



Debajo de una plantación forestal no crece nada... Cómo pasar de la idea de un “desierto verde” a sistemas más biodiversos y/o de producción mixta

El manejo forestal determina la cantidad y valor industrial de la madera que produce un monte. Pero puede, además, generar las condiciones para el desarrollo de otras formas de vida (plantas, microorganismos, animales) naturales o cultivadas, generando sistemas más biodiversos y/o con posibilidades de producir más de un producto a la vez (sistemas mixtos agroforestales o silvopastoriles). Los sistemas más diversos son más sostenibles y resilientes ante disturbios ambientales o de mercado.

En nuestra región del sudeste bonaerense podemos encontrar forestaciones de distinto tamaño, tanto de pinos como de eucaliptos, situadas en diversos ambientes en donde generalmente existen limitantes a la producción agrícola. La mayor proporción de estas forestaciones, que hoy tienen más de 20 de años, fue plantada con el objetivo primario de generar una masa forestal para alimentar industrias que necesitan como insumo básico la madera triturada (por ej., las industrias de pasta celulósica y/o de producción de tableros). En algunas regiones del país, incluyendo la nuestra, estas industrias nunca se asentaron, e inclusive los incentivos a la exportación de rollizos también encontró sus obstáculos. Por ello, las forestaciones locales perdieron su valor económico y hoy persisten, en la mayoría de los casos, sin ningún tipo de manejo. Este modelo productivo requería la plantación de altas densidades de plantas (más de 1000 árboles por hectárea) y poca o ninguna intervención hasta el momento de cosecha. En este marco productivo, no interesa la forma del árbol o la presencia de nudos en su madera, sino que se busca obtener la mayor cantidad de madera posible por unidad de superficie. El valor individual de cada árbol es bajo, no solo por la presencia de nudos sino por su escaso diámetro

final. Pero, el bajo valor individual se compensa con la cantidad, tanto a nivel de lote como a nivel predial: se requieren relativamente grandes superficies para obtener beneficios. La producción de grandes volúmenes de biomasa forestal, ya sea para industrias del triturado o para dendroenergía, requiere justamente un uso eficiente y exhaustivo de recursos, generando por ello un impacto socio-económico potencialmente positivo, pero con externalidades ambientales cuestionables. En este sentido, una de las críticas -desde lo ambiental- que reciben las forestaciones de rápido crecimiento es que constituyen “desiertos verdes” por impedir el desarrollo de otras plantas debajo del dosel por la alta ocupación del espacio y uso de recursos que hace una plantación de alta densidad. Esto es especialmente así cuando las forestaciones reemplazan grandes superficies de ambientes previamente de pastizal, un tipo de ecosistema muy diferente a un sistema leñoso en el funcionamiento de los ciclos de la naturaleza (agua, nutrientes, carbono, biodiversidad). Cabe aclarar que este artículo no pretende brindar una mirada negativa sobre la actividad forestal, especialmente en un país que tiene hace décadas una balanza comercial negativa en el sector forestal (i.e. la Argentina es importadora neta de papel porque no produce la cantidad necesaria de este insu-

Javier Gyenge y
María Elena Fernández¹

¹ Investigadores CONICET
INTA, Agencia de Extensión Rural Tandil
Instituto para la Innovación Agropecuaria
y el Desarrollo Sostenible
(INTA Balcarce-CONICET)

mo esencial para nuestra vida diaria). Pero, sí ser conscientes de los desafíos ambientales que tiene -como toda actividad productiva- y que deben ser atendidos con normas de manejo y fundamentalmente, acciones a nivel de región y paisaje que permitan orientar una actividad sostenible.

En el otro extremo aparece un destino alternativo para la madera: los usos sólidos de la misma (aserrado, debobinado). La producción de madera para usos sólidos implica un manejo distinto al expuesto, con menor número de plantas y más intensivo en mano de obra. Se requiere preferentemente madera libre de nudos y árboles individuales de diámetros grandes que permiten obtener productos de alto valor como vigas para construcción, tablas para muebles, o enchapados o revestimientos de madera “*clear*”. Si bien es cierto que no todas las especies de árboles generan madera con alta aptitud para este tipo de uso (por ejemplo, las maderas destinadas a ser aserradas y producir tablas no deben torsionarse o rajarse, o para formar vigas deben tener determinada resistencia mecánica) es seguro que el manejo forestal es imprescindible para poder generar productos de mayor valor agregado en aquellas que sí poseen aptitud. Asimismo, hoy existen tecnologías industriales -desde el secado de la madera hasta la fabricación de vigas laminadas, por poner

algunos ejemplos-, que permiten optimizar casi cualquier producto maderero. Ahora bien, el manejo silvícola necesario para producir madera con alto valor individual -y que es, por ende, potencialmente aplicable a sistemas de producción de menor escala-, es compatible con la generación de condiciones ambientales en el monte que permiten el desarrollo conjunto de otras formas de vida, junto a los árboles. Más allá de las posibles ventajas ambientales que podrían tener estos sistemas (menor consumo de recursos, mantenimiento de algunos componentes de la biodiversidad natural), los sistemas mixtos de producción agroforestales o silvopastoriles son vislumbrados como una alternativa productiva en la región pampeana que, si bien es potencialmente apta para cualquier tipo de desarrollo forestal, en ella esta potencialidad ha encontrado freno históricamente ya sea por causas culturales, de uso alternativo del suelo, etc.

El manejo silvícola y la calidad final de nuestro árbol

El manejo silvícola que busca generar madera de alta calidad para usos sólidos requiere de 2 ó 3 intervenciones de raleo (corta de individuos enteros, que se sacan del lote), buscando dejar los mejores árboles y disminuir la competencia por los recursos para ellos. Asimismo, se requiere de podas (corta de ramas verdes de la parte inferior de la copa), procedimiento que permite generar madera libre de nudos y un tronco o fuste más cilíndrico. Estas intervenciones suelen tener distinto costo según el tamaño de los árboles a cortar y la altura de las ramas a podar, por lo que el momento de intervención y la magnitud de la tarea deben ser previamente analizados. Cabe destacar que existen subsidios no reembolsables para algunas de estas tareas, al igual que para la plantación (Ley Nacional N° 25080 y sus posteriores prórrogas).

Como mencionamos, cuando hablamos de raleo forestal estamos definiendo una maniobra que consiste en cortar y extraer árboles de nuestro monte. En general, se practica un primer raleo en una fase temprana del crecimiento buscando dejar aquellos árboles que han crecido a mayor velocidad y expresan una mejor forma en

términos forestales. Es decir, cortamos aquellos árboles de menor tamaño y mala forma, rotos o partidos, lo que también significa que tienen poco o ningún valor económico. Este tipo de intervención se llama raleo por lo bajo (al sacar árboles suprimidos) y no comercial. También es posible aprovechar el momento para cortar los árboles enfermos. Más adelante en el tiempo es necesaria realizar una o dos nuevas intervenciones, para asegurarse de que la competencia entre los individuos no genere pérdidas en el crecimiento. Dependiendo de la tasa de crecimiento de la especie en el sitio en particular, en estas intervenciones es posible encontrar individuos que se corten y que tengan un valor económico. La posibilidad de generar algún negocio con la madera en este estadio intermedio de desarrollo de la forestación nos indicará si es factible realizar un raleo por lo bajo también en esta etapa, o seleccionar los individuos más grandes (raleo por lo alto), o cortar árboles de manera sistemática (por ejemplo, fila por medio en un sistema de distribución de árboles de manera regular). El momento oportuno para cada raleo es aquel en el cual la tasa de crecimiento del monte en su conjunto empieza a caer. En este punto, se empieza a perder productividad por una caída en la eficiencia general en el uso de los recursos disponibles. En ese momento, la extracción de algunos árboles relaja la competencia general y vuelve a incrementar la eficiencia global. El momento al que ocurre esto depende de la tasa de crecimiento de la especie (ej. en términos generales, los eucaliptos y los álamos crecen más rápido que los pinos, pero también tienen mayores requerimientos de sitio) en interacción con las condiciones de sitio en las que está creciendo. Como ocurre con cualquier cultivo, una misma especie y material genético va a crecer más rápido en un suelo profundo, bien drenado y con alto contenido de materia orgánica, que en un suelo somero, anegable, o con baja fertilidad. Por ello, cuanto más rápido crezca la plantación, más pronto en el tiempo va a haber que practicarle un raleo (y también más pronto se va a tener un retorno económico por la cosecha de esa plantación).

Por otro lado, a nivel de árbol, un nudo en la madera es la cicatriz que queda cuando la madera nueva del tronco cubre la herida dejada por la rama. La madera con nudos tiene

menor valor debido a que disminuye su resistencia mecánica y/o dificulta el trabajo posterior de la madera. Mientras menor sea el diámetro de la rama que se poda, más rápido se cicatrizará esa herida y menor será el tamaño del nudo. Y toda la madera nueva que se genere posteriormente a la poda, no poseerá ninguna marca. Ahora bien, los eucaliptos tienen un mecanismo fisiológico denominado autopoda por medio del cual las ramas muertas se desprenden solas del árbol. De manera contraria, los pinos carecen de este mecanismo y es posible observar árboles con muchas ramas muertas adosadas a su tronco. En estos casos la madera nueva se desarrolla alrededor de la rama muerta, quedando un nudo persistente que en muchos casos, se transforma en huecos al caerse el trozo de rama que estaba inmersa en la madera. Esto hace que, si bien siempre es necesaria una poda, el cultivo de eucaliptos sea menos exigente en este aspecto. Cabe destacarse que la poda debe realizarse cuando las ramas están vivas (es decir, cuando tienen la capacidad de producir hojas verdes en todo o algún momento del año), permitiéndole al árbol la capacidad de cierre de la herida que queda.

El manejo silvícola y la capacidad de generar sistemas mixtos de producción

Las intervenciones de poda y raleo nos permiten generar maderas de mayor valor, que, incluso, en un círculo virtuoso, podrían ser manufacturadas regionalmente. Si bien una forestación manejada con estos fines puede maximizar la ocupación del espacio y los recursos atendiendo a la producción de madera, su manejo puede ser modificado -en términos cuantitativos más que cualitativos- de manera de ser compatible con otros sistemas productivos en la misma unidad de terreno. La diferencia entre una producción forestal pura y un sistema mixto es que la primera busca que la mayor cantidad de la radiación solar incidente y de los recursos del suelo (agua y nutrientes) sea capturada por los árboles y transformada en madera (para distintos usos). En los sistemas mixtos, los árboles deben ser manejados de tal manera de que queden recursos libres como para puedan ser utilizados por otros organismos, ya

sean plantas instaladas naturalmente - y los animales que se alimentan de ellas- o cultivos. Los principales recursos del ambiente por los que compiten los organismos son la radiación, el agua y los nutrientes. De la misma manera que un cultivo agrícola que cubre rápidamente el surco también estará compitiendo con el desarrollo de las malezas al interceptarles la radiación (y viceversa), el desarrollo de los árboles es determinante de su capacidad de interceptar radiación en sus copas, y por lo tanto, de disminuir la disponibilidad de luz para las especies que crecen en el sotobosque. Cuantas más hojas por unidad de superficie tenga una planta (i.e. mayor índice de área foliar, IAF), mayor es la cantidad de luz que puede interceptar. Entre dos especies herbáceas, esta competencia puede ser bastante simétrica, ganando la misma aquella especie o individuo que pueda alcanzar una mayor altura en el menor tiempo. Sin embargo, en la competencia entre un

árbol y una especie herbácea, una vez que el árbol supera la altura de la herbácea, la competencia por luz siempre es asimétrica, a favor del árbol. Si se quiere favorecer la presencia y desarrollo de otras especies debajo de los árboles, se debe hacer un esfuerzo de manejo tendiente a mantener el IAF del componente arbóreo siempre por debajo del umbral que permita la coexistencia de ambas formas de vida. Tanto la poda como el raleo actúan en este sentido.

Por otro lado, las plantas no solo compiten por luz, especialmente en ambientes con déficits hídricos y/o nutricionales (en nuestra región, estas condiciones pueden darse no tanto por condiciones climáticas sino por la presencia de suelos someros por afloramientos rocosos o presencia de tosca). En relación a los recursos del suelo, puede existir una competencia más simétrica entre árboles y pastos, e incluso, una ventaja a favor de los últimos en los primeros estadios del

desarrollo de los árboles, momento en el que se requiere el control de las herbáceas alrededor del joven árbol.

Así como ocurren interacciones de competencia por recursos, se pueden dar -incluso al mismo tiempo- interacciones de facilitación de una forma de vida sobre la otra. Los árboles pueden facilitar el desarrollo de especies en el sotobosque, especialmente aquellas más tolerantes a la sombra, al disminuir los extremos térmicos tanto en invierno como en verano, mejorar la estructura y fertilidad del suelo, y mejorar su estado hídrico tanto por la reducción de la demanda evaporativa para la propia planta, como por la disminución de la evaporación de agua del suelo superficial y el aporte potencial de agua por el proceso de "ascenso hidráulico". El resultado de las interacciones de competencia y facilitación va a depender del balance neto entre ellas, que depende del estadio de vida de las plantas, las condiciones climáticas medias y particulares del periodo

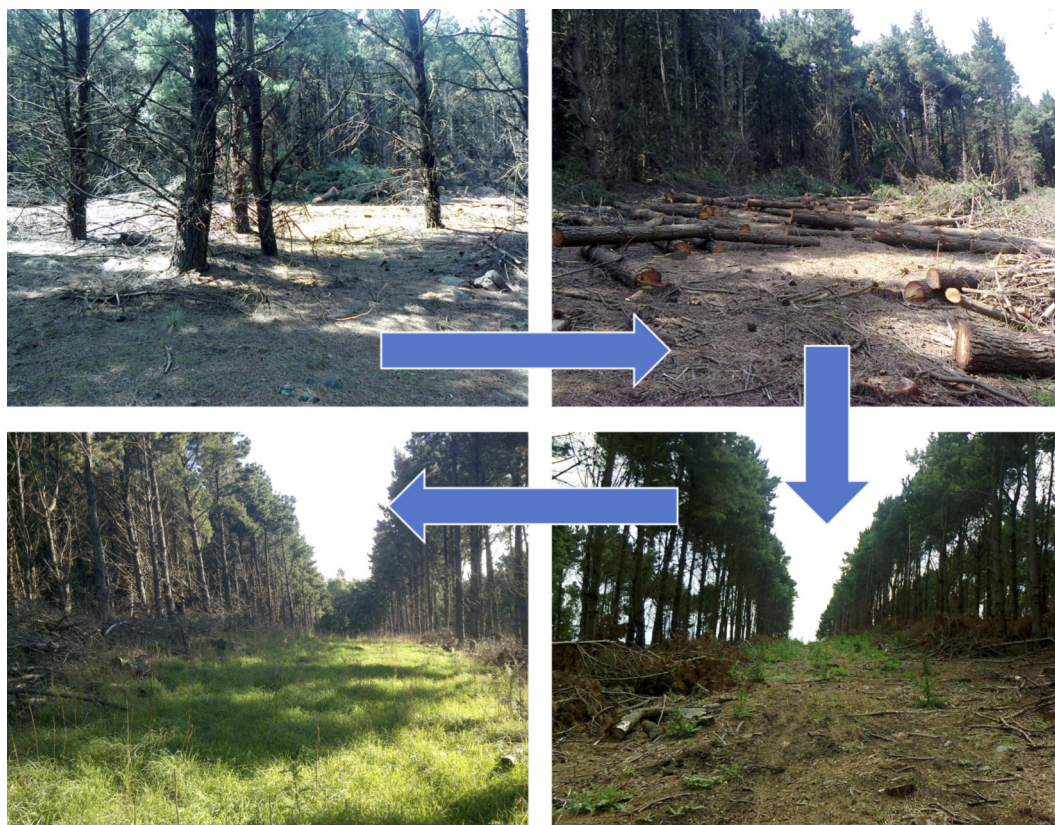


Figura 1 | Transformación de un rodal denso y sin manejo de pino radiata en las sierras de Tandil a un sistema silvopastoral por medio de cortas sistemáticas de filas. Las flechas indican la evolución natural del pasto en el paso del tiempo. Experiencia realizadas en sierras de la Ea. San Lorenzo en conjunto con el Ing. Agr. Pablo Laclau (INTA Tandil).

evaluado, y edáficas del sitio, la fisiología de las especies y por supuesto, el manejo. En términos ecológicos, el mismo debe tener como objetivo final la maximización de las interacciones positivas y la minimización de las negativas, de tal manera de favorecer en el sistema a las especies deseadas y eliminar o mantener a raya (i.e. por debajo de umbrales de daño económico) a las “indeseables”.

Más allá de las interacciones mencionadas entre los componentes vegetales de un sistema mixto o multiestrato, existen infinidad de otras interacciones (ej. con microorganismos simbios, hongos, polinizadores, controladores biológicos de plagas, etc.) que hacen a la diversidad, complejidad y estabilidad de estos sistemas. En este artículo no nos detendremos en ellos, pero no queremos dejar de mencionarlos. Por otro lado, sí queremos detenernos brevemente en una interacción que es clave en los sistemas silvopastoriles, referida al efecto de los árboles

sobre el ganado. Son más que conocidos empíricamente los beneficios de la sombra y abrigo por parte de los árboles sobre los animales de cría, lo que ha justificado la creación de montes de reparo en toda la vastedad de la llanura pampeana por décadas. Estudios científicos muestran que estos efectos son medibles y significativos en el confort animal, y que redundan en mejoras en la producción ganadera, especialmente en situaciones de altas temperaturas (debido al menor estrés calórico). Las olas de calor que se dan cada vez más frecuentemente, y seguirán haciéndolo en el marco del cambio climático, hacen este efecto mucho más importante, e incluso determinante para disminuir las mermas ganaderas. Más allá de este efecto directo sobre el animal, la condición de mediasombra puede modificar, como ya se mencionó, la diversidad de especies forrajeras, la estacionalidad de la productividad, así como también puede elevar su calidad nutricional. Finalmente, como impacto indirecto en el conjunto

del sistema productivo, la producción de árboles -mediante el secuestro de C en su biomasa leñosa y suelos, y la oxidación de metano en sus suelos- puede compensar las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los rumiantes, constituyendo una herramienta central para mitigar emisiones ya sea en el marco de compromisos vinculantes o para explotar nichos de mercado específicos, como por ej. la producción de “carne carbono-neutra”.

Si volvemos al título de la nota, en nuestra región podemos afirmar que la ausencia de plantas debajo de las plantaciones forestales es, en la gran mayoría de los casos, producto de la falta de radiación solar que llega al suelo en plantaciones sin manejo, con altos niveles de cobertura e IAF. En estos sistemas, el manejo de la luz se convierte en el factor central, al menos luego de que los árboles alcanzan a cubrir aproximadamente el 50% del suelo con sus copas.

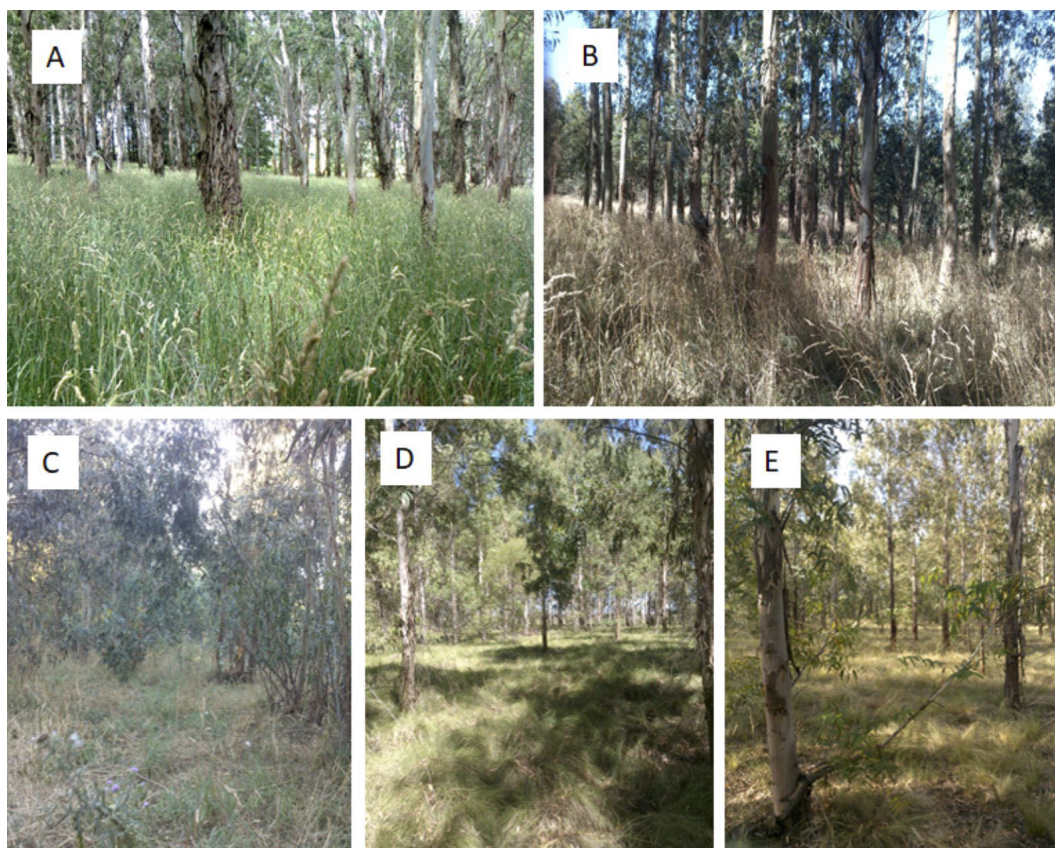


Figura 2 | Pastos creciendo espontáneamente bajo plantaciones de eucaliptos en distintos partidos de la provincia de Buenos Aires: plantación de *E. dalrympeana* (Tandil, **A**), de *E. globulus* (Necochea, **B**) de *E. viminalis* (rebrote en Azul **C**, y dos en Guaminí **D** y **E**).

En este marco, ¿qué sabemos sobre los sistemas agroforestales y silvopastoriles en nuestra región?

Cuando los árboles se combinan con cultivos agrícolas se habla de sistemas agroforestales, mientras que cuando la actividad complementaria es la ganadería, se conocen como silvopastoriles (o foresto-ganaderos). Los primeros son sistemas con un extenso desarrollo en países tropicales, y si bien existen muchas experiencias en países templados, no tienen la misma magnitud que los silvopastoriles. En nuestra región, más allá del rol de los árboles como cortina rompeviento de lotes cultivados, o más recientemente, para frenar la deriva de agroquímicos, poco se ha explorado la posibilidad de combinar árboles con cultivos anuales, posiblemente por la tendencia a la simplificación que han tenido las explotaciones agrícolas en las últimas décadas. De hecho, la introducción del árbol en el sistema, más allá de todas las ventajas posibles, agrega complejidad no solo ecológica, sino también de manejo. Por otro lado, la posibilidad del desarrollo de sistemas silvopastoriles se visualiza como más atractiva para la región, especialmente frente a las demandas de desarrollar sistemas climáticamente inteligentes en el marco del cambio climático (adaptables al nuevo clima y con bajas o nulas emisiones de GEI). Para estos sistemas se han desarrollado experiencias interesantes, aunque aún falta mucha más investigación y experimentación adaptativa para optimizar el manejo en nuestros ambientes.

Entre las experiencias desarrolladas localmente, sabemos que si incrementamos la radiación solar que llega al suelo en una plantación de pino radiata en donde no había herbáceas y el suelo estaba cubierto por hojarasca de pino (pinocha), podemos generar un tapiz herbáceo de especies altamente palatables. Una de las experiencias más interesantes fue llevada a cabo por el Ing. Laclau (INTA) en la Ea. San Lorenzo, Pdo. de Tandil (Fig. 1). Allí, se realizó un raleo sistemático en fajas (se cosecharon entre 3 y 5 filas de árboles y se dejaron en pie 2 ó 3 filas de manera alternada). De manera espontánea, en un par de veranos, el espacio que antes estaba

ocupado por los árboles se cubrió de un tapiz herbáceo dominado por festuca y pasto ovillo, ambas especies tolerantes a las condiciones de media-sombra y utilizadas en países como Chile y Nueva Zelanda en sistemas silvopastoriles con pinos. Un patrón similar se observó en las estancias San Luis y San Gabriel, Tandil, donde -a partir de un diseño regular (no en fajas) de los árboles, pero debidamente podados y raleados, se logró desarrollar un tapiz herbáceo de especies forrajeras que son utilizadas para determinados periodos dentro del ciclo global ganadero de los establecimientos.

Las especies naturales de los pastizales de la región con mecanismos fotosintéticos C4, como la paja colorada, se ven desplazadas por especies C3 cuando crecen en un ambiente sombreado. Esta razón biológica explica la presencia de festuca y pasto ovillo, especies no nativas pero presentes en el banco de semilla de los pastizales por su uso en la región, en sistemas forestales ralos o al menos, con suficiente radiación que llega al suelo. El cambio de estos grupos funcionales determina también cambios en los picos de producción de los pastizales naturales, teniendo la posibilidad de producción de pasto en el invierno y la primavera, y reduciendo el pico de verano propio de las C4. Así lo proponen también algunos estudios realizados en ambientes de la Cuenca del Salado ante la introducción de sauces y álamos en ambientes de pastizales donde naturalmente se combinan especies con mecanismos fotosintéticos C3 y C4.

También sabemos que, por la autopoda, la máxima cobertura de copas de las plantaciones de eucaliptos no supera, en promedio, el 60% del espacio mientras que en el caso de los pinos, alcanza alrededor del 80% de espacio aéreo. Esto no significa que podamos generar un sistema silvopastoril con eucaliptos a máxima densidad y sin manejo, pero sí sabemos que, aún bajo estas condiciones, es posible tener un tapiz herbáceo (Figura 2). Por el contrario, en un pinar sin ningún tipo de manejo, inexorablemente se elimina el tapiz herbáceo por la alta cobertura que alcanzan los pinos. Algo similar a los eucaliptales ocurre con las plantaciones con álamos, en donde su carácter de caducifolio permite la llegada de radiación solar durante el invierno. En estos sis-

temas, la producción forrajera de festucas no se vio limitada por la sombra aunque sí por la cantidad de hojas que se acumulan en el suelo (esta se puede encontrar en el estudio de Clavijo et al. 2010, DOI 10.1007/s10457-010-9329-4). En este sentido, la presencia de ganado puede ser importante en el otoño para disminuir este efecto.

Ahora bien, que existan forrajeras no quiere decir que toleren el pastoreo. La sombra limita la fijación de carbono y con ello, la acumulación de reservas. Por este motivo, estos pastizales toleran altas intensidades pero poca frecuencia de corte. Así, los sistemas silvopastoriles podrían ser claves para ser usados en determinados momentos del año, ya que podrían ampliar la disponibilidad de forraje combinando pastizales conformados por distinta composición de especies. Lamentablemente, este aspecto no es tenido en cuenta en los programas de mejoramiento o de manejo de pasturas y pastizales en donde, simplemente, la sombra no es un factor de análisis, requiriéndose estudios específicos. Más allá de la cantidad de forraje, en general se observa un aumento de la calidad que en algunos casos compensa las diferencias de productividad, logrando los sistemas silvopastoriles una mayor carga animal que los pastizales a cielo abierto. Este efecto fue significativo en sistemas silvopastoriles con pinos de baja densidad de plantación (aprox. 350 árboles/ha.) en las sierras de Córdoba (Tesis Doctoral de S. Fiandino, UNRC).

A manera de cierre, la presencia de árboles genera cambios en la distribución y cantidad de recursos que necesitan las plantas para crecer. Así, el manejo forestal determina tanto la calidad del producto maderero como la posibilidad de que otras especies vegetales de interés puedan crecer de manera conjunta. En el marco de nuestro sistema productivo agrícola-ganadero, en donde también tenemos una variación ambiental importante (bajos dulces y salinos, presencia de tosca y afloramientos rocosos), este tipo particular de sistemas podría actuar como una herramienta estratégica de manejo para determinados ambientes y momentos del año. Nos falta aprender cosas, pero sabemos que estos sistemas no son una hipótesis teórica, sino que aportan ventajas que hoy podemos identificar, cuantificar y optimizar.

