



El cultivo del algarrobo en Argentina



Compiladores:
Diego López Lauenstein
Carmen Vega

630*2 El cultivo del algarrobo en Argentina / compiladores: Diego López Lauenstein, Carmen Vega. –
C89 Buenos Aires: Ediciones INTA; Centro de Investigaciones Agropecuarias, 2024.
425 p. : il. (en PDF)

ISBN 978-987-679-382-7 (digital)

i. López Lauenstein, Diego. ii. Vega, Carmen

Silvicultura – Cultivo – Prosopis – Argentina – Algarrobo

DD-INTA

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N.º 26.899.

Diseño:

Dirección Nacional Asistente de Comunicación Institucional
Gerencia de Producción Multimedia
Alejandra Pereyra

Este libro
cuenta con licencia:



Prólogo

El algarrobo está representado por varias especies de árboles nativos del género *Prosopis*, recientemente renombrado como *Neltuma* (Hughes *et al.*, 2022) (*Neltuma alba*, *N. nigra*, *N. chilensis*, *N. flexuosa*, *N. hassleri*, *N. fiebrigii*) que crecen en diferentes ambientes en las regiones forestales del Parque chaqueño húmedo, semiárido y árido, el Espinal y el Monte. Son especies de uso múltiples por su capacidad de proveer diferentes servicios ecosistémicos como la provisión de madera maciza de calidad para mueblería y artesanías, madera para combustible como leña y carbón, frutos (la algarroba) para el consumo humano y para el ganado, en tanto que sus flores aportan néctar y polen para la actividad apícola, y asimilación del nitrógeno del aire a través de su asociación con bacterias del género *Rhizobium*. A su vez, pueden ser utilizados como parte del componente arbóreo de sistemas silvopastoriles y de acciones de restauración ecológica activa en áreas degradadas (desmontes, incendios, salinización, etc.) con el objeto de recuperar la capacidad productiva y diferentes servicios ecosistémicos.

Debido a su alto valor biológico, productivo y cultural, estas especies están siendo objeto de proyectos de domesticación, manejo y conservación promovidos por diferentes organismos de Ciencia y Técnica como el INTA, CONICET, Universidades Nacionales, y apoyados por instituciones provinciales de Bosques. El tema del algarrobo abordado desde el Programa Forestal de INTA se enmarca en el desarrollo tecnológico de la producción forestal de especies nativas. En diferentes Estaciones Experimentales Agropecuarias (EEA) y Agencias de Extensión, y otras instituciones, se vienen realizando actividades de difusión de los materiales mejorados de algarrobo en el ámbito de la extensión, con la organización de numerosas capacitaciones, ensayos en campos de productores, talleres, y la generación de fuentes de semilla para proveer a una escala de producción.

El presente libro, en sus 14 capítulos, compendia la generación de valiosa información del algarrobo de las diferentes instituciones y grupos de trabajo en los últimos 25 años que incluye: (i) la importancia regional y territorial, económica y ambiental del algarrobo, usos actual y ancestral por parte de comunidades originarias, (ii) la distribución natural y características morfológicas de las especies de *Neltuma* con valor forestal de Argentina, (iii) la estructura de la cadena productiva del algarrobo, (iv) los distintos tipos de plantaciones como las productivas (maderero y no maderero), de protección, agrosilvopastoriles o una combinación de las anteriores, (v) los materiales de propagación con semillas y su calidad genética para plantaciones de algarrobos, (vi) la propagación vegetativa, (vii) la producción de plantas de *Neltuma* en vivero, (viii) las asociaciones entre *Neltuma* spp. y microorganismos benéficos (rizobacterias y micorrizas), (ix) plagas y enfermedades, (x) aspectos de ecofisiología de los algarrobos en relación con el estrés hídrico y salino, (xi) la silvicultura en plantaciones de algarrobo que presenta información sobre la selección de sitios, crecimientos, preparación del terreno y labores culturales, densidad y marco de plantación, poda, raleo, producción de madera y aprovechamiento, (xii) aspectos económicos del algarrobo en Argentina como usos, mercado y comercialización de la madera,

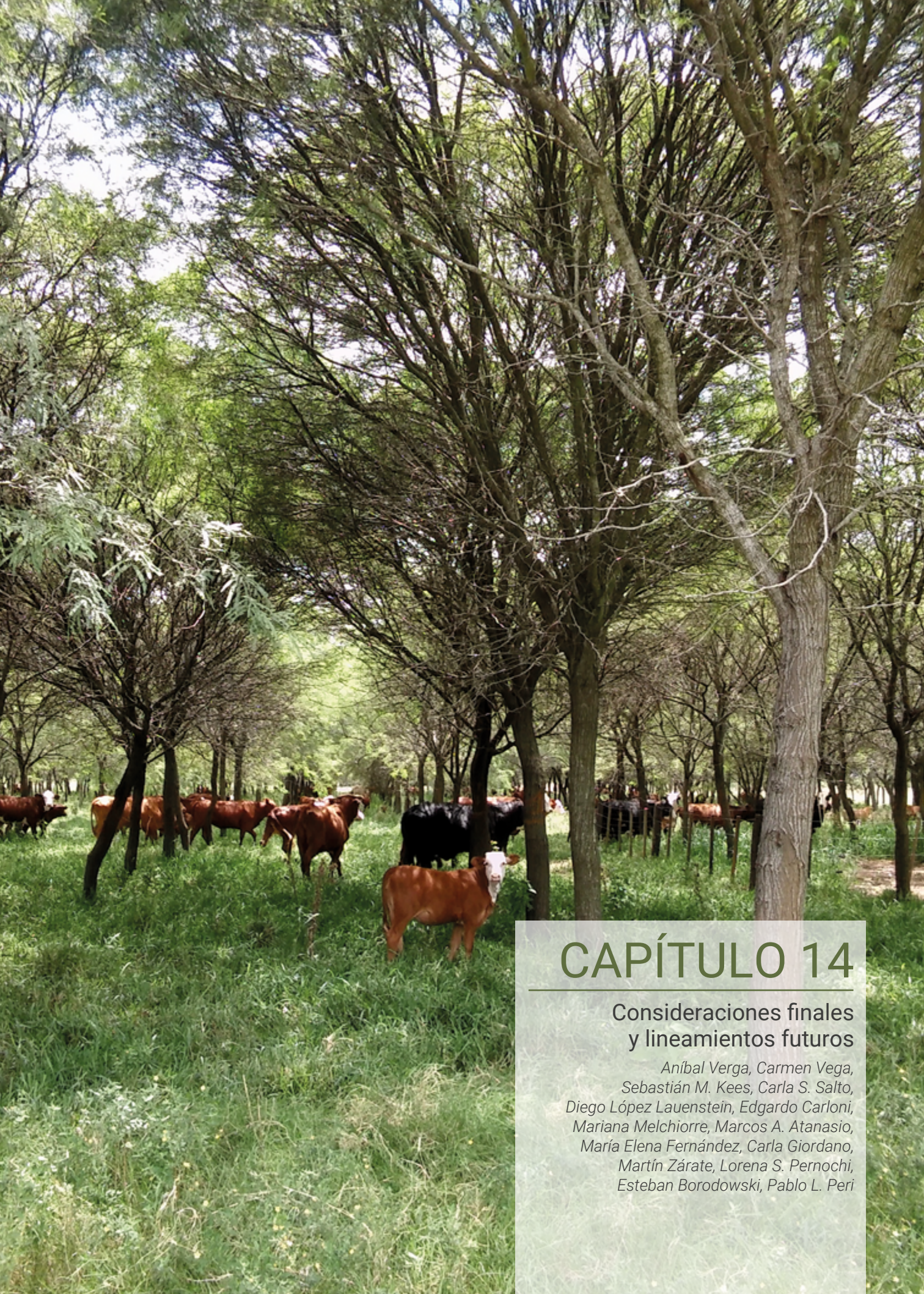
la incidencia en la economía nacional y regionales y la generación de empleo, como así también la rentabilidad de un modelo de plantación, y (xiii) aspectos de legislación nacional y provincial del cultivo de algarrobo.

En síntesis, este libro es el resultado de una articulación sinérgica entre instituciones e interdisciplinar que impulsa al algarrobo como parte de un esquema de innovación y desarrollo sostenible para el sector forestal y los territorios a través de la investigación y el desarrollo de tecnologías, y también como aporte a la formulación de políticas públicas. Este trabajo integra desde el mejoramiento genético hasta la industria potenciando atributos de crecimiento, adaptabilidad, sanidad y calidad de la madera y productos forestales no madereros del algarrobo.

Como lineamiento futuro sería necesario el desarrollo de materiales y tecnologías específicamente dirigidos a la restauración y recuperación de áreas degradadas en la región chaqueña, ya que plantea diferentes objetivos que los materiales que se están difundiendo actualmente están dirigidos principalmente a la producción de madera. En este sentido, es necesario cuantificar en la región chaqueña la superficie de las áreas degradadas y determinar las causales y dinámica de la degradación de los bosques. Para potenciar la aplicación y uso del conocimiento generado en algarrobo es necesario articular con políticas públicas que promuevan acciones para la utilización de los materiales generados ampliando la superficie forestada, unido a fortalecer un plan de transferencia, extensión y comunicación dirigido a los actores directos e indirectos del sector forestal.

Pablo L. Peri

Coordinador del Programa Nacional Forestal del INTA



CAPÍTULO 14

Consideraciones finales y lineamientos futuros

*Aníbal Verga, Carmen Vega,
Sebastián M. Kees, Carla S. Salto,
Diego López Lauenstein, Edgardo Carloni,
Mariana Melchiorre, Marcos A. Atanasio,
María Elena Fernández, Carla Giordano,
Martín Zárate, Lorena S. Pernochi,
Esteban Borodowski, Pablo L. Peri*

El cultivo del algarrobo en Argentina ha experimentado diferentes etapas a lo largo de los últimos 40 años. Sin embargo, es a partir de la sanción de la Ley de Inversiones para Bosques Cultivados (Ley Nacional N° 25.080) en diciembre del año 1998 que se desencadenó un importante proceso vinculado a la forestación con algarrobo, principalmente en las provincias de Santiago del Estero, Formosa y especialmente en Chaco. No obstante, el proceso que surgió con un fuerte empuje no pudo consolidarse con el tiempo. Esto se pone de manifiesto ya que la superficie implantada con algarrobo permanece casi constante o con un aumento poco significativo. Es evidente que la herramienta legal, que en un principio fue de gran utilidad, hoy debe ser complementada con otras instancias de fomento. Podemos decir que estamos en un momento bisagra en lo que se refiere al cultivo del algarrobo en Argentina, donde se han alcanzado importantes avances en el conocimiento y tecnología asociada, pero con un amesetamiento en la cantidad de superficie forestada por año.

En este último capítulo se presentan los principales logros y aportes a partir de una síntesis de los capítulos precedentes. Además, se presentan los principales lineamientos de las investigaciones a futuro como así también ideas de políticas públicas para implementar en Argentina para poder consolidar al cultivo del algarrobo como una alternativa en los diversos sistemas productivos de las regiones áridas y semiáridas del centro y norte del país, en un contexto de alta degradación ambiental y cambio climático.

14.1. Síntesis de los principales logros y avances tecnológicos relacionados con el cultivo del algarrobo en Argentina

Durante los últimos 15 años se ha acumulado una gran cantidad de conocimiento para el desarrollo tecnológico en la producción forestal de especies nativas. Las investigaciones buscaron generar el conocimiento y la tecnología necesarios para desarrollar el cultivo de algarrobo para la producción de madera en sistemas silvopastoriles como así también mantener o aumentar la diversidad genética de sus bosques para recuperar ecosistemas boscosos degradados y sostener el recurso biológico a largo plazo. Se buscó aumentar el número de forestaciones para disminuir la presión sobre el bosque nativo y que la industria reemplace la madera proveniente del bosque nativo por madera proveniente de plantaciones forestales manejadas sustentablemente. En el presente libro sobre plantaciones de algarrobo se compendia toda la información generada durante muchos años de trabajo desde una mirada multidisciplinaria.

Se muestran mapas detallados de la distribución de cada especie de *Neltuma* (*ex Prosopis*) estudiada. Asimismo, se describen las características más importantes referidas a la estructura y calidad de madera, como así también, las propiedades morfológicas de sus hojas y frutos.

En el apartado de estudios genéticos se aborda cómo los principales avances en la caracterización de los materiales de propagación se dieron en un principio al desentrañar los procesos de hibridación entre las especies del género, lo que posibilitó fijar normas para el registro de los materiales de propagación que se utilizan en los distintos planes de

forestaciones con algarrobo. La conformación del material base de los programas de domesticación y la instalación de ensayos de progenie permitieron generar un avance en los conocimientos de los parámetros genéticos y poder definir los criterios de los programas de mejoramiento genético con mayor precisión.

Se brinda un aporte al conocimiento de las principales plagas y enfermedades que afectan a las especies de *Neltuma* y algunos conceptos sobre su control, basado en investigaciones y experiencias personales de los autores y en fuentes bibliográficas nacionales y extranjeras. Se describen los organismos fúngicos que inciden en la germinación y desarrollo de plántulas; animales roedores que atacan plantaciones recientes; diversos insectos gallícolas que atacan en fases juveniles y adultas de las plantas y en diferentes órganos (hojas, ramas finas), insectos cortadores de hojas y defoliadores (hormigas, langostas), insectos xilófagos (anilladores de ramas y taladradores de la madera) e insectos que atacan los frutos y semillas. El conocimiento de los agentes dañinos y su forma de control contribuye a los sistemas productivos y de restauración o recuperación que emplean especies de *Neltuma*, como así también al cuidado de estos árboles en diferentes ambientes naturales o implantados.

El abordaje de las interacciones benéficas entre especies de *Neltuma* con rizobacterias promotoras de crecimiento y fijadoras de nitrógeno, así como con hongos formadores de micorrizas (HMA) evidencia los aportes al crecimiento y tolerancia a estrés hídrico y salino mediados por estas asociaciones específicas. Entender algunos aspectos de la sinergia que existe en estas interacciones en términos adaptativos promovió además el desarrollo de un biopolímero de recubrimiento para vehiculizar bioinsumos sobre semillas y, en consecuencia, propender a la incorporación de estos microorganismos benéficos seleccionados tanto en procesos productivos como de restauración.

En lo vinculado a la viverización de los algarrobos se han desarrollado algunas propuestas tecnológicas, fundamentalmente en *Neltuma alba*, para la producción de plantines sin suelo (uso de sustratos), con indicaciones y parámetros técnicos que permiten uniformizar los procesos y garantizar condiciones de sanidad y calidad, en contraposición al sistema tradicional, que se presenta como un sistema poco eficiente, con falta de tecnificación y mala calidad de plantines. Asimismo, se ha avanzado en investigaciones sobre el reciclado de residuos industriales y su caracterización física, química y biológica para su potencial empleo como medios de cultivo (sustratos) para asegurar que cumplen con las propiedades requeridas. De igual modo, un aspecto que debe incluirse y considerarse en el proceso de producción de plantas es la inoculación con microorganismos benéficos. En este sentido, en algunas investigaciones realizadas referidas al comportamiento de microorganismos nativos (HMA y rizobios) en simbiosis con *N. alba* sugieren cierta influencia sobre la tolerancia al estrés abiótico y, además, dan indicios de que esa relación ayuda a que la fertilización sea más eficiente pudiéndose reducir las dosis de fertilizantes para aplicar, por lo que tienen potencial de ser utilizados en la producción comercial de plantas. El conocimiento sobre estas metodologías aplicadas principalmente en *N. alba* sirve de base para ajustar los requerimientos en otras especies de *Neltuma* sobre las cuales no existe información disponible o es escasa.

Los estudios ecofisiológicos presentados en el capítulo 3 demuestran que los algarrobos presentan variabilidad en sus mecanismos de resistencia a la sequía y en sus potenciales

de crecimiento. El comportamiento anisohídrico de muchas de las especies estudiadas indica que pueden ser productivas aun en condiciones de déficit hídrico. Pero, además, la plasticidad que demuestran ante variaciones en la oferta hídrica indica que pueden aprovechar el agua cuando está disponible. Estos aspectos sugieren que los algarrobos constituyen un grupo de especies y procedencias que pueden ser seleccionadas y mejoradas para obtener las mayores productividades en sistemas productivos de secano, y también con manejo de riego. Los algarrobos tienen crecimiento lento en comparación con otras especies forestales, de manera que un manejo de riego aceleraría la producción. Asimismo, la resistencia a la salinidad que presentan estas especies, las posicionan como una excelente alternativa productiva en ambientes extremos.

En cuanto a los aspectos económicos, en el capítulo 12 se detallan costos de las principales actividades para una plantación de algarrobo. Se presenta también un análisis financiero de una plantación de algarrobo para la provincia del Chaco. Este flujo de fondos se generó para la actividad bajo el supuesto de las condiciones típicas esperables para plantaciones de 15 o más años de edad en el caso de productores del Chaco donde no se incluye el valor de la tierra, se estima un rendimiento de 60 t/ha (corta final) para un ciclo forestal de 25 años. Se presenta la simulación de un modelo básico sin y con el aporte no reintegrable (ANR) de la ley nacional de incentivo forestal e incentivo provincial (Chaco) para la plantación, podas y raleo perdido. En el caso del modelo forestal con ANR, la TIR resulta en 9,45 %. Se describen otros productos que además de la madera pueden obtenerse a partir de plantaciones de algarrobo haciendo hincapié en los aspectos económicos, como ser la miel y la harina de las chauchas. Se analizan también, desde el punto de vista financiero, modelos de esquemas de manejo silvopastoriles en plantaciones *Neltuma alba* y en poblaciones naturales de *N. ruscifolia*. Los modelos de sistemas silvopastoriles en plantaciones de algarrobo blanco tienen rentabilidades diferenciales según partan desde un modelo ganadero o una forestación pura.

14.2. Líneas de investigación para relanzar el cultivo del algarrobo en Argentina

Por sus características el cultivo de algarrobo en Argentina puede promover el desarrollo de economías locales y regionales en ambientes de bajo valor productivo en términos de cultivos tradicionales. Las comunidades que se desarrollan en estos territorios muchas veces están fuera del circuito de economía central y suelen tener una economía de subsistencia. Para consolidar el cultivo del algarrobo en Argentina es necesario focalizar las investigaciones futuras hacia objetivos claros de producción en un marco de sustentabilidad. Dado que los usos del algarrobo son múltiples, es necesario desarrollar conocimientos que permitan poner en práctica las alternativas de usos. En paralelo es necesario desarrollar e implementar políticas que prioricen las investigaciones para sistemas productivos de ambientes áridos y semiáridos que contribuyan a este fin. De esta manera se ponen en valor los recursos forestales propios de estos ambientes, que tienen alta potencialidad desde el punto de vista productivo, social y económico.

Algunas especies de algarrobo ocupan áreas disyuntas (alopátricas) mientras que otras son simpátricas (solapamiento de sus áreas de distribución). Sin embargo, en todos los casos, cada una de ellas ocupa nichos ecológicos bien diferenciados. Por ello es necesario continuar trabajando en los mapas de distribución de las especies de *Neltuma* de manera de definir más claramente los límites de distribución de cada una de ellas como así también detectar las diferentes zonas de contacto entre sus áreas de dispersión. Este tipo de información serviría de base para determinar áreas de aptitud forestal para el algarrobo de acuerdo a las limitaciones edáficas y agroclimáticas, estableciéndose diversos niveles mediante la cuantificación de la satisfacción de los requerimientos hídricos y de fertilidad para el cultivo. Los mapas de áreas aptas tienen múltiples aplicaciones, principalmente en el ordenamiento del territorio y en la determinación de niveles de productividad y de riesgo para la forestación con algarrobo, pudiéndose clasificar como óptimas, subóptimas, regulares, marginales o solo aptas con riego suplementario. Estos mapas no son estáticos, principalmente si se tiene en consideración que las condiciones climáticas pueden variar en el futuro cercano (cambio climático) o los avances tecnológicos aplicados a la obtención de nuevos genotipos de algarrobo más resistentes a limitaciones térmicas e hídricas.

Por un lado, también es necesario profundizar los estudios de variación molecular intra-específica y definir zonas genéticas y regiones de procedencias para ordenar el manejo y flujo de semillas entre regiones, así evitar problemas de falta de adaptación cuando se transfieren semillas entre zonas.

Por otro lado, es necesario desarrollar investigaciones que permitan seleccionar especies y variedades de alta productividad para distintos ambientes, y establecer los atributos fisiológicos de base. Esta selección debe incluir los microbiomas asociados que contribuyen a su crecimiento y adaptación. Entre los atributos y mecanismos deseables se encuentran: alta capacidad de crecimiento, alta partición del carbono al crecimiento vegetativo (biomasa de tallo en el caso de la producción maderera) o al crecimiento reproductivo (frutos, en el caso de producción de algarrobas), los compromisos entre ambos tipos de destinos en función del ambiente y manejo; alta eficiencia en el uso del agua; alta plasticidad fenotípica ante variaciones ambientales, principalmente en un contexto de cambio climático; tolerancia y relativamente alto crecimiento en ambientes salinos.

Asimismo, se necesita desarrollar investigaciones sobre herramientas de manejo orientadas a promover características morfológicas más adecuadas para la producción de madera sólida para distintos usos (aserrado, postes). En este aspecto, los algarrobos se caracterizan por poder desarrollar portes arbóreos unifustales, pero más frecuentemente portes multifustales, requiriendo estudios no solo de condiciones genéticas y ambientales que influyen en la forma del individuo, sino también de las prácticas silviculturales que puedan aportar a este objetivo. Se requiere analizar las sinergias o compromisos que se producen en relación con atributos de la madera (xilema) que tienen implicancias a nivel tecnológico y de resistencia al estrés abiótico.

Además, los productos derivados de harinas de algarroba están ganando mercados incipientes, por lo tanto, sería propicio desarrollar investigaciones sobre las distintas especies y variedades que maximicen la producción de frutos. Los aspectos fisiológicos de base para estudiar están relacionados con floración, fructificación, relaciones fuente-destino,

fisiología del carbono, poda, removilización de reservas, y podas, entre otras. Se requiere, además, determinar el manejo adecuado para lograr una producción sustentable en el tiempo, así como estudiar las propiedades nutricionales y nutracéuticas de la algarroba de distintas especies y variedades.

Los algarrobos pueden ser utilizados también para restaurar ambientes disturbados o degradados. Para cubrir este aspecto es necesaria la producción de plantines con fines de revegetación. Este tipo de actividad puede contribuir al desarrollo y diversificación de alternativas económicas de las sociedades del desierto y otros ambientes áridos. En el país existen más de 30 millones de hectáreas de bosques con categoría amarilla, donde no se puede cambiar el uso del suelo (desmontar), pero es muy necesario restaurar esos bosques. De esos 30 millones, en unas 17 millones de hectáreas el algarrobo ocupa un lugar central en el ecosistema y en los sistemas productivos. Se deberían crear líneas de mejoramiento para la obtención de materiales de propagación con ese fin específico, que garanticen principalmente una alta supervivencia. Mantener una alta diversidad genética es clave para propiciar la resiliencia de estos ecosistemas. El desarrollo de materiales y conocimientos para la restauración y recuperación ecosistémica es un desafío a futuro que no solo involucra al algarrobo, sino también a las demás especies dominantes y estructurantes de las comunidades vegetales de la región chaqueña, tanto leñosas como herbáceas. Los objetivos de ese desarrollo no se circunscriben a aspectos productivos únicamente, sino, por sobre todo, a la recuperación de los ciclos del agua, del N, al secuestro de C, a la estabilización del régimen hídrico a nivel de cuenca. Para ello es necesario integrar desde un abordaje holístico, el trabajo de mejoradores forestales y de forrajeras, con las tareas que desarrollan equipos de ecología con esta visión específica. El siguiente paso será la generación de políticas públicas que promuevan acciones para la aplicación de los materiales y conocimientos desarrollados en esta línea.

En cuanto a la propagación vegetativa, hay que ajustar adecuadamente los protocolos ya desarrollados para otras especies y ponerlos a punto para algarrobo.

También, los algarrobos son una alternativa forestal urbana de zonas áridas. El valor ornamental y el comportamiento de estas especies para la forestación de parques y espacios públicos en ciudades está poco estudiado y debe desarrollarse articuladamente con gobiernos comunales y municipales. En este sentido, se requiere desarrollar planes de selección de especies sin espinas, lo cual aumentaría su potencialidad como alternativa arbórea urbana.

Uno de los grandes desafíos para lograr elevadas tasas de forestaciones con algarrobos es disponer de una red de viveros forestales tecnificados que abastezcan a esa demanda con plantines de calidad adaptados a cada situación. Si bien se han desarrollado sistemas intensivos de producción de *Neltuma*, estos no han sido adoptados del todo por lo que, en este sentido, se deberá trabajar a través de la transferencia y la capacitación para que este tipo de sistema se consolide. Es preciso, además, establecer y homogeneizar los criterios para tener en cuenta para la producción de plantas de calidad en vivero. La fertilización es una de las prácticas con mayor influencia en la calidad del plantín forestal producido en contenedor, por consiguiente, futuras líneas de investigación deberían orientarse a evaluar cómo corregir deficiencias nutricionales e incrementar la eficiencia en la aplicación de fertilizantes minerales y aplicar las metodologías utilizadas en *N. alba* para ajustar los

requerimientos nutricionales en otras especies de *Neltuma*, sobre las cuales no existe información disponible. Es importante que se continúen con investigaciones destinadas al desarrollo y empleo de nuevos materiales para la elaboración de sustratos en cada región y su aplicación en otras especies de *Neltuma*, distintas de *N. alba*. Esto requiere disponer sustratos específicos que reemplacen el uso de tierra para no generar un problema ambiental de extractivismo del recurso natural. Si bien se han probado diferentes materiales para la conformación de sustratos, es necesario una detallada caracterización de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales empleados. Tanto los HMA como las rizobacterias nativas constituyen una herramienta microbiológica prometedora para la producción comercial de plantines de *N. alba* desde una perspectiva de sustentabilidad. Sin embargo, en Argentina son escasas las investigaciones referidas al comportamiento de estos microorganismos en simbiosis con diferentes especies de *Neltuma*, además de la inexistencia de inóculos comerciales de HMA y rizobios nativos, por lo que es importante seguir esta línea de investigación. Se ha avanzado mucho en las diferentes técnicas e investigaciones en la producción de plantines, sin embargo, estos conocimientos estuvieron dirigidos principalmente a obtener plantines para forestaciones con fines maderables o sistemas silvopastoriles para la región chaqueña semiárida. Ahora se torna mucho más relevante y necesario incentivar investigaciones sobre la producción de plantines que estén adecuadamente aclimatados a las situaciones extremas de los ambientes más extremos (Chaco árido y monte), principalmente con el objetivo de restaurar ambientes degradados. Por último, y no por ello menos importante, a pesar de que existen programas de mejoramiento genético y bancos de germoplasma de *Neltuma* que almacenan semilla de diferentes especies y regiones, uno de los problemas actuales es la falta disponibilidad de semillas en cantidad y calidad en algunas regiones, lo que puede resultar una limitante en la producción.

El desarrollo de investigaciones planteado en los párrafos anteriores que permita hacer más eficiente la producción con estas especies contribuirá a mejorar la rentabilidad de las propuestas productivas y a aumentar la factibilidad y eficiencia de las tareas de restauración. La selección de especies y variedades de alta productividad para diferentes ambientes, los tratamientos de manejo orientados a promover características morfológicas más adecuadas para la producción de madera sólida para distintos usos, así como la selección de especies y variedades que maximicen la producción de frutos son ejemplos de ello. Estas investigaciones permitirían en determinadas situaciones adelantar turnos de corta, dar calidad y regularidad a la materia prima de determinadas industrias y una previsibilidad y mayor producción para los productos forestales no madereros. Por su parte, las tecnologías específicas para ser aplicadas a la producción, implantación y manejo de algarrobos en ambientes degradados con fines de revegetación están orientadas a la recuperación de sistemas boscosos naturales, y con ella, la provisión de servicios ecosistémicos clave.

14.3. Generación de políticas públicas y nuevas iniciativas

Como complemento de las políticas de promoción de cultivo de algarrobos con fines maderables, debería impulsarse una fuerte política de restauración de tierras forestales y

bosques muy degradados utilizándose especies de *Neltuma* o bien a través del impulso del manejo de bosques secundarios donde predomina esta especie. Aquí se abre una enorme posibilidad de desarrollo para distintas áreas científicas, técnicas, académicas y de los tomadores de decisión con importante impacto social y económico, más aún, considerando que estas formaciones, similares en edad y manejo a las plantaciones constituyen una oferta potencial en el mediano plazo de madera a la foresto industria. La factibilidad de un programa de restauración de bosques nativos degradados con algarrobo a nivel nacional necesitará de un compromiso formal interinstitucional de organismos provinciales, regionales y nacionales, coordinando herramientas de promoción y extensión mediante el acompañamiento de los productores en todo el proceso. En el mismo sentido, cualquier esfuerzo de restauración, para alcanzar sus objetivos, deberá contemplar acciones sobre los vectores de degradación.

Actualmente, en la región del Parque Chaqueño, se da una situación particular por la cual se encuentra una importante superficie de tierras que en su momento fueron destinadas a la agricultura y que por diversos motivos (precios del mercado, abandono, degradación, etc.) se encuentran improductivas. Mucha de esta superficie se encuentra con una regeneración natural de algarrobo por semillas dispersadas por el ganado, dando origen a bosques secundarios de origen antrópico. La posibilidad de reconvertir estas tierras, actualmente improductivas, a tierras forestales con potencial maderable o de sistemas silvopastoriles requiere de tratamientos silvícolas específicos para estas estructuras de bosques. Asimismo, es factible impulsar sistemas silvo-apícola-pastoriles con algarrobo como alternativa que permitiría diversificar la producción combinando la producción de madera, miel y forraje en un mismo ambiente.

Los instrumentos actuales de promoción considerados en el marco de las leyes 26.331 y 25.080 (y sus prórrogas) son insuficientes para contemplar esta problemática. La ley 26.331 se encuentra principalmente orientada para tierras con cobertura de bosques nativos y la Ley 25.080, cuenta con instrumentos de promoción orientados al manejo de plantaciones forestales (podas y raleo perdido). Por lo tanto, uno de los nuevos desafíos que se debe abordar desde las políticas públicas sería la posibilidad de promocionar la recuperación de sitios en zonas definidas como cuencas de uso maderero a través de incentivos para su ordenación y manejo. Iniciativas en este sentido ya son propuestas y analizadas desde distintas instituciones provinciales y nacionales. Propiciar la identificación, localización y caracterización de estos sitios es relevante para iniciar una política pública que pueda llevar con éxito una recuperación sustentable de estos sitios. En este sentido es necesario definir los mejores instrumentos de promoción que sirvan para mejorar las condiciones de vida de los productores que se encuentren directamente involucrados, a la vez de considerar los beneficios que esta recuperación ambiental puede aportar a la sociedad en su conjunto (como, por ejemplo, por el aumento de la superficie con recursos boscosos y su impacto como sumideros de carbono ante el cambio climático).

Otra de las importantes estrategias para el desarrollo de las plantaciones con algarrobo es realizar una gestión que fomente el valor agregado de los productos forestales madereros y no madereros. Para impulsar las inversiones y la innovación tecnológica, el sector forestal deberá contar con un sistema amplio de oferta de servicios, mecanismos

de vinculación empresarial y fortalecimiento de industrias (incluyendo pequeñas y medianas empresas familiares). En este sentido, una condición importante para el crecimiento económico, tanto privado como público, es la incorporación de valor agregado a los productos forestales del algarrobo, que a la vez tiene una importante capacidad para generar empleo. Para esto es importante avanzar en la producción de muebles que incorporen diseño y nueva tecnología, tanto para el mercado interno como el de exportación, desarrollar la carpintería para construcción de viviendas, promover el uso de la biomasa para lograr una matriz energética más diversificada y de productos forestales no madereros (harina algarroba, miel de algarrobo, sucedáneos de café).

Consideramos que los recursos asociados a los bosques de algarrobo pueden ser centrales para el desarrollo de la vasta región que los alberga, pudiendo constituir un modelo a seguir alternativo al imperante a nivel regional y global: un modelo basado en recursos biológicos y culturales locales, capaz de brindar servicios ecosistémicos que trascienden las fronteras geográficas. Los grandes problemas mundiales, como incremento poblacional humano, crisis energética y cambio climático, obligan a repensar los modelos de desarrollo, incluyendo a todos los actores involucrados y a las generaciones futuras. Restaurar nuestros bosques degradados, así como producir recursos renovables con múltiples usos a nivel local e internacional pueden constituir un círculo virtuoso que nos interpela a la acción desde el lugar que cada uno ocupe. Esperamos contribuir con este libro a valorar y revigorar el interés en nuestros bosques de algarrobo y los bosques en general.

Glosario

Acodo: es un método de propagación vegetativa por el cual se induce la formación de raíces adventicias en una rama de un clon cuando aún permanece unida a la planta madre.

Explante: se refiere a cualquier parte vegetal que ha sido separada de la planta y transferido a un medio artificial de crecimiento, puede ser fragmentos de hojas, tallos, raíces, pétalos, etc.

Injerto: es una técnica de propagación vegetativa que implica la inserción de un vástago de una planta individual, llamado púa, en un patrón de otro individuo (pie) para formar una sola planta. A nivel genotípico, cada una de las partes mantiene su individualidad.

Jardín clonal: es un área de gran importancia para los viveros con gran producción de plantines, tiene la finalidad de la producción de brotes para la obtención de estacas para propagación vegetativa por miniestacas.

Macropropagación: técnica de propagación vegetativa en cultivo *ex vitro* (*in vivo*), comprende las técnicas de propagación por estacas, miniestacas, microestacas, acodos, injertos y clonaje nuclear.

Microinjerto: técnica de micropropagación, consiste en injertar, en condiciones asépticas, un meristema apical o ápice caulinar sobre un porta injerto establecido *in vitro*.

Micropropagación: técnica de propagación vegetativa en cultivo *in vitro* (en laboratorio), cultivo de tejidos.

Minicepa: planta madre cortada a la base del tallo (descepa) para promover el rejuvenecimiento del material vegetal a ser propagado (brotes rejuvenecidos) a través de la técnica de miniestacas.

Minijardín clonal: es un área de multiplicación vegetativa formada por un conjunto de minicepas, con el objetivo de formar miniestacas para el proceso de producción de plantines por la técnica de miniestacas o microestacas.

Técnica de estacas: técnica de propagación vegetativa en la cual se toman brotes de una planta para luego ser estaqueados a campo o en macetas. Los tallos pueden ser de porciones lignificadas. Se utiliza comercialmente para las especies de *Salix* spp. y *Populus* spp.

Técnica de microestacas: es una técnica de propagación vegetativa en la cual son utilizados propágulos (microestacas) rejuvenecidos en laboratorio de micropropagación para ser posteriormente enraizados en condiciones asépticas, en medios de cultivo *in vitro*, para la obtención de plantines. Una vez listos estos son decepados para conformar las plantas madres del microjardín clonal, luego de la producción de brotes, nuevos plantines son producidos *ex vitro* a través de metodología similar a la de miniestacas, integrando las técnicas de micropropagación y miniestacas.

Técnica de miniestacas: la técnica consiste en el uso de brotes rejuvenecidos y revigorizados, colectados en plantines, que a su vez también son propagados vegetativamente y conducidos en minijardín clonal y cuyo material vegetativo es cultivado *ex vitro*. Son

porciones de tallo no lignificados que se cortan de un máximo de 7 cm de largo, con dos pares de yemas en la base y dos hojas reducidas al 50 % en el extremo apical. Las minietacas se refieren a los propágulos producidos por esta técnica.