	0,3924	627,80	10,29%
03- SUMINISTROS	Protectores contra herbívoros.	Costos por malla	Malla por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0333	53,23	0,87%
03- SUMINISTROS	Hidrogel	(g) de hidrogel por plántula	Hidrogel por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0224	35,78	0,59%
03- SUMINISTROS	Perforadora (con mecha y combustible)	a) Costos por agujero, d) Durabilidad de la mecha y máquina	Hoyo por plántula / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0197	31,50	0,52%
03- SUMINISTROS	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Costo por persona / Porcentaje de supervivencia 91%	0,0069	10,99	0,18%
COSTO TOTAL				3,8119	6.099,01	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (b) El costo de transporte cambia solo cuando la supervivencia de las plántulas en el campo es muy baja

ANEXO XIII- Costos de plantación en campo de *H. argentea* var. *latisquama* en el escenario rural.

ETAPAS PLANTACION EN CAMPO	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01- PLANTACION	Costos laborales	a) Tiempo en horas ocupados por plántula, b) porcentaje de supervivencia	Plantación por plántula / Porcentaje de supervivencia 89%	0,7654	1.224,70	89,37%
02- TRANSPORTE (b)	Transporte	Costo de transporte por plántula (combustible para 10 km)	Transporte por plántula	0,0070	11,21	0,82%
03- SUMINISTROS	Protectores contra herbívoros.	Costos por malla	Malla por plántula / Porcentaje de supervivencia 89%	0,0333	54,43	3,97%
03- SUMINISTROS	Hidrogel	(g) de hidrogel por plántula	Hidrogel por plántula / Porcentaje de supervivencia 89%	0,0229	36,58	2,67%
03- SUMINISTROS	Perforadora (con mecha y combustible)	a) Costos por agujero, d) Durabilidad de la mecha y máquina	Hoyo por plántula / Porcentaje de supervivencia 89%	0,0201	32,21	2,35%
03- SUMINISTROS	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Costo por persona / Porcentaje de supervivencia 89%.	0,0070	11,23	0,82%
COSTO TOTAL				0,8378	1.340,50	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (b) El costo de transporte cambia solo cuando la supervivencia de las plántulas en el campo es muy baja.

ANEXO XIV - Costos de plantación en campo de *H. argentea* var. *latisquamata* en el escenario petrolero.

ETAPAS PLANTACION EN CAMPO	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01- PLANTACION	Costos laborales	a) Tiempo en horas ocupados por plántula, b) porcentaje de supervivencia	Plantación por plántula / Porcentaje de supervivencia 89%	3,4123	5.459,70	87,75%
02- TRANSPORTE (b)	Transporte	Costo de transporte por plántula (alquiler de vehículo y combustible para 60 km)	Transporte por plántula	0,3924	627,80	10,09%
03- SUMINISTROS	Protectores contra herbívoros.	Costos por malla	Malla por plántula / Porcentaje de supervivencia 89%	0,0340	54,43	0,87%
03- SUMINISTROS	Hidrogel	(g) de hidrogel por plántula	Hidrogel por plántula / Porcentaje de supervivencia 89%	0,0229	36,58	0,59%
03- SUMINISTROS	Perforadora (con mecha y combustible)	a) Costos por agujero, d) Durabilidad de la mecha y máquina	Hoyo por plántula / Porcentaje de supervivencia 89%	0,0201	32,21	0,52%
03- SUMINISTROS	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Costo por persona / Porcentaje de supervivencia 89%.	0,0070	11,23	0,18%
COSTO TOTAL				3,8887	6.221,95	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (b) El costo de transporte cambia solo cuando la supervivencia de las plántulas en el campo es muy baja

ANEXO XV - Costos de plantación en campo de *S. subulatus* var. *subulatus* en el escenario rural.

ETAPAS PLANTACION EN CAMPO	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01- PLANTACION	Costos laborales	a) Tiempo en horas ocupados por plántula, b) porcentaje de supervivencia	Plantación por plántula / Porcentaje de supervivencia 84%	0,8110	1.297,60	89,41%
02- TRANSPORTE (b)	Transporte	Costo de transporte por plántula (combustible para 10 km)	Transporte por plántula	0,0070	11,21	0,77%
03- SUMINISTROS	Protectores contra herbívoros.	Costos por malla	Malla por plántula / Porcentaje de supervivencia 84%	0,0360	57,67	3,97%
03- SUMINISTROS	Hidrogel	(g) de hidrogel por plántula	Hidrogel por plántula / Porcentaje de supervivencia 84%	0,0242	38,76	2,67%
03- SUMINISTROS	Perforadora (con mecha y combustible)	a) Costos por agujero, d) Durabilidad de la mecha y máquina	Hoyo por plántula / Porcentaje de supervivencia 84%	0,0213	34,13	2,35%
03- SUMINISTROS	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Costo por persona / Porcentaje de supervivencia 84%	0,0074	11,90	0,82%
COSTO TOTAL				0,9070	1.451,27	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (b) El costo de transporte cambia solo cuando la supervivencia de las plántulas en el campo es muy baja.

ANEXO XVI- Costos de plantación en campo de *S. subulatus* var. *subulatus* en el escenario petrolero.

ETAPAS PLANTACION EN CAMPO	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01- PLANTACION	Costos laborales	a) Tiempo en horas ocupados por plántula, b) porcentaje de supervivencia	Plantación por plántula / Porcentaje de supervivencia 84%	3,6154	5.784,68	88,25%
02- TRANSPORTE (b)	Transporte	Costo de transporte por plántula (alquiler de vehículo y combustible para 60 km)	Transporte por plántula	0,3924	627,80	9,58%
03- SUMINISTROS	Protectores contra herbívoros.	Costos por malla	Malla por plántula / Porcentaje de supervivencia 84%	0,0360	57,67	0,88%
03- SUMINISTROS	Hidrogel	(g) de hidrogel por plántula	Hidrogel por plántula / Porcentaje de supervivencia 84%	0,0242	38,76	0,59%
03- SUMINISTROS	Perforadora (con mecha y combustible)	a) Costos por agujero, d) Durabilidad de la mecha y máquina	Hoyo por plántula / Porcentaje de supervivencia 84%	0,0213	34,13	0,52%
03- SUMINISTROS	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Costo por persona / Porcentaje de supervivencia 84%.	0,0074	11,90	0,18%
COSTO TOTAL				4,0968	6.554,94	100,00%

La columna de la etapa incluye la aclaración: (b) El costo de transporte cambia solo cuando la supervivencia de las plántulas en el campo es muy baja

ANEXO XVII - Costos de siembra directa de *P. flexuosa* var. *depressa* en el escenario rural.

ETAPAS SIEMBRA DIRECTA	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas de recolección de semillas, b) porcentaje de establecimiento	Semillas / porcentaje de establecimiento 11,4%	0,0354	56,66	3,69%
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 7 meses.	Semillas / porcentaje de establecimiento 11,4%.	0,0172	27,54	1,79%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas	a) Tiempo en horas para la limpieza, b) Tiempo en horas para el envasado de sobres	Semillas / porcentaje de establecimiento 11,4%.	0,1416	226,64	14,75%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS,	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / porcentaje de establecimiento 11,4%	0,1967	314,69	20,49%
03 - SIEMBRA (c),	Costos laborales	Tiempo de siembra en campo.	Plántula	0,4542	726,66	47,30%
04 - TRANSPORTE (c),	Gastos de transporte	Transporte por plántulas establecidas	Plántula	0,0112	17,94	1,17%
05 - SUMINISTROS (c),	Hidrogel	Porcentaje de hidrogel por unidad de área de zanjias	Plántula	0,0651	104,18	6,78%
05 - SUMINISTROS (c),	Hoyadoras (con mecha y combustible)	a) Tiempo en horas de uso de la máquina perforadora, b) Durabilidad de la máquina perforadora	hoyadora	0,0287	45,87	2,99%
05 - SUMINISTROS (c),	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Plántula	0,0100	16,00	1,04%
COSTO TOTAL				0,9601	1.536,16	100,00%

La columna de la etapa incluye la siguiente aclaración: (c) Los costos de tiempo de trabajo, transporte y suministros en la siembra directa no varían con la cantidad de semillas utilizadas.



ANEXO XVIII - Costos de siembra directa de *P. flexuosa* var. *depressa* en el escenario petrolero.

ETAPAS SIEMBRA DIRECTA	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas de recolección de semillas, b) porcentaje de establecimiento	Semillas / porcentaje de establecimiento 11,4%	0,1579	252,59	3,65%
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / porcentaje de establecimiento 11,4%.	0,0172	27,54	0,40%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas	a) Tiempo en horas para la limpieza, b) Tiempo en horas para el envasado de sobres	Semillas / porcentaje de establecimiento 11,4%.	0,6315	1.010,35	14,62%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS,	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / porcentaje de establecimiento 11,4%	0,1967	314,69	4,55%
03 - SIEMBRA (c),	Costos laborales	Tiempo de siembra en campo.	Plántula	2,0246	3.239,42	46,87%
04 - TRANSPORTE (c),	Gastos de transporte	Transporte por plántulas establecidas	Plántula	1,1883	1.901,35	27,51%
05 - SUMINISTROS (c),	Hidrogel	Porcentaje de hidrogel por unidad de área de zanjías	Plántula	0,0651	104,18	1,51%
05 - SUMINISTROS (c),	Hoyadoras (con mecha y combustible)	a) Tiempo en horas de uso de la máquina perforadora, b) Durabilidad de la máquina perforadora	hoyadora	0,0287	45,87	0,66%
05 - SUMINISTROS (c),	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Plántula	0,0100	16,00	0,23%
COSTO TOTAL				4,3200	6.911,96	100,00%

La columna de la etapa incluye la siguiente aclaración: (c) Los costos de tiempo de trabajo, transporte y suministros en la siembra directa no varían con la cantidad de semillas utilizadas.

ANEXO XIX - Costos de siembra directa de *A. lampa* en el escenario rural.

ETAPAS SIEMBRA DIRECTA	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas de recolección de semillas, b) porcentaje de establecimiento	Semillas / porcentaje de establecimiento 6,46%	0,0028	4,49	0,46%
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / porcentaje de establecimiento 6,46%	0,0390	62,39	6,37%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas	a) Tiempo en horas para la limpieza, b) Tiempo en horas para el envasado de sobres	Semillas / porcentaje de establecimiento 6,46%	0,0014	2,25	0,23%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS,	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / porcentaje de establecimiento 6,46%	0,0001	0,13	0,01%
03 - SIEMBRA (c),	Costos laborales	Tiempo de siembra en campo.	Plántula	0,4542	726,66	74,16%
04 - TRANSPORTE (c),	Gastos de transporte	Transporte por plántulas establecidas	Plántula	0,0112	17,94	1,83%
05 - SUMINISTROS (c),	Hidrogel	Porcentaje de hidrogel por unidad de área de zanjías	Plántula	0,0651	104,18	10,63%
05 - SUMINISTROS (c),	Hoyadoras (con mecha y combustible)	a) Tiempo en horas de uso de la máquina perforadora, b) Durabilidad de la máquina perforadora	hoyadora	0,0287	45,87	4,68%
05 - SUMINISTROS (c),	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Plántula	0,0100	16,00	1,63%
COSTO TOTAL				0,6124	979,89	100,00%

La columna de la etapa incluye la siguiente aclaración: (c) Los costos de tiempo de trabajo, transporte y suministros en la siembra directa no varían con la cantidad de semillas utilizadas.

ANEXO XX - Costos de siembra directa de *A. lampa* en el escenario petrolero.

ETAPAS SIEMBRA DIRECTA	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas de recolección de semillas, b) porcentaje de establecimiento	Semillas / porcentaje de establecimiento 6,46%.	0,0125	20,03	0,37%
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / porcentaje de establecimiento 6,46%.	0,0390	62,39	1,16%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas	a) Tiempo en horas para la limpieza, b) Tiempo en horas para el envasado de sobres	Semillas / porcentaje de establecimiento 6,46%.	0,0063	10,02	0,19%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS,	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pretratamiento.	Semillas / porcentaje de establecimiento 6,46%.	0,0004	0,56	0,01%
03 - SIEMBRA (c),	Costos laborales	Tiempo de siembra en campo.	Plántula	2,0246	3.239,42	59,99%
04 - TRANSPORTE (c),	Gastos de transporte	Transporte por plántulas establecidas	Plántula	1,1883	1.901,35	35,21%
05 - SUMINISTROS (c),	Hidrogel	Porcentaje de hidrogel por unidad de área de zanjías	Plántula	0,0651	104,18	1,93%
05 - SUMINISTROS (c),	Hoyadoras (con mecha y combustible)	a) Tiempo en horas de uso de la máquina perforadora, b) Durabilidad de la máquina perforadora	hoyadora	0,0287	45,87	0,85%
05 - SUMINISTROS (c),	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Plántula	0,0100	16,00	0,30%
COSTO TOTAL				3,3749	5.399,81	100,00%

La columna de la etapa incluye la siguiente aclaración: (c) Los costos de tiempo de trabajo, transporte y suministros en la siembra directa no varían con la cantidad de semillas utilizadas.

ANEXO XXI - Costos de siembra directa de *H. argentea* var. *latisquama* en el escenario rural.

ETAPAS SIEMBRA DIRECTA	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas de recolección de semillas, b) porcentaje de establecimiento	Semillas / porcentaje de establecimiento 21,31%.	0,0008	1,30	0,14%
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / porcentaje de establecimiento 21,31%.	0,0113	18,09	1,94%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas	a) Tiempo en horas para la limpieza, b) Tiempo en horas para el envasado de sobres	Semillas / porcentaje de establecimiento 21,31%.	0,0004	0,65	0,07%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS,	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / porcentaje de establecimiento 21,31%.	0,0000	0,04	0,00%
03 - SIEMBRA (c),	Costos laborales	Tiempo de siembra en campo.	Plántula	0,4542	726,66	78,08%
04 - TRANSPORTE (c),	Gastos de transporte	Transporte por plántulas establecidas	Plántula	0,0112	17,94	1,93%
05 - SUMINISTROS (c),	Hidrogel	Porcentaje de hidrogel por unidad de área de zanjias	Plántula	0,0651	104,18	11,19%
05 - SUMINISTROS (c),	Hoyadoras (con mecha y combustible)	a) Tiempo en horas de uso de la máquina perforadora, b) Durabilidad de la máquina perforadora	hoyadora	0,0287	45,87	4,93%
05 - SUMINISTROS (c),	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Plántula	0,0100	16,00	1,72%
COSTO TOTAL				0,5817	930,72	100,00%

La columna de la etapa incluye la siguiente aclaración: (c) Los costos de tiempo de trabajo, transporte y suministros en la siembra directa no varían con la cantidad de semillas utilizadas.

ANEXO XXII - Costos de siembra directa de *H. argentea* var. *latisquama* en el escenario petrolero.

ETAPAS SIEMBRA DIRECTA	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas de recolección de semillas, b) porcentaje de establecimiento	Semillas / porcentaje de establecimiento 21,31%.	0,0036	5,81	0,11%
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / porcentaje de establecimiento 21,31%.	0,0113	18,09	0,34%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas	a) Tiempo en horas para la limpieza, b) Tiempo en horas para el envasado de sobres	Semillas / porcentaje de establecimiento 21,31%.	0,0018	2,90	0,05%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS,	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / porcentaje de establecimiento 21,31%.	0,0001	0,16	0,00%
03 - SIEMBRA (c),	Costos laborales	Tiempo de siembra en campo.	Plántula	2,0246	3.239,42	60,73%
04 - TRANSPORTE (c),	Gastos de transporte	Transporte por plántulas establecidas	Plántula	1,1883	1.901,35	35,65%
05 - SUMINISTROS (c),	Hidrogel	Porcentaje de hidrogel por unidad de área de zanjías	Plántula	0,0651	104,18	1,95%
05 - SUMINISTROS (c),	Hoyadoras (con mecha y combustible)	a) Tiempo en horas de uso de la máquina perforadora, b) Durabilidad de la máquina perforadora	hoyadora	0,0287	45,87	0,86%
05 - SUMINISTROS (c),	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Plántula	0,0100	16,00	0,30%
COSTO TOTAL				3,3336	5.333,77	100,00%

La columna de la etapa incluye la siguiente aclaración: (c) Los costos de tiempo de trabajo, transporte y suministros en la siembra directa no varían con la cantidad de semillas utilizadas.

ANEXO XXIII - Costos de siembra directa de *S. subulatus* var. *subulatus* en el escenario rural.

ETAPAS SIEMBRA DIRECTA	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUPUESTOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas de recolección de semillas, b) porcentaje de establecimiento	Semillas / porcentaje de establecimiento 4,31%.	0,0042	6,74	0,66%
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / porcentaje de establecimiento 4,31%.	0,0585	93,59	9,22%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas	a) Tiempo en horas para la limpieza, b) Tiempo en horas para el envasado de sobres	Semillas / porcentaje de establecimiento 4,31%.	0,0021	3,37	0,33%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS,	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / porcentaje de establecimiento 4,31%.	0,0001	0,19	0,02%
03 - SIEMBRA (c),	Costos laborales	Tiempo de siembra en campo.	Plántula	0,4542	726,66	71,63%
04 - TRANSPORTE (c),	Gastos de transporte	Transporte por plántulas establecidas	Plántula	0,0112	17,94	1,77%
05 - SUMINISTROS (c),	Hidrogel	Porcentaje de hidrogel por unidad de área de zanjías	Plántula	0,0651	104,18	10,27%
05 - SUMINISTROS (c),	Hoyadoras (con mecha y combustible)	a) Tiempo en horas de uso de la máquina perforadora, b) Durabilidad de la máquina perforadora	hoyadora	0,0287	45,87	4,52%
05 - SUMINISTROS (c),	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Plántula	0,0100	16,00	1,58%
COSTO TOTAL				0,6341	1.014,52	100,00%

La columna de la etapa incluye la siguiente aclaración: (c) Los costos de tiempo de trabajo, transporte y suministros en la siembra directa no varían con la cantidad de semillas utilizadas.

ANEXO XXIV - Costos de siembra directa de *S. subulatus* var. *subulatus* en el escenario petrolero.

ETAPAS SIEMBRA DIRECTA	ACTIVIDADES / SUMINISTROS	SUJETOS PARA EL CALCULO	UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	COSTOS TOTALES (en US \$ / ha)	% DE COSTO TOTAL
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Recolección de semillas	a) Tiempo en horas de recolección de semillas, b) porcentaje de establecimiento	Semillas / porcentaje de establecimiento 4,31%.	0,0188	30,05	0,66%
01 - RECOLECCION DE SEMILLAS,	Almacenamiento en banco de germoplasma.	Mantenimiento de semillas en cámara a 4 ° C durante 9 meses.	Semillas / porcentaje de establecimiento 4,31%.	0,0585	93,59	9,22%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	Procesamiento y limpieza de semillas	a) Tiempo en horas para la limpieza, b) Tiempo en horas para el envasado de sobres	Semillas / porcentaje de establecimiento 4,31%.	0,0094	15,02	0,33%
02 - PROCESAMIENTO DE SEMILLAS,	Tratamientos de pre-germinación.	a) Costos de evaluación de viabilidad en laboratorio, b) Costos o pre-tratamiento.	Semillas / porcentaje de establecimiento 4,31%.	0,0005	0,84	0,02%
03 - SIEMBRA (c).	Costos laborales	Tiempo de siembra en campo.	Plántula	2,0246	3,239,42	71,63%
04 - TRANSPORTE (c).	Gastos de transporte	Transporte por plántulas establecidas	Plántula	1,1883	1,901,35	1,77%
05 - SUMINISTROS (c).	Hidrogel	Porcentaje de hidrogel por unidad de área de zanjias	Plántula	0,0651	104,18	10,27%
05 - SUMINISTROS (c).	Hoyadoras (con mecha y combustible)	a) Tiempo en horas de uso de la máquina perforadora, b) Durabilidad de la máquina perforadora	hoyadora	0,0287	45,87	4,52%
05 - SUMINISTROS (c).	Ropa de seguridad	a) Costo por persona; b) Durabilidad	Plántula	0,0100	16,00	1,58%
COSTO TOTAL				3,4039	5,446,31	100,00%

La columna de la etapa incluye la siguiente aclaración: (c) Los costos de tiempo de trabajo, transporte y suministros en la siembra directa no varían con la cantidad de semillas utilizadas.