



**GUÍA**  
PRÁCTICA  
PARA ESTABLECER  
**SISTEMAS SILVOPASTORILES**  
EN LA PENÍNSULA DE AZUERO DE PANAMÁ



**Jacob L. Slusser, Jorge Gutiérrez, Saskia Santamaría**



**SISTEMAS SILVOPASTORILES**  
EN LA PENÍNSULA DE AZUERO DE PANAMÁ

Jacob L. Slusser  
Jorge Gutiérrez  
Saskia Santamaría

2022

# Contenido

| PÁGINA |                                                                  |
|--------|------------------------------------------------------------------|
| 6      | Agradecimientos                                                  |
| 8      | Prefacio                                                         |
| 10     | Resumen                                                          |
| 12     | Introducción                                                     |
| 20     | Planificación del manejo de la finca                             |
| 22     | Cinco componentes para establecer un sistema silvopastoril (SSP) |
| 26     | I Protección de las fuentes de agua                              |
| 29     | Preparación del sitio                                            |
| 35     | Establecimiento                                                  |
| 36     | Monitoreo                                                        |
| 40     | Manejo                                                           |
| 41     | Costos                                                           |
| 43     | II Acueducto ganadero                                            |
| 50     | Diseño del acueducto ganadero                                    |
| 56     | Establecimiento                                                  |
| 60     | Monitoreo                                                        |
| 60     | Manejo                                                           |
| 60     | Costos                                                           |
| 63     | III Banco de forraje                                             |
| 75     | Preparación del sitio                                            |
| 76     | Establecimiento                                                  |
| 80     | Monitoreo                                                        |
| 80     | Manejo                                                           |
| 81     | Costos                                                           |
| 83     | IV Mangas pequeñas intensivas                                    |
| 92     | Preparación del sitio                                            |
| 96     | Establecimiento                                                  |
| 100    | Monitoreo                                                        |
| 100    | Manejo                                                           |
| 101    | Costos                                                           |
| 103    | V Árboles en potreros                                            |
| 107    | Preparación del sitio                                            |
| 119    | Establecimiento                                                  |
| 122    | Monitoreo                                                        |
| 122    | Manejo                                                           |
| 128    | Costos                                                           |
| 129    | Consideraciones finales                                          |
| 130    | Bibliografía                                                     |

Fotografías:  
Jacob L. Slusser  
Leonel Ríos  
Eli Wittum  
Jorge Gutiérrez  
Emily Webster

Diseño gráfico:  
Lina Rada

Revisión:  
Alicia Calle, Leonel Ríos & Samuel Valdés

© Environmental Leadership & Training Initiative (ELTI)  
301 Prospect Street  
New Haven, CT 06511  
Tel: (1) 203-436-9246  
<https://elti.yale.edu/>

ISBN Panamá: 9789962170433

# Agradecimientos

Esta guía fue desarrollada por la Iniciativa de Liderazgo y Capacitación Ambiental (ELTI, por sus siglas en inglés), un programa global de desarrollo de capacidades de la Escuela Forestal en la Escuela del Medio Ambiente (YSE, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Yale. ELTI se creó en 2006 con el generoso apoyo de Arcadia, un fondo filantrópico de Lisbet Rausing y Peter Baldwin. La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) alberga a ELTI en Panamá y brinda un apoyo sustancial para facilitar las actividades del programa a través de su Laboratorio de Achotines y su reserva forestal.

La Fundación Conservación, Alimentos y Salud (Conservation Food and Health Foundation o CFH, por sus siglas en inglés) proporcionó fondos para el proyecto durante el cual se desarrolló esta guía: ***Empoderando a los productores para apoyar los medios de vida mediante la restauración de los servicios ecosistémicos en la Cuenca del río La Villa de Panamá***. El objetivo de este proyecto de dos años fue desarrollar la capacidad de los productores y extensionistas de la Cuenca del río La Villa para adoptar prácticas de restauración ecológica y establecer sistemas silvopastoriles. Debido a la pandemia de COVID-19, ELTI reemplazó muchas de las capacitaciones grupales en persona con capacitaciones individuales y orientación personalizada para garantizar el distanciamiento social. ELTI desarrolló esta guía para proporcionar a los participantes del proyecto recursos técnicos adicionales.

Queremos resaltar el valioso apoyo recibido de la Dra. Eva Garen (Directora e Investigadora Principal de ELTI) para producir esta guía y agradecer especialmente a la Dra. Alicia Calle (ex Coordinadora del Programa de Liderazgo de ELTI), a Leonel Ríos, MSc. (Investigador en Ganadería, Pastos y Forrajes en el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá - IDIAP) y a Samuel Valdés, MBA (Presidente de la Red de Reservas Naturales Privadas de Panamá - RRNP) quienes brindaron revisiones en profundidad.

También queremos agradecer a los miembros de la Asociación de Productores Pecuarios y Agrosilvopastoriles de Pedasí (APASPE) quienes fueron los primeros en adoptar los sistemas silvopastoriles en la Península de Azuero. En particular, queremos agradecer a Belgis Madrid, Zoilo “Yuni” Vergara, Odielca “Odi” Solís, Dolores “Loli” Solís, Manuel “El Maestro” Cedeño y Clímaco “Kima” Barrios. Su entusiasmo y dedicación por implementar métodos ecológicos de ganadería sostenible proporcionó las experiencias prácticas en las que se basa esta guía. Sus esfuerzos también iniciaron el desarrollo de y crearon conciencia sobre un movimiento ganadero sostenible en la región.



Zoilo “Yuni” Vergara, un pionero de la reforestación con especies nativas en fincas.

También agradecemos al Programa de Pequeñas Donaciones (SGP, por sus siglas en inglés) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) de Panamá por brindar el apoyo financiero para dos proyectos silvopastoriles a través de los cuales los miembros de APASPE establecieron sus fincas modelo.

Agradecemos a la Dra. Alicia Calle por su ayuda en la coordinación del primer proyecto silvopastoril que condujo a la fundación de APASPE y al establecimiento de las primeras fincas modelo. También agradecemos al Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), organización socia de ELTI en Colombia, por brindar las capacitaciones iniciales sobre sistemas silvopastoriles durante el primer proyecto y por su orientación técnica durante los proyectos posteriores. Además, estamos agradecidos con el Programa de Respuesta del Cuerpo de Paz de los Estados Unidos que proporcionó varios voluntarios para trabajar directamente con ELTI y los miembros de APASPE para brindar asistencia técnica y garantizar la implementación exitosa de estos proyectos durante la última década.

Finalmente, dedicamos esta guía a la memoria de Zoilo “Yuni” Vergara, un pionero de la reforestación con especies nativas y uno de los primeros miembros de APASPE en establecer una finca modelo silvopastoril. Él también fue un querido co-facilitador de los cursos de campo de ELTI en Panamá durante muchos años. Que su legado viva a través de las acciones positivas que tomó y las personas a las que inspiró.

# Prefacio

Esta publicación es la primera guía técnica para apoyar el establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP) en la Península de Azuero de Panamá, una región donde la cultura y las tradiciones de uso de la tierra están definidas por siglos de práctica de ganadería convencional. La ganadería convencional es expansiva, carece de árboles y causa una extensa deforestación y degradación de la tierra. Afortunadamente, los productores de la región están comenzando a implementar alternativas sostenibles, incluidos los sistemas silvopastoriles. La información en esta guía llega en un momento oportuno para inspirar y apoyar a los productores a adoptar prácticas ganaderas más sostenibles que ayuden a restaurar los servicios ambientales de la región y mejorar los medios de vida y la cultura.

Esta guía se basa en una década de experiencias de ELTI implementando los primeros proyectos silvopastoriles en la Península de Azuero, en colaboración con la Asociación de Productores Pecuarios y Agrosilvopastoriles de Pedasí (APASPE). Los miembros de APASPE son ganaderos locales del distrito de Pedasí de la provincia de Los Santos que se dedican a promover la restauración ecológica y métodos de ganadería sostenible para mantener sus medios de vida tradicionales. Desde 2009, ELTI ha trabajado con APASPE para implementar proyectos de restauración ecológica y ganadería sostenible con el apoyo financiero del Programa de Pequeñas Donaciones (SGP, por sus siglas en inglés) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés). Los miembros de APASPE también recibieron orientación técnica y apoyo del Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) y el Cuerpo de Paz de los Estados Unidos.

A través de estos proyectos, los miembros de APASPE establecieron una red de fincas modelo silvopastoriles y se convirtieron en efectivos comunicadores y promotores de estas innovadoras prácticas. El equipo de ELTI ha integrado varias de las fincas modelo de APASPE en los Sitios Permanentes de Capacitación del programa, los cuales se componen de una red de sitios de investigación, reservas naturales y fincas modelo. Los cursos de campo de ELTI se llevan a cabo en sus Sitios Permanentes de Capacitación para brindar a los participantes oportunidades de aprendizaje experiencial basadas en el lugar acerca de la restauración del paisaje forestal. Estas experiencias contribuyen al contenido de esta guía: un enfoque realista e inspirador para el establecimiento de sistemas silvopastoriles por parte de los productores locales.



La integración de árboles en los potreros es clave para lograr sistemas de producción ganadera más resilientes.

Consideramos que esta guía es un recurso práctico para los productores interesados en desarrollar resiliencia en sus fincas ganaderas mediante la conversión de prácticas convencionales en sistemas silvopastoriles más sostenibles. La guía comienza con una introducción a la crisis ambiental que enfrentan muchos productores en la Península de Azuero y los beneficios económicos y ecológicos que pueden brindar los sistemas silvopastoriles. También describe los procesos y costos involucrados en la preparación, establecimiento, monitoreo y manejo de los cinco componentes principales requeridos para establecer sistemas silvopastoriles. Este conocimiento detallado puede ayudar a los productores a establecer sus propios sistemas silvopastoriles en función de sus necesidades, objetivos y el contexto de su tierra.

Dado que esta guía se basa en las experiencias de pequeños productores de la Península de Azuero, ilustra de forma realista cómo la ganadería, practicada de forma sostenible, puede ayudar a resolver la degradación ambiental y el cambio climático en lugar de ser el motor de estos problemas. Esperamos que este recurso inspire un cambio de paradigma en las prácticas de ganadería convencional en la Península de Azuero y en otros lugares.



Contrario a la creencia de que la sombra mata el pasto, el manejo de los árboles con raleo y poda puede proporcionar una mezcla ideal de sombra y luz solar para aumentar la productividad del ganado y la resiliencia de la finca.

## Resumen

El objetivo de esta guía es presentar una serie de recomendaciones prácticas y técnicas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP) que contribuyan a transformar la ganadería en una actividad más sostenible y resiliente en la Península de Azuero. Asimismo, busca compartir el conocimiento, las ideas, y sobre todo el deseo de ayudar a los productores panameños a alcanzar sus metas productivas de una forma más adaptada a su entorno, sus medios de vida, sus necesidades, y al progreso del país. Además, la guía busca contribuir a la apreciación y conservación de la verdadera riqueza de Panamá –su increíble biodiversidad– para lo cual la participación de los productores ganaderos es fundamental.

Las ideas y metodologías para el establecimiento de los SSP presentadas aquí no son nuevas; de hecho, muchas de ellas han sido implementadas por siglos y en muchos países. Sin embargo, esta guía ha sido diseñada específicamente para orientar a los productores panameños en el proceso de establecer SSP como parte de una estrategia para enfrentar el cambio climático, aumentar la producción ganadera, restaurar ecosistemas degradados y conservar su cultura. La información y fotografías presentadas aquí provienen de la Iniciativa de Liderazgo y Capacitación Ambiental (ELTI, por sus siglas en inglés), que desde 2009 ha trabajado para capacitar y apoyar a ganaderos de la Península de Azuero en la implementación de SSP, previamente desconocidos en la región.

# Introducción

La Península de Azuero es hoy en día una de las regiones más deforestadas de Panamá, en parte como resultado del uso de prácticas ganaderas convencionales (MiAmbiente, 2017). Por ganadería convencional o extensiva se entiende el manejo del ganado en mangas o potreros grandes dominadas por monocultivos de pasto con pocos árboles, con períodos de pastoreo muy prolongados y descansos muy cortos, donde se usan prácticas dañinas como la quema recurrente y la aplicación excesiva de agroquímicos, y donde el ganado bebe directamente en las fuentes de agua (Steinfeld, 2006; Heckadon, 2009). La eliminación de árboles para establecer pastos genera la pérdida de servicios ambientales como la fertilidad del suelo, el almacenamiento de agua y el control natural de plagas (Connelly, 2006; Steinfeld, 2006). Esta degradación de los recursos naturales implica que los productores deben reemplazar los procesos ecológicos que la naturaleza genera de forma gratuita, con agroquímicos y fertilizantes sintéticos, lo cual tiene un alto costo económico y social. Todas estas prácticas asociadas a la ganadería convencional la convierten en una amenaza para el ambiente, la economía, y sobre todo para la salud tanto de quienes participan en las actividades productivas como de las familias que buscan mejorar sus condiciones de vida.

Este reto se hace aún más difícil dadas las condiciones climáticas cada vez más impredecibles, en especial en la región de Azuero donde en la última década se ha registrado una reducción marcada en la precipitación (Consejo Nacional del Agua, 2018). A medida que la estación seca o “verano” se extiende, la baja precipitación, la escasez de pastos y la disminución en el flujo de agua actúan de manera conjunta reduciendo la productividad y aumentando la mortalidad del ganado (Cortez, 2015; Ríos, 2019). Aunque la opción lógica sería suspender la ganadería por su bajo aporte económico y social y su alto costo ambiental, prohibir una actividad con un arraigo cultural de cientos de años en la región resulta impensable. Un vistazo a las tradiciones folclóricas de Azuero –los juegos de toros, los desfiles con carretas haladas por bueyes, las matanzas, las competencias de lazo y las canciones inspiradas en el campo– revela la importancia de la ganadería en la cultura regional. Por lo tanto, eliminar la ganadería implicaría una pérdida significativa para la cultura panameña. Reconociendo que la ganadería convencional genera un impacto



Las sequías prolongadas en la región de Azuero hacen que los sistemas convencionales sean muy vulnerables.



Los juegos de toros y competencias de lazo están fuertemente arraigados en la cultura de la región de Azuero.

Los árboles y arbustos proveen una mayor diversidad de nutrientes que los pastos, lo que se refleja en una mayor producción de leche y carne.

ambiental severo a cambio de unos rendimientos modestos, es necesario entonces buscar alternativas que permitan mantener la ganadería sin generar impactos ambientales. Además, es importante atender la preocupación de muchos productores mayores por la falta de interés de los jóvenes por el campo y su migración hacia áreas urbanas (Slusser & Santamaría, 2016), factores que contribuyen a la desconexión de muchas personas con las zonas rurales y el origen de sus alimentos.

Una alternativa a las prácticas ganaderas convencionales son los sistemas silvopastoriles (SSP), que son una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de especies leñosas perennes (árboles o arbustos), e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral (Pezo & Ibrahim, 1999). Como un tipo de sistema agroforestal, los SSP se basan en la premisa de que el ganado no sólo se alimenta de pastos sino también de las hojas y frutos de arbustos y árboles (Harvey, 1999; Garen et al. 2011) cuyos forrajes tienen un alto contenido de proteínas,

nutrientes y minerales que una dieta de sólo pasto no puede brindar (Rice & Greenberg, 2004). Aunque los SSP pueden incrementar la producción de leche y carne, también permiten diversificar la finca, aumentando su valor agregado y aprovechando todo el uso de la tierra. Estos sistemas son particularmente atractivos porque permiten a los productores mantener e incluso mejorar sus medios de vida tradicionales de una manera más sostenible y amigable con la naturaleza. Con un manejo adecuado, los SSP pueden contribuir a aumentar la producción y rentabilidad de la finca, recuperar los servicios ambientales y liberar las zonas más frágiles para la conservación y recuperación de bosques (Slusser et al. 2015). Además de apoyar la biodiversidad, los árboles brindan beneficios económicos al ganadero: previenen la erosión, mejoran la fertilidad y humedad de los suelos, aumentan la calidad y cantidad de agua, reducen las temperaturas en los potreros, y proveen maderas, forrajes y frutas (Murgueitio et al. 2011). Más importante aún, los SSP son un método eficaz para combatir el cambio climático a través de la captura de carbono natural en los árboles y suelos de los paisajes ganaderos (Amézquita et al. 2010).



Además de las anteriores ventajas, los SSP también tienen beneficios económicos porque le permiten al productor lograr ahorros importantes en sus gastos de producción. Los SSP requieren un menor uso de agroquímicos, fertilizantes, suplementos y concentrados que los sistemas convencionales, donde el productor prácticamente depende de la compra de estos insumos (Murgueitio et al. 2011). Pero quizás el ahorro más importante se da en términos de la salud del productor y su familia, pues la finca se convierte en un ambiente sano donde se producen alimentos saludables para el autoconsumo y la venta, y se disminuye el riesgo de enfermedades como el cáncer que están asociadas al uso incorrecto de agroquímicos. Con menos gastos y un sistema más productivo y resiliente, el productor se hace menos dependiente de las fluctuaciones de los mercados y no tiene la presión de alquilar sus potreros o vender sus animales a un bajo precio por escasez de agua o pasto. Sin embargo, pese a los múltiples beneficios, el uso de los SSP en Panamá es aún muy limitado debido, entre otras razones, a la falta de información, los requisitos de mano de obra, la necesidad de un manejo riguroso y constante, y sobre todo a la fuerte inversión inicial requerida para su establecimiento (Slusser et al. 2014).

Con el fin de divulgar prácticas alternativas de producción y promover la restauración de paisajes ganaderos, ELTI viene trabajado desde 2009 para capacitar a los productores de Azuero en el uso de SSP. Hasta la fecha, ELTI ha capacitado a más de 600 personas a través de 35 cursos en campo sobre restauración ecológica y ganadería sostenible que se han llevado a cabo en diferentes Sitios Permanentes de Capacitación ubicados en el Distrito de Pedasí. Los sitios son una red de propiedades que cuentan con áreas de demostración, senderos interpretativos y fincas modelo, donde los datos de producción y restauración son registrados, sintetizados e integrados en el currículo de los cursos y los materiales de capacitación. Los cursos en campo ofrecidos en los Sitios Permanentes de Capacitación de ELTI son co-facilitados por personal de ELTI y productores locales, en su mayoría exalumnos, lo que permite integrar el conocimiento local y comunicar los beneficios de la restauración de manera más efectiva al público objetivo.

A lo largo de estos años, ELTI ha apoyado a tres organizaciones locales en la obtención de fondos y la implementación de los primeros proyectos

Foto página anterior arriba: Una comparación visual entre un potrero convencional con solo pasto y un SSP intensivo que integra pasto, arbustos forrajeros y árboles y palmas de frutas, lo cual también aumenta la producción ganadera y conserva los suelos.

Foto página anterior abajo: Los árboles ayudan a reducir la temperatura de los pastos, mejorando el bienestar del ganado y manteniendo la humedad del suelo.

silvopastoriles en la Provincia de Los Santos: la Asociación de Productores Pecuarios y Agrosilvopastoriles de Pedasí (APASPE), el Grupo de Productores Ecológicos Sembremos Un Árbol Vivamos Mejor (SAVIM) y la Asociación de Productores de Leche de Pedasí. La información incluida en esta guía proviene en buena parte de los ensayos exitosos y fallidos, las mejores prácticas implementadas, y las lecciones aprendidas a lo largo de más de diez años de implementación de SSP con pequeños productores en la región.

La experiencia acumulada de ELTI es reconocida por las autoridades nacionales y locales. En 2019, ELTI fue seleccionada para apoyar la implementación del mayor proyecto de ganadería sostenible llevado a cabo hasta la fecha en Panamá mediante un consorcio formado en conjunto con el Grupo para la Educación y el Manejo Ambiental Sostenible (GEMAS) y el Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). El proyecto Medidas de Adaptación al Cambio Climático para la Cría de Ganadería Sostenible en la Cuenca Media y Baja del Río Santa María, financiado por el Fondo de Adaptación e implementado por Fundación Natura, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y el consorcio liderado por GEMAS. Utilizando sus Sitios Permanentes de Capacitación, ELTI capacitó a más de 100 productores del proyecto en buenas prácticas de restauración ecológica y SSP, ayudándolos a elaborar sus planes de manejo de finca. Esperamos que esta guía sea de utilidad para todos los ganaderos de Azuero y otras regiones que buscan lograr la reconversión de sus fincas implementando prácticas más productivas y amigables con el medio ambiente.



Participantes e implementadores del proyecto Medidas de Adaptación al Cambio Climático para la Cría de Ganadería Sostenible en la Cuenca Media y Baja del Río Santa María.



Los participantes aprenden sobre ecología forestal dentro de uno de los sitios de demostración de ELTI.



Los participantes aprenden sobre los sistemas silvopastoriles de una productora local y miembro de APASPE dentro de su finca.

# Planificación del manejo de la finca

La planificación del manejo de la finca es fundamental antes de implementar las diferentes actividades silvopastoriles que se mencionan en esta guía porque proporciona una hoja de ruta de cuándo, dónde y cómo facilitar actividades y mejoras tecnológicas. Esto requiere adoptar un enfoque metódico para comprender las condiciones actuales de una finca, definir la visión a largo plazo, analizar estrategias potenciales y desarrollar acciones para su implementación. Uno de los pasos más importantes es realizar un diagnóstico de la finca a través de una serie de indicadores productivos y ecológicos, que resaltan las fortalezas, debilidades y oportunidades de una finca. Con base en los resultados del diagnóstico, se pueden implementar actividades silvopastoriles específicas para mejorar los componentes de la finca que necesitan más atención.

Los resultados del diagnóstico de una finca en 12 indicadores diferentes ilustrados en una red o telaraña.

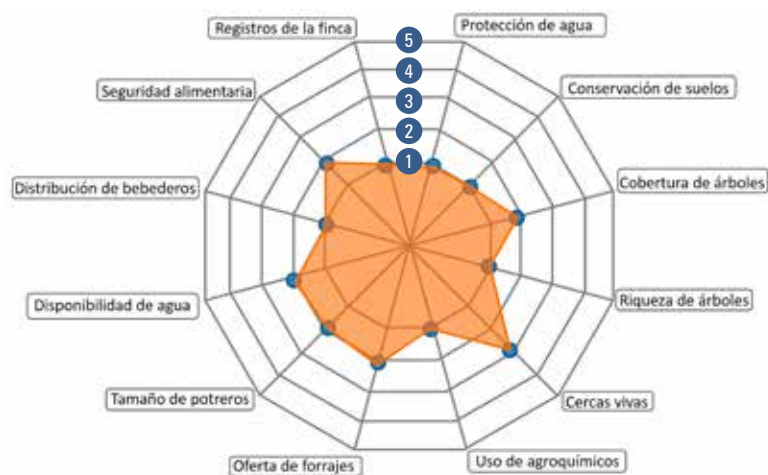


Foto página siguiente: Productores desarrollan sus planes de manejo de finca durante un curso ELTI, calificando 12 indicadores diferentes usando una escala del 1 al 5 (1 es insostenible y 5 es sostenible).





Una finca modelo silvopastoril con los cinco componentes principales para lograr una ganadería sostenible.

## Cinco componentes para establecer un sistema silvopastoril (SSP)

La principal diferencia entre un SSP y un potrero convencional es que el SSP integra árboles y arbustos además de los pastos. Si bien desde lejos el SSP puede parecer “monte” o una “finca de viuda”, estos sistemas son entre tres y cinco veces más productivos y rentables que los potreros convencionales de sólo pasto, con la ventaja adicional de que mantienen una producción constante incluso durante las sequías prolongadas (Murgueitio et al. 2011). Basada en su experiencia con productores panameños, ELTI ha identificado cinco componentes principales para el establecimiento de SSP: **(1) la protección de las fuentes de agua; (2) el acueducto ganadero; (3) los bancos de forraje; (4) las mangas pequeñas intensivas; y (5) los árboles en potreros.** En las siguientes secciones se explica cada uno de estos componentes: su preparación, establecimiento, monitoreo, manejo y costos (en USD).

## Cronograma de actividades para el establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP)

|                                                                                                       |                  |                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estación seca      | Enero – abril    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir terreno para mangas pequeñas y sistema de agua</li> <li>• Establecer sistema de agua</li> </ul>                                |
| Previo a la estación lluviosa                                                                         | Mayo             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar cercas para mangas pequeñas y protección de áreas ribereñas</li> </ul>                                                       |
| Estación lluviosa  | Junio            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de tierras para plantar (medición y limpieza)</li> </ul>                                                                 |
|                                                                                                       | Julio            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantar árboles y arbustos forrajeros</li> <li>• Plantar arbustos para banco de forraje</li> <li>• Sembrar pasto mejorado</li> </ul> |
|                                                                                                       | Agosto – octubre | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resiembra de árboles, arbustos y pastos (si fuese necesario)</li> <li>• Mantenimiento de siembras</li> </ul>                         |
|                                                                                                       | Noviembre        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilización de árboles, arbustos y pastos</li> </ul>                                                                               |
| Previo a la estación seca                                                                             | Diciembre        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar y/o dar mantenimiento a las cercas y sistema de agua</li> </ul>                                                              |

Este cronograma indica las actividades que deben realizarse a lo largo del año para el establecimiento de los cinco componentes de los sistemas silvopastoriles (SSP). Consulte este cronograma después de leer cada uno de los cinco capítulos.

Finalmente, es importante mencionar que durante nuestra experiencia de más de una década ayudando a los productores de Azuero a establecer sistemas silvopastoriles, los agroquímicos se han utilizado de manera muy limitada y siempre de acuerdo con sus indicaciones. Si bien de ninguna manera estamos promoviendo el uso de agroquímicos, reconocemos que los agroquímicos se usan comúnmente en los sistemas de cría de ganado. Entonces, en lugar de prohibir los agroquímicos, lo cual es poco realista, nuestras capacitaciones han adoptado un enfoque más razonable, demostrando a los productores que, si los sistemas se establecen y manejan correctamente, los agroquímicos rara vez se necesitan a largo plazo, ya que la función ecológica reintegrada mantiene el equilibrio del sistema. Por lo tanto, en esta guía les proporcionamos tanto enfoques agroquímicos limitados como alternativas ecológicas, de modo que quienes lean esta guía puedan tener la libertad de decidir cómo establecer los sistemas silvopastoriles en sus fincas.



PROTECCIÓN DE  
LAS FUENTES DE AGUA



El río La Villa, cuyas orillas están protegidas por bosques de galería. Estos actúan como zona de amortiguamiento para proteger la fuente de agua de la erosión y la contaminación debido a los agroquímicos usados aguas arriba.



Un bosque de galería establecido sin necesidad de reforestar, simplemente mediante la protección del área y la regeneración natural.



Reforestación de una fuente de agua. El sitio ha sido protegido con una cerca de alambre, pastoreado por el ganado y limpiado para controlar el pasto. Además, para establecer un bosque de galería, se plantaron algunos plantones.

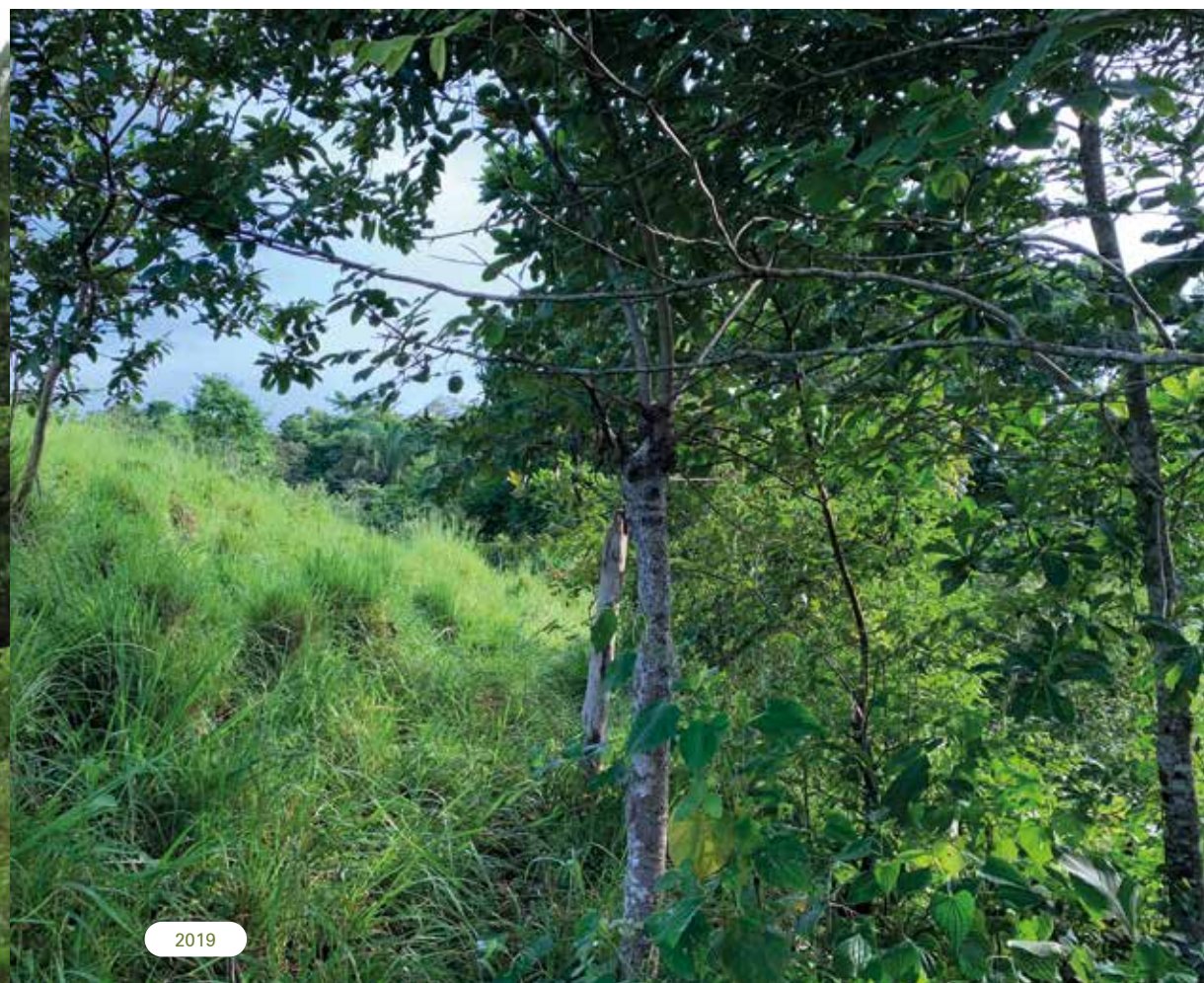
Para lograr su meta principal de producir carne y leche, un ganadero necesita tener agua siempre disponible para sus animales. El agua es como el corazón de la finca: sin ella, las otras partes de la finca son vulnerables. Una finca que no tiene sus fuentes de agua (pozos, abrevaderos, quebradas, ríos) protegidas, siempre estará en riesgo. Por ello es tan importante establecer o enriquecer las franjas de amortiguamiento entre los potreros y las fuentes de agua a fin de reducir la erosión, la contaminación y pérdida de agua por evaporación.

Según la Ley Forestal (Decreto de Ley 1, 1994) Artículo 23, en Panamá es obligatorio dejar una franja de bosque igual o mayor al ancho del cauce a orillas de los ríos y quebradas, que en ningún caso será menor de 10 metros (Gaceta Oficial - Panamá, 1994). Esta franja actúa como una barrera viva para atrapar sedimentos, estiércol, fertilizantes y agroquímicos de los campos con el fin de evitar la contaminación de la fuente de agua. Además, los árboles con sus sistemas de raíces profundas actúan como esponjas para absorber y almacenar el agua en el suelo, para luego liberarla cuando se necesita durante la estación seca, o “verano”. Por si fuera poco, estos corredores ribereños también sirven como hábitat para muchas especies silvestres y les permiten moverse por el paisaje.

## Preparación del sitio

Establecer una franja de árboles a orillas de un cauce de agua mediante siembras puede ser costoso. Por fortuna, en Azuero muchas fuentes de agua todavía conservan algunos árboles grandes que pueden servir como fuente de semillas y atraer organismos que las dispersan tales como murciélagos, aves, monos y otros mamíferos. Las áreas aledañas a las fuentes de agua suelen tener suelos más fértiles y húmedos, y por lo tanto los árboles crecerán más rápido siempre y cuando estén protegidos. En estos casos, la preparación consiste simplemente en calcular la cantidad de materiales necesarios para establecer una cerca: postes muertos o estacas vivas, alambre, y grapas. También es necesario definir sitios restringidos para que el ganado beba o cruce hacia otros potreros, aunque a largo plazo lo ideal es proporcionar bebederos en todos los potreros para que el ganado nunca beba directamente de las fuentes de agua.

Para decidir si es necesario plantar árboles, lo primero es observar las orillas de la fuente de agua. Si ya existen árboles grandes que provean semillas y hábitat, si hay regeneración natural o arbolitos pequeños creciendo espontáneamente,



Evolución (comparada con la imagen derecha) de la restauración de una franja de amortiguamiento (bosque de galería) que no requirió de reforestación. Se cercó con alambre de púas.

Evolución (siete años después) de la restauración, los árboles formaron un bosque de galería mediante regeneración natural (comparada con la imagen a la izquierda).

o si hay presencia de animales silvestres como aves, murciélagos, y otros mamíferos grandes, no es necesario reforestar. Sin embargo, si ninguno de estos elementos existe en las inmediaciones de las fuentes de agua, será necesario reforestar. Para que la reforestación de las fuentes de agua sea exitosa en una finca ganadera, lo primero que se debe hacer es cercar el área con alambre de púas (mínimo 3 cuerdas) o cuerda eléctrica. La franja de reforestación debe tener al menos 10 metros de ancho alrededor de la fuente de agua para excluir al ganado y limitar su acceso al sitio. El siguiente

paso es eliminar las malezas y pastos, en especial los pastos mejorados que son muy agresivos, para reducir la competencia y facilitar la regeneración natural de los árboles. Para lograrlo se puede hacer un sobrepastoreo con el ganado para aprovechar el pasto. Una opción, aunque menos recomendable, para controlar la competencia antes de plantar o promover la regeneración natural, es hacer una aplicación dirigida de glifosato. Luego se miden las distancias entre plantones, generalmente 6x6 m o más, y se marcan los sitios con estacas de madera (60 cm). Además, es importante hacer control de las



Un área ribereña protegida del ganado para permitir la regeneración natural. Esto requiere un deshierbe regular del pasto para permitir el crecimiento de los árboles.

hormigas arrieras, bien sea con métodos químicos (menos recomendable) o prácticas ecológicas, para evitar que su ataque cause una alta mortalidad de plantones. Un método es deshierbar solo las áreas donde se plantarán los árboles y dejar la vegetación circundante para las hormigas. También sembrar botón de oro cerca de los árboles plantados ayuda a disuadir a las hormigas. Alternativamente, recolectar la tierra de las áreas de desechos de las hormigas y regarla alrededor de los árboles plantados también los protege de la herbívora.

Si el objetivo es reforestar las zonas aledañas a las fuentes de agua donde el ganado no va a tener acceso, es recomendable plantar árboles de crecimiento rápido, en especial árboles leguminosos que bombean nitrógeno en el suelo a través de nódulos en sus raíces, y árboles frutales que generan alimento para las personas y los animales. Es preferible no plantar árboles maderables para evitar la tentación de cortarlos en el futuro. La Tabla 1.1 presenta un listado de especies de árboles nativos recomendadas para reforestar fuentes de agua en Azuero.

Tabla 1.1 Especies sugeridas para reforestar alrededor de fuentes de agua

| Nombre común     | Nombre científico              |
|------------------|--------------------------------|
| Espavé           | <i>Anacardium excelsum</i>     |
| Harino           | <i>Andira inermis</i>          |
| Guanábana        | <i>Annona muricata</i>         |
| Toreta           | <i>Annona purpurea</i>         |
| Berbá            | <i>Brosimum alicastrum</i>     |
| María            | <i>Calophyllum brasiliense</i> |
| Caimito          | <i>Chrysophyllum cainito</i>   |
| Cabimo           | <i>Copaifera aromatica</i>     |
| Satra            | <i>Garcinia intermedia</i>     |
| Guabo cansa boca | <i>Inga punctata</i>           |
| Guabo machete    | <i>Inga spectabilis</i>        |
| Moro             | <i>Maclura tinctoria</i>       |
| Níspero          | <i>Manilkara zapota</i>        |
| Coral            | <i>Ormosia macrocalyx</i>      |
| Quira            | <i>Platymiscium pinnatum</i>   |
| Jobo             | <i>Spondias mombin</i>         |



Plantar plantones bien desarrollados es clave para una alta supervivencia y un crecimiento rápido antes de que llegue la estación seca.



Antes de plantar los plantones, el área debe estar bien protegida del ganado con cercas de alambre de púa.

## Establecimiento

Como se mencionó antes, muchas fuentes de agua todavía conservan algunos árboles grandes que pueden servir como fuente de semillas y por eso es importante preguntarse primero si es necesario reforestar, lo cual es muy costoso y a veces no tan eficaz como la regeneración natural. Si no hay árboles cerca de la fuente de agua, será necesario reforestar. La siembra de árboles se debe planear para el mes de julio, después del “veranito de San Juan”, y antes del 15 de agosto. Se deben utilizar plantones de mínimo 40 cm de alto y aclimatados, es decir, que ya hayan recibido sol directo al menos por una semana. Todos los materiales deben estar disponibles para la siembra: la pala coca, la coa, los plantones, el fertilizante, y saco de materia orgánica (tierra negra del bosque). Para plantar los plantones en los potreros, es necesario primero romper la capa dura de tierra causada por la compactación del suelo y hacer un hoyo de mínimo 30 cm. Es importante reemplazar la tierra degradada

del hoyo con materia orgánica y/o tierra negra del bosque porque ésta contiene organismos benéficos para inocular y mejorar el suelo lo que ayudará al crecimiento de los árboles. Para fertilizar, se pueden agregar cuatro onzas (o un tercio de una lata de soda o cerveza) de fertilizante granulado NPK 12-24-12 (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), abono orgánico o estiércol, pero siempre dejando al menos 3 cm entre el abono y las raíces para evitar el contacto directo, lo cual quema las raíces.

Para plantar el plantón, es importante retirar con cuidado la bolsa negra y asegurarse de que las raíces no estén enredadas (creciendo en círculo en el fondo de la bolsa). Si es así, hay que podar las raíces cortando el último centímetro de tierra y raíces del cepellón (tierra pegada a las raíces para facilitar el trasplante). Asegúrese de que el plantón quepa en el hoyo, para que no quede sembrado ni demasiado profundo ni demasiado por encima del suelo. Cuando el plantón esté colocado correctamente, separe la tierra extraída del hoyo para que pueda usarse para rellenar los lados del hoyo, llenando los espacios de aire y sosteniendo el cepellón del plantón. Asegúrese de que la tierra esté bien compactada, de modo que el plantón se mantenga erguido cuando comience a asentarse. Para retener la humedad del suelo y evitar el crecimiento de malezas, se puede usar un “mulch” o mantillo alrededor de la base del plantón; esto es muy efectivo para retener la humedad en el suelo y evitar malezas. El mantillo se puede hacer con materia orgánica (pasto seco, hojas, etc.) o con cartón, que puede durar hasta un año y se consigue sin costo. Si se van a integrar cultivos, éstos se siembran antes o al mismo tiempo que los árboles según el cultivo, y la siembra se hace en altas densidades dentro de los surcos. Combinar cultivos con árboles puede ser una estrategia efectiva para marcar los sitios de siembra, utilizar la tierra de forma eficiente, y aprovechar las labores de mantenimiento.

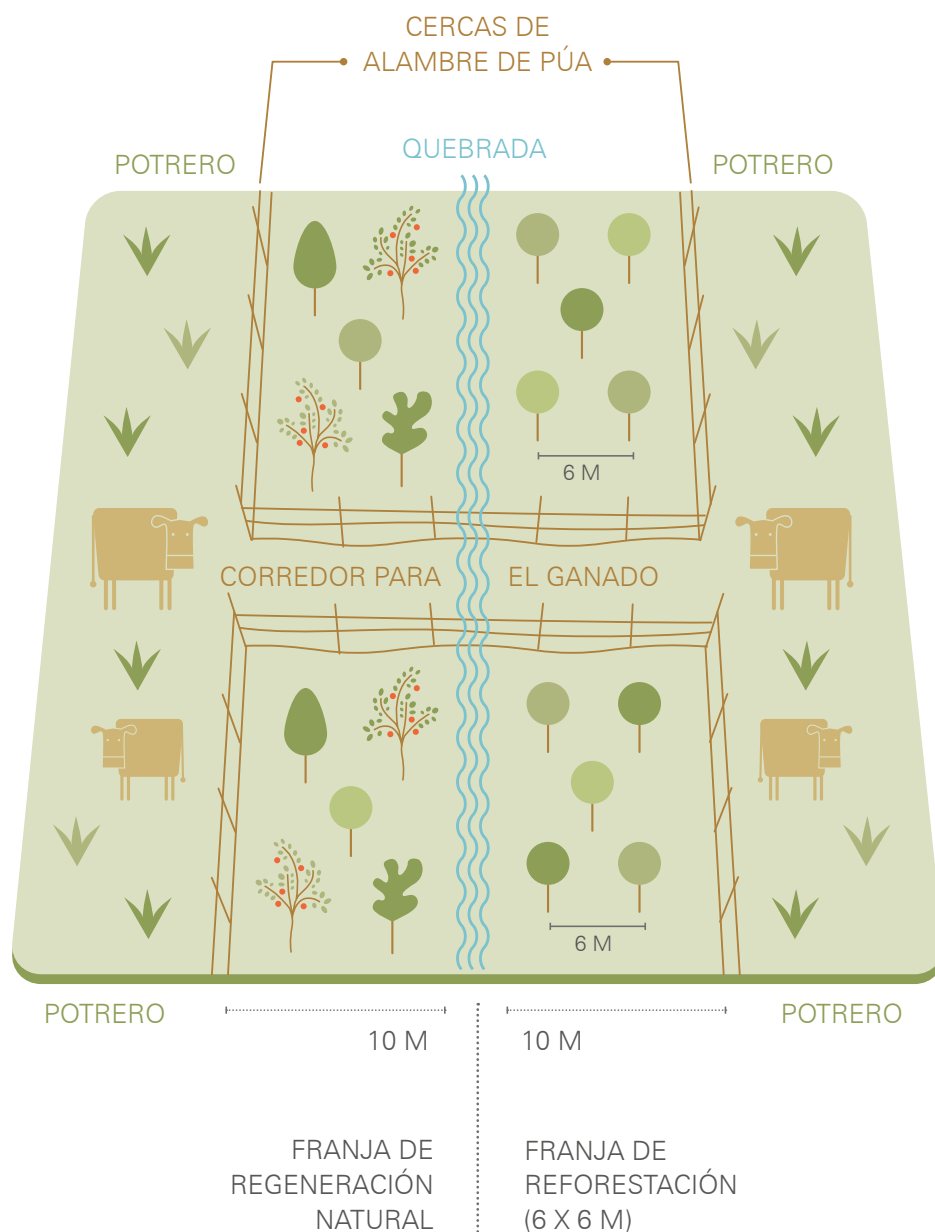
## Monitoreo

Para evitar que el ganado dañe los árboles, especialmente durante la estación seca cuando los pastos se secan y la poca vegetación verde se concentra en las franjas de siembra, es importante hacer una inspección y reparación periódica de las cercas. Si la cerca está en buen estado, pero la regeneración natural no se da o las especies deseadas no llegan en unos tres años, probablemente será necesario reforestar. Una vez iniciada la reforestación, es importante inspeccionar los árboles para detectar ataques de plagas, especialmente de hormigas arrieras. También es clave regar los árboles si la estación seca se prolonga más de lo normal. Finalmente, el uso de cortafuegos o rayas es necesario para controlar posibles incendios.



Una serie de fotos que ilustran los diferentes pasos necesarios para plantar un árbol.

# Franjas de amortiguamiento en fuentes de agua



La siembra de forrajes en curvas de nivel, que son líneas perpendiculares a la pendiente. También es muy eficaz para frenar la escorrentía y por lo tanto, evitar la erosión y ayudar a la infiltración del agua.



La limpieza o deshierbe es importante para facilitar el crecimiento del plantón y los cultivos integrados.

### Manejo

El manejo de los árboles, tanto los plantados como los que se regeneran naturalmente, requiere deshierbe y abono. Para el deshierbe se debe cortar un círculo de dos metros de diámetro para eliminar todas las malezas y evitar que se quemen por los incendios de los pastos en verano. Se pueden usar herbicidas, pero se debe usar un escudo de metal o plástico para evitar que la deriva del herbicida afecte negativamente al árbol. Para la fertilización, se recomienda aplicar 100 gramos (o un tercio de una lata de soda o cerveza) de un abono completo (tipo NPK 12-24-12) u abono orgánico dos veces al año (julio y noviembre) durante la época de lluvias o “invierno.” El abono se debe aplicar a 20 cm de distancia del tallo y en el lado alto de la pendiente, si el terreno es inclinado. A medida que aumenta la sombra y mejora la calidad de los suelos, otras especies de árboles con frutos, de mayor porte y larga vida deberían aparecer. Si no es así, es recomendable hacer una siembra de enriquecimiento

con especies que ayuden a conservar el agua, tales como espavé (*Anacardium excelsum*), caimito (*Chrysophyllum cainito*), níspero (*Manilkara zapota*), ceibo (*Hura crepitans*), berbá (*Brosimum alicastrum*), satra (*Garcinia intermedia*) y coral (*Ormosia macrocalyx*).

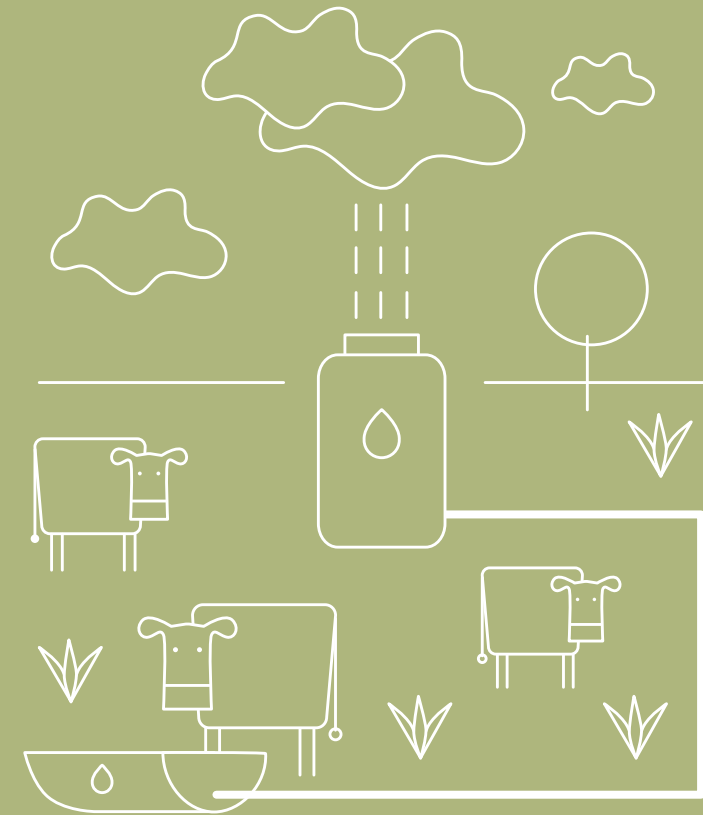
### Costos

La regeneración natural es la manera más económica de aumentar la cobertura arbórea, y muchas veces la más efectiva. La reforestación es mucho más costosa y por lo tanto debe ser la última opción para aumentar la cobertura forestal. La Tabla 1.2 presenta una comparación de los costos de establecimiento de ambas estrategias, reforestación y regeneración natural. Los costos presentados corresponden al establecimiento de una hectárea, y no incluyen gastos de mantenimiento.

Tabla 1.2. Costos de establecimiento para 1 hectárea de regeneración natural vs reforestación

|                               | Reforestación (6 X 6 m) |          |                 | Regeneración natural |          |                 |
|-------------------------------|-------------------------|----------|-----------------|----------------------|----------|-----------------|
| Materiales                    | COSTO POR UNIDAD        | UNIDADES | TOTAL           | COSTO POR UNIDAD     | UNIDADES | TOTAL           |
| Alambre (rollo)               | \$40.00                 | 4        | \$160.00        | \$40.00              | 4        | \$160.00        |
| Grapas (libra)                | \$1.15                  | 3        | \$3.45          | \$1.15               | 3        | \$3.45          |
| Postes muertos                | \$2.00                  | 100      | \$200.00        | \$2.00               | 100      | \$200.00        |
| Plantones                     | \$1.00                  | 277      | \$277.00        |                      |          |                 |
| Fertilizante (medio quintal)* | \$19.00                 | 1.5      | \$28.50         |                      |          |                 |
| Glifosato (litro)**           | \$4.50                  | 2        | \$9.00          |                      |          |                 |
| <b>Gran total</b>             |                         |          | <b>\$677.95</b> |                      |          | <b>\$363.45</b> |

\* Puede ser reemplazado por abono o material orgánico  
 \*\* Puede ser reemplazado por un sobrepastoreo del ganado y/o deshierbe manual



ACUEDUCTO GANADERO

Para una ganadería sostenible, es necesario proveer el agua directamente en cada manga o potrero. Esto evita que el ganado camine largas distancias, lo que reduce el riesgo de estrés calórico y de compactación de los suelos por el pisoteo de los animales.



Mantener una fuente de agua limpia y con un flujo permanente es indispensable para la producción ganadera. La falta de agua pone en riesgo la producción de la finca, en especial durante la estación seca. Cuando un animal se ve obligado a recorrer grandes distancias para beber de una única fuente, se generan múltiples problemas: el animal se deshidrata y sufre estrés calórico por las altas temperaturas; quema calorías adicionales y por lo tanto pierde peso y reduce la producción de carne y leche; el pisoteo genera compactación del suelo y erosión en las zonas con pendientes; además, contribuye a contaminar las fuentes de agua y consume agua contaminada. Por el contrario, el acueducto ganadero es un sistema que lleva agua limpia desde una fuente protegida y de flujo regulado, directamente a los bebederos instalados en cada manga. Esto genera beneficios económicos porque mejora la productividad de la finca y permite una producción sin interrupciones, y además tienen beneficios ambientales porque protege las fuentes de agua y evita la degradación de los suelos. Por estas razones, instalar un sistema de abastecimiento de agua, o acueducto ganadero, es quizás el primer y más importante paso para lograr una ganadería sostenible y resiliente.

**Identificación de la fuente de agua:** Es fundamental hacer una buena planeación del acueducto ganadero para evitar errores que pueden ser costosos de corregir más adelante. Para esto se recomienda consultar con un experto a fin de identificar un sistema que sea adecuado para satisfacer la demanda de agua de la finca y a la vez sea económico. El primer paso es identificar una fuente donde haya disponibilidad de agua incluso al final de la estación seca, en abril y mayo. La fuente para abastecer el acueducto va a variar según la finca, y cada una tiene ventajas y desventajas, como se explica a continuación.

**Cauces naturales:** Sin duda los ríos y quebradas naturales son la fuente más económica, pero la calidad y constancia del agua no siempre son ideales. Para utilizar las fuentes naturales, es necesario asegurar que estén bien protegidas con franjas de árboles para minimizar la escorrentía, y que el ganado no tenga acceso libre al cauce para evitar la contaminación del agua con heces u orina. Para evitar estos problemas, se puede restringir el acceso del ganado a puntos específicos mediante el uso de vados, o emplear un acueducto ganadero que distribuya el agua mediante una bomba que puede ser de ariete, de gasolina o eléctrica (solar).

Foto página siguiente arriba: Permitir el libre acceso del ganado a las fuentes de agua genera problemas graves como la erosión de los cauces y la contaminación del agua.

Foto página siguiente abajo: Es posible utilizar las fuentes naturales sin degradarlas construyendo vados o sitios poco profundos que permiten el acceso del ganado al agua en sitios específicos.





Sistema de cosecha de agua de lluvia que consta de una galera o techo inclinado, una tubería, y un tanque plástico de almacenamiento.

Los abrevaderos son una buena opción siempre y cuando estén protegidos con árboles y cercados, y no se permita el acceso directo del ganado.

**Cosecha de agua de lluvia en tanques:** Si no existen fuentes naturales en la finca, es posible almacenar el agua que se recolecta durante la estación lluviosa para utilizarla en la época seca. Con la ayuda de un techo inclinado y tanques plásticos o flexibles, es posible almacenar un buen volumen de agua durante la época lluviosa. Sin embargo, cosechar y almacenar el agua suficiente para cubrir toda la estación seca requiere no sólo tener un estimado preciso de la demanda total de agua, sino también hacer un manejo cuidadoso que permita sellar el tanque y tratar el agua con cloro para evitar la cría de mosquitos y la proliferación de moho o algas. Todo esto implica una inversión importante.

**Reservorios (Abrevaderos):** Un abrevadero es una excavación hecha con tractor o pala para almacenar el agua de escorrentía o de un ojo de agua. La capacidad de almacenamiento usualmente se limita al agua que cae durante la estación lluviosa, y la duración del agua varía según el ojo de agua, la intensidad del “verano”, el tipo de suelo y la demanda. Lo ideal es construir el abrevadero donde ya existe un ojo de agua o quebrada, pues el agua se acumula allí de manera natural lo que facilita tener un abastecimiento constante. Los abrevaderos deben estar rodeados de árboles para brindar protección contra la erosión y el viento, así como para evitar la evaporación. Los abrevaderos tienen muchas ventajas respecto a otras fuentes de agua, pero hay elementos importantes en su diseño que los hacen más sostenibles. Por ejemplo, un abrevadero de menor área, pero más profundo, va a perder menos agua por evaporación que uno de mayor área, pero con poca profundidad. También

es importante instalar un desagüe para evitar que el exceso de presión o volumen de agua dañen el dique y se pierdan tanto el agua como las horas de excavación.

Los abrevaderos son comunes en Azuero, pero con frecuencia se usan de manera incorrecta porque se permite al ganado tener acceso directo para beber. Esto genera problemas como la contaminación del agua, el aumento en la sedimentación, la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua y en muchos casos, problemas de atascamiento e incluso muerte del ganado. La forma correcta de usar el abrevadero es como un reservorio de agua que se puede llevar al ganado por gravedad o con la ayuda de una bomba. Por lo tanto, el abrevadero debe estar protegido por una franja de árboles de diez metros de ancho rodeada con una cerca hecha con estacones cada 3 m y mínimo 3 cuerdas de alambre de púas, muy similar a como se protege un río o quebrada.

**Pozo profundo:** Otra opción para obtener agua de fuentes subterráneas es un pozo profundo. Para ello es necesario hacer una perforación profunda, instalar una tubería, y bombear el agua a la superficie con la ayuda de una bomba sumergible (gasolina, diésel o turbina eléctrica). Esta solución, si bien permite obtener agua de forma constante, es costosa y existe el riesgo de que la profundidad del agua varíe a largo plazo. Una alternativa a las bombas, que alguna vez fue común en Azuero, es el uso de molinos de viento que aprovechan los vientos alisios de la estación seca para bombear agua sin costos de combustible.

### Diseño del acueducto ganadero

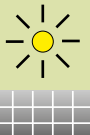
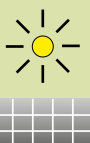
Una vez identificada la fuente de agua, el siguiente paso es planificar el acueducto ganadero para asegurar el transporte constante y económico de agua limpia al ganado. El acueducto ganadero es muy similar a los acueductos que se usaron en las comunidades rurales por muchos años.

Cuando la fuente de agua está ubicada en la parte alta de la finca, el agua se puede distribuir por gravedad mediante un sistema de tuberías y bebederos, sin necesidad de bombeo. Sin embargo, la situación más común en Azuero es que el agua esté ubicada en la parte baja de la finca lo que hace necesario bombear el agua para distribuirla a toda la finca. En ese caso, lo más eficiente es utilizar una bomba para llevar el agua desde la fuente hasta un tanque plástico de reserva de 1,700 litros ubicado en una parte alta de la finca, o en una torre si el terreno es plano. Una vez almacenada en la parte alta, el agua fluye por gravedad por el sistema de tuberías hasta los bebederos. Para determinar la capacidad de la bomba requerida para bombear el agua desde la fuente hasta el tanque de reserva, es necesario medir la diferencia de elevación entre ambos puntos. Afortunadamente, hoy en día esta diferencia se puede medir con un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) o incluso, una aplicación de teléfono celular. Existen varios tipos diferentes de bombas, cada una con sus ventajas y desventajas, que se presentan en la Tabla 2.1.

Ejemplo del diseño de un acueducto ganadero con pozo profundo y una bomba solar que bombea el agua hasta dos tanques de reserva de 1700 litros que distribuyen el agua por gravedad a ocho bebederos.



Tabla 2.1. Opciones de bombas de agua

| Tipo de bomba                                                                                             | Fuerza   | Costo (USD) | Ventajas                                                                                                                                                                                      | Desventajas                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>Gasolina           | 5.5 hp*  | \$450       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Altura de 32 metros</li> <li>Caudal máximo de 670 litros por minuto.</li> <li>Disponibilidad de repuestos</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere mantenimiento frecuente</li> <li>Costo del combustible aumenta cada día por lo que el uso aumentará los gastos</li> </ul>                                                                                                                    |
| <br>Diésel             | 5.5 hp   | \$550       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Altura de 25 metros</li> <li>Caudal máximo de 600 litros por minuto</li> <li>Motor duradero y eficiente</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere mantenimiento al día</li> <li>Aumento frecuente en el costo del diésel</li> </ul>                                                                                                                                                            |
| <br>Solar superficial | 45 psi** | \$280       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Altura máxima de bombeo: 20 metros</li> <li>Caudal máximo de 12 litros por minuto</li> <li>No consume combustible</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Potencia limitada y uso y aplicaciones limitadas</li> <li>Sobrecalentamiento con uso continuo mayor a 1 hora</li> <li>Baja capacidad en días nublados</li> </ul>                                                                                      |
| <br>Solar sumergible | 100 psi  | \$850       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Altura máxima de bombeo: 70 metros</li> <li>Caudal máximo de 17 litros por minuto</li> <li>No se recalienta</li> <li>No consume combustible</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere inversión inicial alta sólo en la turbina</li> <li>Requiere muy buena calidad de agua</li> <li>Conexión delicada, requiere sellamiento para evitar ingreso del agua al sistema eléctrico</li> <li>Baja capacidad en días nublados</li> </ul> |

\* hp (caballos de fuerza)  
 \*\* psi (libra por pulgada cuadrada)



**Sistemas solares:** El manejo del acueducto ganadero se puede hacer de forma indirecta o directa. El sistema indirecto requiere la instalación de paneles solares que alimentan una batería de ciclo profundo y de tanques de reserva con boyas. Pese a que funciona de manera automática, este sistema tiene la desventaja considerable del alto costo de las baterías. Además, al no requerir la presencia diaria del productor en la finca, este sistema puede facilitar problemas asociados con la falta de supervisión como el hurto de equipos o ganado, daños en el sistema por el ingreso de ganado ajeno, o sobrepastoreo por falta de rotación del ganado.

Por el contrario, el sistema directo es más sencillo de instalar y su manejo requiere menos capacitación. Aunque requiere la presencia diaria del productor para llenar el tanque de reserva (aproximadamente dos horas para un tanque de 1,700 litros) y solucionar cualquier problema que se presente, el manejo y mantenimiento de este sistema con panel solar es sencillo. Se recomienda utilizar un regulador de voltaje para minimizar las fluctuaciones causadas por cambios repentinos en intensidad de radiación solar (por ejemplo, el paso momentáneo de nubes) que pueden quemar la bomba. Aquí se explica la instalación de un acueducto ganadero con abrevadero y bomba superficial, un sistema sencillo y práctico que funciona bien en muchas fincas.

Antes de instalar el equipo, es necesario instalar una estructura sencilla que puede ser fácilmente construida por un soldador. La estructura consta de tres componentes: (1) un tubo de 8 pies de altura y 4 pulgadas de diámetro; (2) un marco rectangular de hierro de 4 x 3 pies que sirve de soporte para el panel solar; y (3) una jaula o caja de rejilla con candado para guardar la bomba. El marco debe ir soldado a la parte superior del tubo con una leve inclinación para evitar la acumulación de agua sobre el panel. El panel debe ir asegurado al marco con remaches, no con tornillos. Los cables que conducen desde el panel, el regulador de voltaje, y el interruptor en la parte alta, hasta la bomba en la parte baja deben ir por dentro del tubo. El tubo vertical debe ir enterrado en el suelo y sostenido con dos barras de 30 cm soldadas en diagonal para darle estabilidad. Además, se recomienda el uso de pintura anticorrosiva en toda la estructura para protegerla de los elementos.

Foto página anterior arriba: Bomba solar bombeando agua de un abrevadero. Se observan los tres elementos: el tubo vertical, el marco con el panel en la parte superior y la jaula con la bomba en la parte baja.

Foto página anterior abajo: Bomba solar protegida por una jaula metálica y candado para evitar hurto.



Instalación de la tubería que permite bombear el agua desde el abrevadero en la parte baja de la finca hasta el tanque de reserva ubicado en la parte más alta.

El siguiente paso es calcular la cantidad de tubería necesaria, midiendo la distancia entre el tanque de reserva y los bebederos. La tubería de PVC de media pulgada es ideal porque minimiza las fugas de agua y porque los repuestos son baratos y fáciles de conseguir. Por el contrario, la manguera ciega (negra) es más barata pero los acoples o piezas de conexión no son tan comunes en el mercado. Entonces, la tubería de media pulgada sale económica, y es suficiente para satisfacer la demanda para el acueducto ganadero que es intermitente porque los animales no beben todo el tiempo.

Después se debe calcular el número de bebederos que se necesitan para las mangas. Hay que tener en cuenta que un mismo bebedero puede proveer agua a dos mangas contiguas si se ubica en la cerca divisoria, con una parte a cada lado. Para hacer los bebederos se recomienda utilizar un tanque plástico (55 galones, azul), barras de hierro angular y una boya cuadrada para ganado (más resistente). Es importante proteger la boya con una rejilla de 20 cm de ancho para evitar que el ganado la dañe cuando bebe. Además, la tubería que trae agua al bebedero debe tener una llave de paso para cortar el flujo al limpiar o mover el bebedero. Estos bebederos son económicos (\$70.00 por unidad) y fáciles de fabricar con materiales comunes y con la ayuda de un soldador; además son pequeños, livianos, móviles y fáciles de limpiar. Por el contrario, los bebederos



Arriba: Bebedero económico y funcional elaborado de forma casera con materiales fáciles de conseguir.



A la izquierda: Las boyas cuadradas para ganado son más resistentes que las boyas del inodoro y muy similares en precio.

de concreto son costosos, requieren transporte de materiales pesados, se rajan y tienen filtraciones, y su limpieza requiere cloro u otros químicos fuertes.

Finalmente, es importante anticiparse al riesgo del hurto de los equipos que es común en algunas regiones de Azuero, sobre todo en fincas donde el propietario no permanece. Para minimizar este riesgo, es recomendable proteger los paneles solares y las bombas superficiales con rejas y candado, y las bombas sumergibles en casetas con puertas de hierro. Mantener presencia permanente en la finca es la mejor medida de seguridad; si esto no es posible, es bueno pedir apoyo a los vecinos o trabajadores en caso de ausencia. Es importante ser discreto y no hacer alarde de los equipos instalados en la finca para no llamar la atención. Por último, si la finca no es segura, también es posible transportar el equipo cada vez que se visita la finca. Para esto son ideales las bombas eléctricas y especialmente las solares, que son pequeñas, livianas y fáciles de instalar.



Enterrar las tuberías de agua requiere mucha mano de obra, pero es importante para evitar daños al sistema de agua.



Ejemplo de un filtro de anillo, que es económico y fácil de desarmar y limpiar.



Ejemplo de un prefiltro hecho con botella plástica de soda, con agujeros perforados y una piedra utilizada como peso.

## Establecimiento

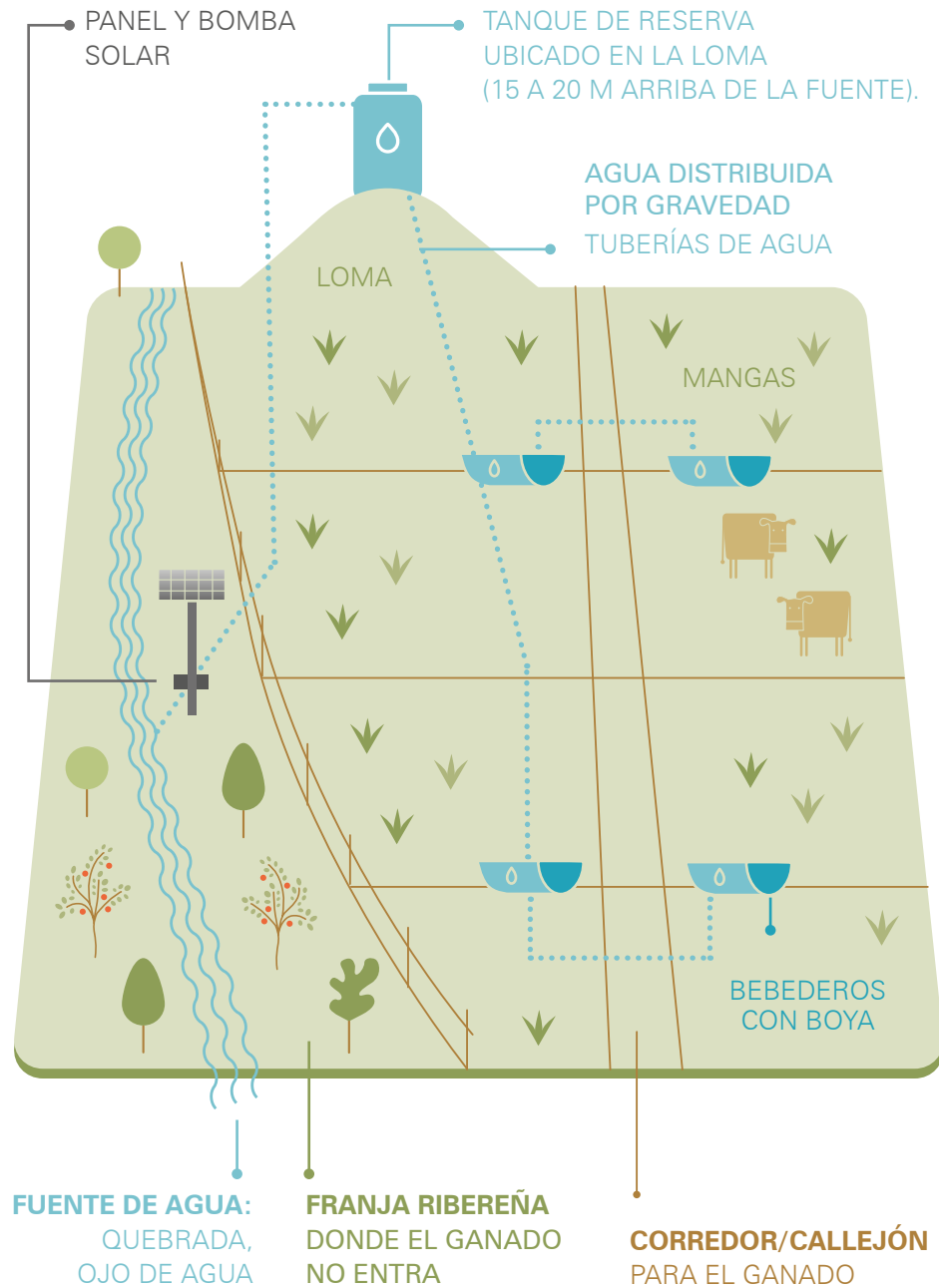
Es preferible hacer la instalación del acueducto durante la estación seca para no interferir con las tareas de siembra en la estación lluviosa. Dependiendo de la fuente de agua disponible en la finca, puede ser necesario construir una toma de agua, un abrevadero o un pozo profundo. Si se necesita una bomba, se debe instalar según sus especificaciones. En el ejemplo del abrevadero con bomba solar superficial, la estructura que sostiene el panel y la bomba se instalarían a la orilla de la fuente de agua. El panel debe estar orientado de modo que quede libre de sombra y reciba la máxima radiación solar durante las horas de luz intensa; la bomba debe estar cerca de la fuente para facilitar la succión del agua.

El agua se toma del abrevadero con un tubo de media pulgada que debe ir protegido con un pre-filtro. Éste se puede hacer con una botella plástica con perforaciones pequeñas que permitan el paso del agua, pero no del lodo,

sedimento o piedras. Para evitar que la boca del tubo quede en contacto con el fondo del abrevadero donde se acumula el sedimento, se puede amarrar una pesa (o piedra) al pre-filtro con una cuerda de unos 40 cm de modo que el tubo quede suspendido a media agua. Además, se debe poner un filtro de anillo entre la toma de agua y la bomba para evitar que el sedimento entre a la bomba.

El tanque de reserva debe estar ubicado en un sitio plano y despejado donde no haya riesgo de que le caigan objetos, y no haya piedras que puedan dañar el fondo del tanque cuando está pesado por el agua. En lo posible, las tuberías deben ir ubicadas a lo largo de las cercas y enterradas a 30 cm o más de profundidad para evitar daños por pisoteo del ganado. Las tuberías van del tanque a los bebederos, y cada línea debe tener su llave de paso antes de la entrada al bebedero. Los bebederos se instalan en la cerca que divide dos mangas y es recomendable plantar estacas vivas u otros árboles que generen sombra para mantener el agua fresca y evitar pérdidas por evaporación.

# Acueducto ganadero



Las bombas de energía solar son económicas y efectivas, pero deben colocarse correctamente y mantenerse alejadas de la sombra para que la luz solar directa llegue al panel solar durante todo el día.

### Monitoreo

El monitoreo del sistema de agua es una tarea diaria. Es importante revisar todas las piezas para asegurar el correcto suministro de agua al ganado. En general, la interrupción del flujo de agua es una señal de que existe un problema y es necesario inspeccionar la bomba y el equipo solar, la tubería, el tanque de reserva y los bebederos.

### Manejo

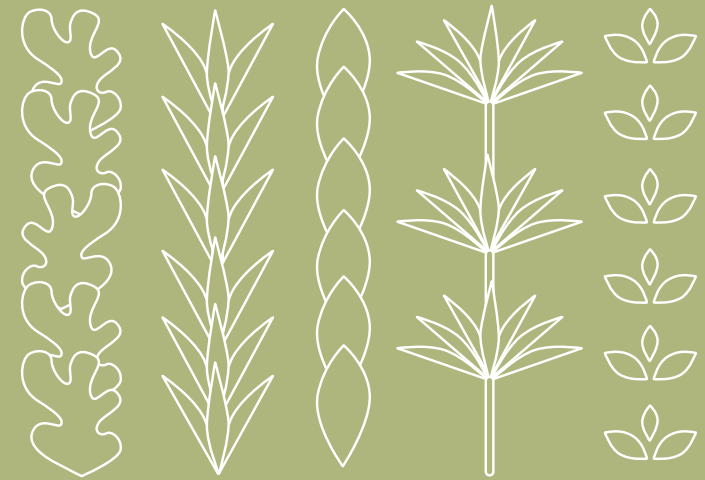
Los acueductos ganaderos requieren mantenimiento regular para evitar daños y fugas y mantener el suministro de agua limpia. Hay varios puntos para revisar en el equipo solar. Primero, el panel solar no debe estar a la sombra pues esto puede disminuir la capacidad de la bomba. Segundo, todas las conexiones deben estar limpias y libres de óxido y el polo a tierra debe estar bien conectado a la estructura y al suelo. Tercero, el filtro anillo debe estar limpio para mantener el flujo de agua. Cuarto, la tubería debe estar libre de fugas, que se identifican fácilmente en el “verano” como parches de pasto verde por el goteo de agua. Quinto, aunque el tanque de reserva se debe limpiar a profundidad todos los años, el sedimento en el fondo del tanque se debe remover frecuentemente. Es recomendable colocar una llave de paso en el fondo del tanque para limpiar el sedimento con facilidad. Finalmente, los bebederos deben estar libres de fugas y las boyas deben estar funcionando; además se deben limpiar regularmente para evitar el crecimiento de algas y moho.

### Costos

Los materiales para construir un sistema de acueducto ganadero tienen un costo aproximado de \$1,800.00, como se presenta en la Tabla 2.2. Estos incluyen: bomba eléctrica, regulador de voltaje, cables, panel solar, tanque de reserva, manguera, estructura para el panel, bebederos, y polo a tierra. Estos costos pueden aumentar según el mercado o el tipo de insumos, por ejemplo, si se requiere una turbina eléctrica para mayor potencia o un tanque de mayor capacidad. Los sistemas con turbinas sumergibles tienen un costo adicional de al menos \$570.00 respecto a las turbinas superficiales.

Tabla 2.2. Costos para un acueducto ganadero (sistema de agua solar para 3 hectáreas con 8 divisiones)

| Materiales                                                         | Costo por unidad (USD) | Unidades | Total      |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|------------|
| Bomba eléctrica (24 voltios)                                       | \$280.00               | 1        | \$280.00   |
| Regulador de voltaje                                               | \$175.00               | 1        | \$175.00   |
| Cables eléctricos (brazo)                                          | \$2.00                 | 3        | \$6.00     |
| Panel solar (240 vatios)                                           | \$555.00               | 1        | \$555.00   |
| Tanque de reserva (1,700 litros)                                   | \$350.00               | 1        | \$350.00   |
| Mangueras (rollo 300 m)                                            | \$120.00               | 1        | \$120.00   |
| Acoples y llaves de paso                                           | \$2.00                 | 15       | \$30.00    |
| Estructura del panel<br>(tubo de 4" hierro angular, barras de 3/8) | \$60.00                | 1        | \$60.00    |
| Bebederos con boya<br>(medio tanque plástico de 22 galones)        | \$70.00                | 4        | \$280.00   |
| Polo a tierra y grapa                                              | \$14.00                | 1        | \$14.00    |
| Gran total                                                         |                        |          | \$1,870.00 |



BANCO DE FORRAJE



Un banco de forraje puede integrar múltiples árboles, arbustos y pastos de corte para asegurar el suministro de alimentos y una dieta más balanceada para el ganado.



Cuando los pastos son limitados durante el “verano”, un banco de forraje proporciona alimentación de alta calidad que fomenta la producción ganadera continua.

Un banco de forraje, como lo indica su nombre, es un área destinada para la producción de material vegetal para el consumo animal. El banco de forraje permite mantener una reserva de forrajes diversos para garantizar que el ganado reciba alimentación abundante y de buena calidad nutricional durante el “verano”, cuando los pastos se secan. Por ejemplo, cuando necesitamos dinero, visitamos el banco para pedir un préstamo. El banco de forraje funciona igual, ya que el ganado necesita acceso a una reserva de forraje cuando el pasto es limitado. Aunque los bancos de forraje son cada vez más comunes en Azuero, la mayoría utilizan sólo maíz o caña, especies con un alto contenido de azúcares, pero poca proteína y minerales. Una mejor alternativa son los bancos mixtos de forraje que incorporan una mezcla de árboles, arbustos, pastos y cultivos, y por lo tanto ofrecen una mayor diversidad de nutrientes. Además, los árboles y arbustos tienen la ventaja de tener un sistema de



Banco de forraje de botón de oro listo para cosechar ya que está en la etapa justo antes de la floración.

raíces más profundas que les permiten continuar produciendo hojas o frutos durante la estación seca, lo que no sucede con los pastos.

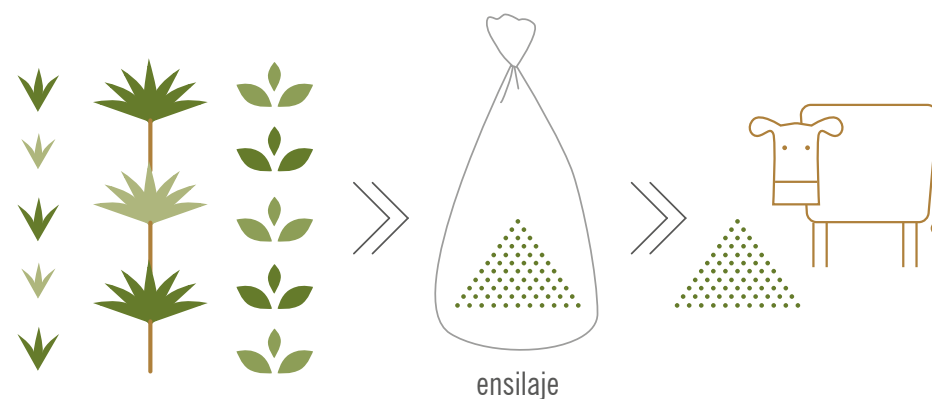
Cuando se diseña un banco de forraje, es importante sembrar diversas especies para obtener una combinación de nutrientes que incluya proteínas, energía, vitaminas, minerales y agua. Algunas especies son mejores para proveer ciertos nutrientes; por ejemplo, la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el pasto de corte Camerún (*Pennisetum purpureum* cv. camerún rojo), o el pasto Cuba 22 (*Pennisetum* sp. Cuba om-22) tienen un alto contenido de energía, mientras el botón de oro (*Tithonia diversifolia*), la leucaena (*Leucaena leucocephala* variedad Cunningham), la moringa (*Moringa olifera*) y el balo (*Gliricidia sepium*) son excelentes fuentes de proteína. La proteína es esencial tanto para el desarrollo de huesos y músculos en el ganado como para la producción de leche y carne.



Lamentablemente, aunque un potrero convencional de sólo pastos provee muchos carbohidratos (energía), para el animal es el equivalente a una persona que comiera solo arroz todos los días: hay ganancia de peso, pero la producción es baja. Por el contrario, el banco de forraje con especies mixtas puede proveer “un plato completo” con arroz (energía), presa (proteína), lentejas (proteína y minerales) y plátano (vitaminas y minerales). Esta variedad es importante para brindar al animal una dieta completa que garantice una mayor producción.

Además de especies alimenticias, en el banco de forraje también se pueden incorporar otras especies útiles. Por ejemplo, se pueden incluir árboles maderables, cultivos para el consumo humano, o especies con flores que producen polen; todo ello apoya la biodiversidad y contribuye al crecimiento de los forrajes, como se explica en la Parte 5.

Los bancos de forraje se pueden utilizar de dos formas: para aprovechamiento en fresco el mismo día, o para ensilaje para uso posterior. El ensilaje es un método que permite cortar el forraje verde, picarlo y conservarlo por meses mediante un proceso de fermentación que se puede hacer en bolsas o tanques plásticos, torta y trinchera. Aunque es laborioso, el ensilaje es un alimento económico y saludable que permite producir y aprovechar todos los forrajes en la finca y tener siempre una reserva de alimento de calidad. Representa un ahorro importante porque evita la compra de pacas, concentrados u otros alimentos de baja calidad, como gallinaza o paja de arroz, que pueden ser contaminantes y muy dañinos.



La máquina pica-pasto es una herramienta importante para la elaboración de silos (o ensilaje), una práctica que permite aprovechar los forrajes producidos durante la estación lluviosa como reserva para la estación seca.



El botón de oro crece muy rápido y florece varias veces al año.

A continuación, se describen cuatro especies altas en proteína que son fáciles de establecer en el banco de forraje:

**Botón de oro (*Tithonia diversifolia*):** Este arbusto forrajero nativo tiene muchas ventajas: es una especie muy adaptable que tolera bien condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo; crece muy rápidamente, y sus raíces profundas le ayudan a producir forraje durante la estación seca. Su follaje tiene un alto contenido de proteína (aproximadamente 28,5%) y es altamente digestible, lo que lo hace ideal para alimentar diferentes tipos de animales incluyendo vacas, cabras, conejos, cerdos y gallinas. Además, esta planta mejora la calidad del suelo porque libera fósforo (P), un macronutriente que es deficiente en muchos suelos tropicales, pero muy necesario para el crecimiento de pastos y las funciones del animal. Experiencias de productores en Azuero también muestran sus cualidades para el control de parásitos intestinales, e incluso algunas plagas como hormigas arrieras y la flor atrae abejas que son importantes para polinizar cultivos. El botón de oro es fácil de propagar por estacas y se siembra muy similar a la yuca. Para lograr los mejores resultados, es importante que las estacas estén lo más frescas posible y no sufran maltrato por lo que se recomienda seleccionar estacas verdes y gruesas y sembrar antes de 24 horas. Además, se recomienda hacer un “banco de semillas” previo a la siembra para tener una fuente de semillas a futuro.



Un banco de forraje con botón de oro y árboles maderables integrados.



La leucaena tiene un rápido crecimiento, una alta tolerancia a la sequía y un alto contenido de proteína.

**Leucaena (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham):** Este árbol nativo de México es una planta leguminosa que fija nitrógeno (N) en los suelos y por lo tanto los fertiliza. Por ser una especie de zona árida está bien adaptada a la sequía y produce forraje todo el año. Tiene muy buena palatabilidad, un alto porcentaje de proteína (entre 25-30%) y una baja concentración de mimosina, una sustancia tóxica común en otras variedades de leucaena. Además, tiene tallos flexibles que toleran el ramoneo directo, y una alta capacidad de rebrote después de las podas. Sin embargo, la leucaena también tiene algunas desventajas. La especie no tolera bien los suelos ácidos, no crece bien por encima de los 1000 m de altura y requiere suelos con buen drenaje. Para un mejor crecimiento, la siembra por semillas requiere inoculación con rizobios, las bacterias fijadoras de nitrógeno que forman nódulos en sus raíces, y que en su hábitat natural se encuentran de forma natural en el suelo.

**Moringa (*Moringa olifera*):** La moringa es un árbol no nativo que crece muy rápido en suelos degradados. Su hoja contiene alta cantidad de proteína (aproximadamente 20%) y vitaminas A, B y C. El árbol responde bien a podas y por lo tanto puede ser utilizado en bancos de forraje, aunque no tolera bien el ramoneo directo. Éste se puede propagar por estaca, pero presenta una alta mortalidad por lo cual la siembra directa de semillas es más recomendable.



La moringa es un árbol de forraje muy nutritivo que se puede manejar fácilmente en un banco de forraje.

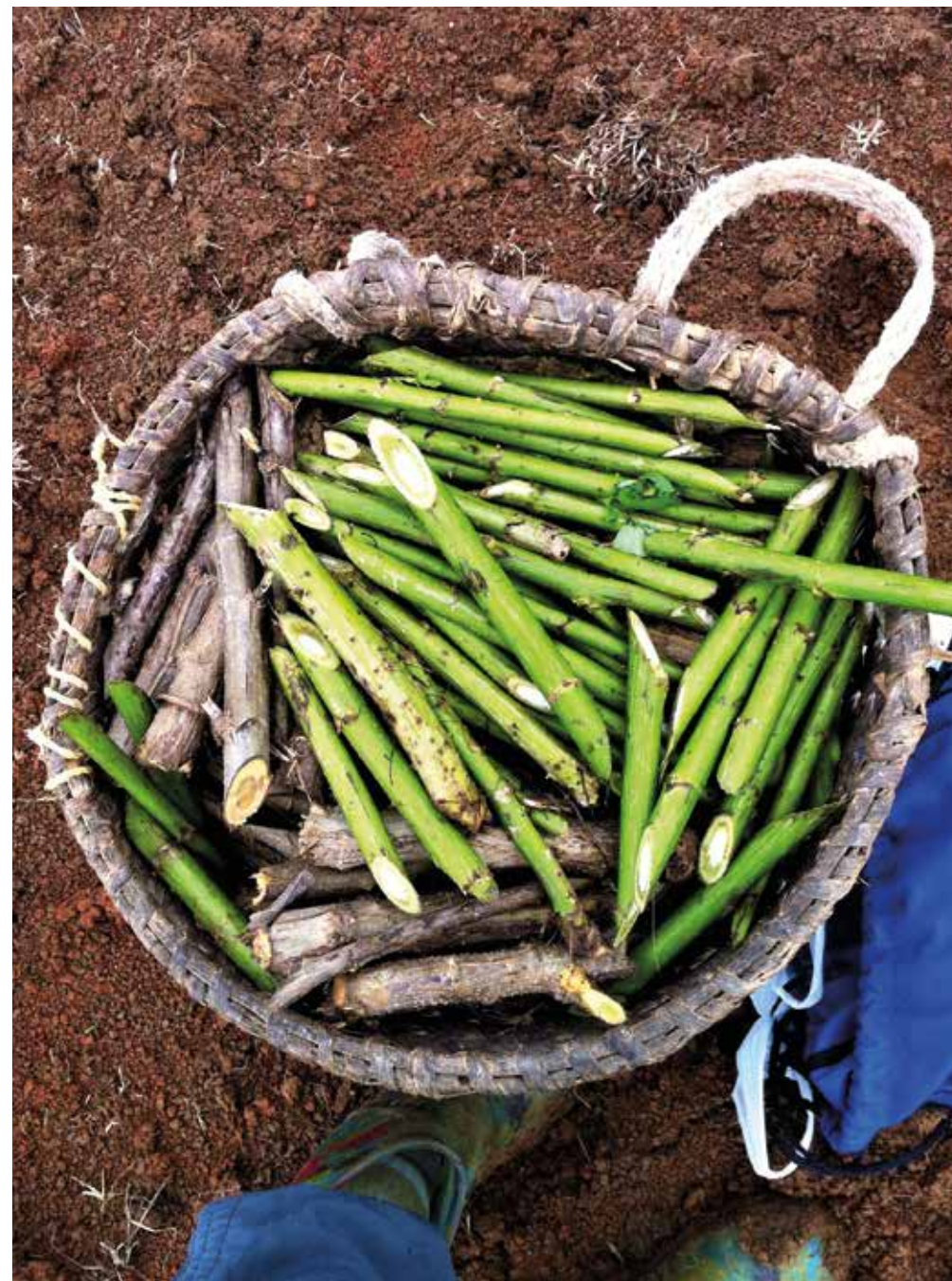


Balo recién sembrado en un banco de forraje, combinado con pastos de corte.

**Balo (*Gliricidia sepium*):** Es una especie nativa, leguminosa, que fija nitrógeno y aporta un alto contenido de proteínas (23% en las hojas). Si bien el árbol se utiliza a menudo en cercas vivas, también es una excelente especie para el banco de forraje. Tenga en cuenta que, a diferencia de una cerca viva, las semillas de balo deben plantarse ya que desarrollarán una raíz principal fuerte, en lugar de raíces más laterales como una estaca viva. Con una raíz principal más profunda, producirá forraje durante todo el año. Las semillas se deben plantar en surcos separadas por 1 m y 50 cm entre cada planta. La poda regular es necesaria para cosechar forrajes de alta calidad nutricional y evitar el crecimiento excesivo de los árboles.

### Preparación del sitio

Para el banco de forraje se recomienda elegir un sitio ubicado cerca a la casa o la vía, para facilitar el movimiento de la máquina pica-pasto, y preferiblemente que tenga agua disponible para el riego. Previo a la siembra del banco es importante descompactar el suelo, bien sea dando un pase con arado si el sitio lo permite, o con la coa, piqueta o azadón si no se puede arar. Antes de la siembra también es recomendable hacer un sobrepastoreo con los animales para aprovechar el pasto y remover las malezas; esta última tarea también se puede hacer con una aplicación dirigida de glifosato o con una güira se corta a ras de suelo. Finalmente, es necesario delimitar el banco de forraje mediante la instalación de una cerca con cuatro cuerdas para evitar la entrada de los animales.



La selección de "semillas" de botón de oro es clave para una siembra exitosa. Son preferibles las "semillas" gruesas y verdes.



Establecimiento de un banco de forraje de botón de oro y caña de azúcar con árboles maderables como cocobolo, caoba y guachapalí.



El uso de hojas de bala (*Gliricidia sepium*) para evitar el ataque de los ratones a las bolsas de ensilaje es común en Azuero.

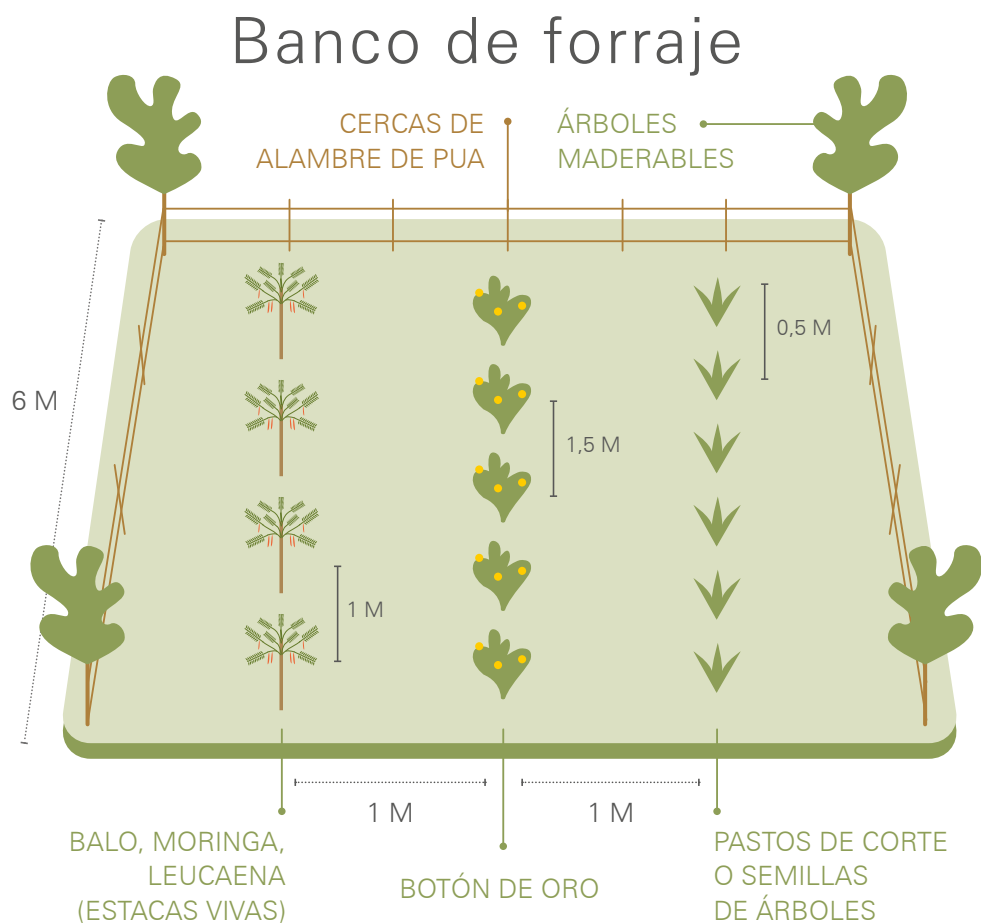
## Establecimiento

Para establecer un banco de forraje, el primer paso es encontrar fuentes de semillas de los forrajes deseados. Es ideal establecer un semillero propio en la finca porque permite seleccionar las mejores semillas y tener una fuente cercana para futuras siembras. Según la variedad de forrajes seleccionados, las especies se deben sembrar en filas alternadas, dejando mínimo un metro entre surcos, especialmente si se van a usar árboles y arbustos forrajeros. La siembra se puede hacer con una mezcla de estacas vivas, cepas y semillas. Sin embargo, es importante recordar que las cepas y estacas son clones del arbusto madre y por lo tanto son más susceptibles a plagas, mientras que las semillas tienen diversidad genética y por lo tanto son más resistentes. Para obtener un banco mixto de forraje que provea una alimentación completa, se

recomienda incluir: dos árboles forrajeros altos en proteína, dos especies con alto contenido de carbohidratos como pastos de corte o caña de azúcar altos, y dos arbustos forrajeros ricos en nutrientes. Además, se pueden integrar cultivos anuales aptos para el ensilaje, como maíz y sorgo.

La siembra de árboles o arbustos forrajeros por estacas vivas se hace con estacas de 80 cm de largo y 4 cm de diámetro mínimo, dejando 1 m entre estacas (las semillas de árboles deben ser plantadas cada 0.5 m). Para arbustos forrajeros como el botón de oro, se usan estacas jóvenes (de color verde, no gris), de mínimo 40 cm de largo y 2 cm de diámetro, sembradas a 1.5 m de distancia. Para la siembra con cepas se usan trozos de 25 cm de largo espaciados a 50 cm. Es recomendable fertilizar las semillas recién sembradas, bien sea con fertilizante sintético o con abono orgánico mezclado en la tierra.

Durante la siembra también se pueden integrar árboles maderables en densidades bajas (6 x 6 m o 9 x 9 m). Los árboles maderables fijadores de nitrógeno son especialmente recomendables porque mejoran el suelo y facilitan el crecimiento de forrajes y pastos. Algunas especies leguminosas recomendadas son la quira (*Platymiscium pinnatum*), el cocobolo (*Dalbergia retusa*) y el algarrobo (*Hymenaea courbaril*); maderas finas como la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el madroño (*Calycophyllum candidissimum*), y árboles que llegan de forma espontánea como el cedro amargo (*Cedrela odorata*) y el laurel (*Cordia alliodora*). Además, en los surcos se pueden incluir árboles frutales como cítricos, papaya, guanábana y guayabo, y cultivos como maíz, guandú, yuca, o frijol; estas plantas aumentan la biodiversidad y ayudan a fortalecer la seguridad alimentaria de las familias productoras.



Los bancos de forraje se pueden establecer en los corredores y en lugar de usar pastos de corte bajos en proteínas y altos en azúcar, se pueden usar arbustos ricos en proteínas como botón de oro, guacimo y balo para mejorar la nutrición del forraje.



Los árboles frutales pueden integrarse en bancos forrajeros, como el calabazo (*Crescentia cujete*), que aporta importantes nutrientes durante los meses de la estación seca.

### Monitoreo

Monitorear el banco de forraje es importante para identificar la presencia de plagas de manera oportuna. Entre las principales plagas de los bancos están la hormiga arriera y el comején; en los silos están los ratones y gallinazos que pican las bolsas ocasionando pérdida del material. En Azuero es común que los productores rieguen hojas de bala (*Gliricidia sepium*) alrededor de los silos para evitar que los ratones piquen las bolsas plásticas.

### Manejo

El manejo del banco de forraje consiste principalmente en podas regulares que permiten aprovechar el forraje cuando está en su punto óptimo de nutrición y digestibilidad. En general, los forrajes se deben cosechar antes de la floración para evitar que las plantas reabsorban los nutrientes de las hojas para facilitar la reproducción y también para aprovecharlos con una mejor calidad nutricional. Las podas también son necesarias para evitar el crecimiento excesivo de árboles y arbustos, y para estimular el crecimiento de brotes nuevos de alto valor nutricional. Todo el material de las podas que no se utilice se debe reintegrar al mismo sistema como abono orgánico; no se debe quemar ni llevar a otro lado. El banco se debe abonar tres veces al año con fertilizantes orgánicos (estiércol de caballo, ganado, gallinas, y otros) y material vegetal (desechos de podas).

### Costos

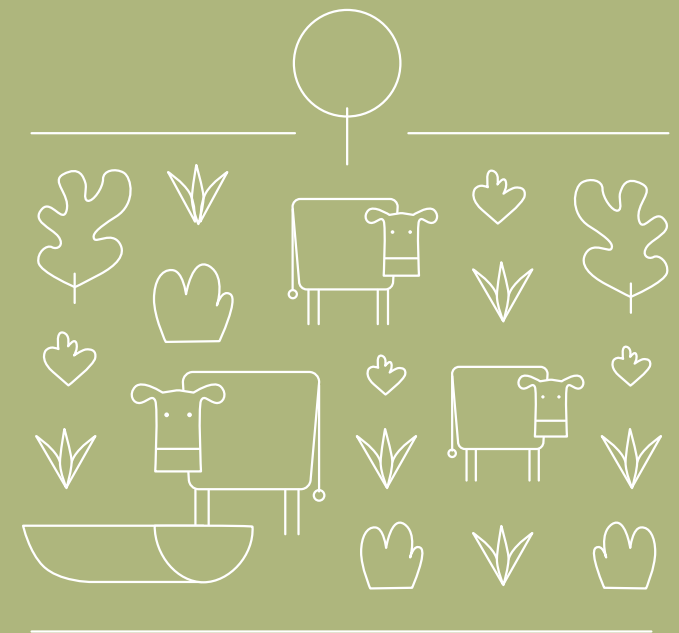
Los insumos necesarios para establecer un banco de forraje de 500 m<sup>2</sup> tienen un costo estimado de \$264.00, como se presenta en la Tabla 3.1. Esto incluye la compra de semillas, la preparación del terreno con algún quemante de maleza (glifosato), el cercado, y una aplicación de fertilizante. A partir de un banco de forraje se pueden obtener de 3 a 5 cortes al año y producir forrajes frescos o ensilados para suministrar.

Tabla 3.1. Costos para establecer un banco mixto de forraje

#### Banco mixto de forraje de 500 m<sup>2</sup>

| Materiales                       | Costo por unidad (USD) | Unidades | Total           |
|----------------------------------|------------------------|----------|-----------------|
| Alambre (rollo)                  | \$40.00                | 2        | \$80.00         |
| Grapas (libra)                   | \$1.15                 | 2        | \$2.30          |
| Postes                           | \$2.00                 | 28       | \$56.00         |
| Semillas/estacas                 | \$0.25                 | 220      | \$55.00         |
| Fertilizante 12-24-12 (quintal)* | \$38.00                | 2        | \$76.00         |
| Glifosato (1 litro) **           | \$4.50                 | 1        | \$4.50          |
| <b>Gran Total</b>                |                        |          | <b>\$273.80</b> |

\*Puede ser reemplazado por abono o material orgánico  
 \*\*Puede ser reemplazado por un sobrepastoreo del ganado y/o deshierbe manual



# IV

MANGAS PEQUEÑAS INTENSIVAS



La división de potreros en mangas pequeñas permite hacer rotaciones rápidas e intensas que aumentan la capacidad de carga de la finca y mejoran la producción.



Los sistemas rotacionales usan mangas pequeñas donde el ganado hace pastoreos muy cortos e intensivos para aprovechar todo el forraje, seguidos de tiempos de descanso largos para permitir la recuperación de las plantas.

Las mangas intensivas son potreros pequeños donde se utiliza una combinación de múltiples especies para facilitar diversos procesos ecológicos, y el ganado se maneja en rotaciones rápidas. La división de potreros en mangas pequeñas es crucial para producir una gran cantidad de pastos y forrajes, para facilitar su cosecha eficiente y para evitar el sobrepastoreo.

El sobrepastoreo ocurre cuando se permite que el ganado consuma los pastos y plantas durante la etapa de rebrote. Para evitarlo, los potreros se pueden dividir en mangas pequeñas (menos de 1 ha) por donde el ganado rota en períodos cortos de modo que los pastoreos son rápidos, de 1 a 2 días, y los descansos son largos, de 30 a 45 días. Esto permite que los forrajes tengan tiempo suficiente para rebrotar y crecer antes de ser consumidos, y reduce la compactación de los suelos por el pisoteo constante y ayuda a aumentar los organismos (ingenieros del suelo) encargados de descomponer el estiércol y el material excedente del forraje de las mangas. Es importante que queden suficientes hojas después del pastoreo ya que éstas son las responsables de captar la luz solar y que sea más rápida la recuperación de la manga.



Un ejemplo de un SSP intensivo establecido a través de regeneración natural de árboles que contiene tres estratos (niveles) de forraje y biodiversidad. Para obtener más información sobre las especies en cada estrato, consulte las páginas 85 y 86.

Además, se busca que los forrajes imiten la estructura de un bosque donde la vegetación crece en pisos o estratos: el sotobosque en el estrato bajo, el sub-dosel en el nivel intermedio, y el dosel en la parte alta. Para lograrlo, se combinan pastos, arbustos y árboles para crear una estructura donde el ganado tiene acceso a tres pisos de forraje y no sólo uno, como sucede en un potrero convencional de sólo pastos, y donde hay comida en abundancia todo el año. Por ejemplo, en una manga intensiva se puede sembrar un primer piso de pastos mejorados; un segundo piso de arbustos o árboles pequeños para el ramoneo como el botón de oro (*Tithonia diversifolia*), leucaena (*Leucaena leucocephala*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*); y un tercer piso de árboles de sombra y frutales como guachapalí (*Albizia saman*), cañafístula (*Cassia moschata*), corotú (*Enterolobium cyclocarpum*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

Al igual que con las áreas de protección del agua, para establecer vegetación en las mangas no siempre es necesario hacer siembras. En muchos casos, la naturaleza misma se encarga de hacer el trabajo, lo que es evidente cuando se observa un potrero abandonado que se vuelve “monte”.

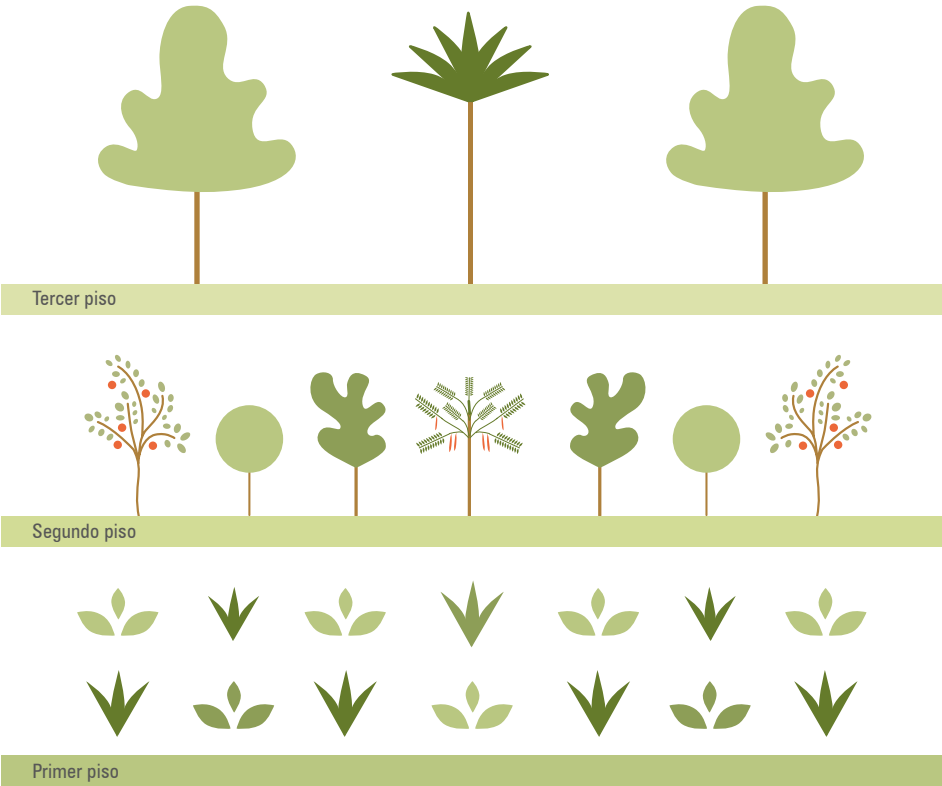
# Tercer piso



# Segundo piso



# Primer piso





Un ejemplo de una manga pequeña con tres estratos: pasto mejorado, árboles forrajeros en cercas vivas y árboles y palmas de sombra y fruta.

Aunque el rastrojo no es el potrero ideal, muchos de los árboles y arbustos nativos que se regeneran espontáneamente allí son beneficiosos para el ganado y se pueden aprovechar, por lo que es cuestión de conocer las especies y saber cómo manejarlas. Por ejemplo, para establecer un sistema silvopastoril de tres pisos se puede sembrar un pasto mejorado en el primer piso. Para el segundo piso se pueden aprovechar plantas como "miao de yegua" (*Calopogonium mucunoides*) y "pega-pega" (*Desmodium spp.*). Aunque muchos productores las consideran malezas porque invaden los potreros, estas especies leguminosas son beneficiosas porque crecen rápido, mejoran la calidad del suelo, protegen los suelos y producen forrajes altos en proteína. Con el nivel adecuado de pastoreo, estas plantas se pueden mantener en cantidades moderadas con las pasturas. En el segundo piso también se pueden manejar árboles como el guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y el palo pito (*Erythrina berteroana*). En el tercer piso se pueden dejar árboles de sombra, frutales y maderables como corotú (*Enterolobium cyclocarpum*), guayabo (*Psidium guajava*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), guabito de monte (*Eugenia coloradoensis*), laurel (*Cordia alliodora*) y cedro amargo (*Cedrela odorata*). La ventaja de estas especies es su bajo costo ya que se regeneran espontáneamente. Sin embargo, cuando las especies no se regeneran solas porque los suelos están muy degradados o las semillas no llegan a los potreros, se pueden recolectar las semillas (por ejemplo, de corotú, guachapalí, cañafístula y guácimo) y echarlas en el comedero del ganado. Los animales consumen las semillas y las distribuyen por el potrero en su estiércol, lo que las ayuda a germinar, las fertiliza, y las protege del pastoreo.



Alimentar al ganado con los frutos de las especies deseadas es una forma eficaz de dispersar económicamente las semillas en los potreros. Luego esos árboles pueden manejarse para establecer un sistema silvopastoril.



Las cercas vivas aumentan la producción de forraje y sombra disponible en las mangas pequeñas.

## Preparación del sitio

El primer paso para establecer mangas intensivas es seleccionar un sitio plano con una pendiente menor de 15%. Es recomendable hacer el establecimiento de forma gradual, transformando entre 1 y 3 hectáreas por año, y no toda la finca a la vez. Esto se debe a que los arbustos forrajeros tardan un tiempo en establecerse, por lo que es necesario esperar 4-6 meses antes de hacer el primer pastoreo en una manga nueva. En ese período puede ser necesario alquilar potreros o vender algunos animales, o incluso incurrir en costos adicionales si las lluvias o sequía extrema generan demoras o hacen necesaria una resiembra.



La presencia de árboles en las mangas brinda hábitat para escarabajos peloteros (un ejemplo de ingenieros del suelo) que hacen un trabajo importante descomponiendo el estiércol, contribuyendo a reciclar los nutrientes para mantener los suelos fértiles y ayudando a reducir la abundancia de plagas como moscas y parásitos que se reproducen en el estiércol.

**Cercas:** La división de las mangas se debe hacer o al principio o al final de la estación lluviosa ("invierno") cuando la tierra está blanda, pero no lodosa. Las cercas se deben ubicar teniendo en cuenta la fuente de agua y el sistema de acueducto, el camino interno del ganado, las vías de acceso internas y externas de la finca, la galera, el banco de forraje, y las áreas de reforestación o conservación donde la presencia de animales debe ser mínima. Si el ordeño se hace en la finca, es muy importante dejar al menos un callejón de acceso para el ganado entre los potreros y la galera, ubicado de modo que se evite el pisoteo de pastos dentro de las mangas.

Para cercar, lo primero es establecer la cerca límite utilizando 4 cuerdas. Luego se estiman las divisiones; en nuestro sistema recomendamos dejar 1 hectárea para conservación y/o reforestación por cada 3 hectáreas en SSP. Luego, el área total de SSP se divide en mínimo 10 parcelas. Por ejemplo, si el área total a trabajar es de 8 hectáreas, 2 se dedican a conservación y las 6 restantes se dedican al SSP. Esas 6 hectáreas (60,000 m<sup>2</sup>) a su vez se dividen en 10 parcelas o mangas. Todos los usos productivos se deben hacer en el área designada para el SSP, mientras que todos los usos de conservación (bosques de galería, regeneración natural, etc.) se deben hacer en las áreas designadas para ese fin. Una vez calculado el número de parcelas fijas, que deben ser mínimo 10 para la rotación de los animales, éstas se deben cercar con alambre. Para hacerlo se instalan postes muertos cada 4 metros, y entre ellos se siembran estacas vivas a cada metro con una mezcla de especies diversas como balo (*Gliricidia sepium*), ciruelo (*Spondias purpurea*), coquillo (*Jatropha curcas*), carate (*Bursera simaruba*) o jobo (*Spondias mombin*). Es importante siempre hacer el cálculo de la cantidad de materiales necesarios incluyendo postes muertos, estacas vivas, alambre y grapas antes de hacer la división.

**Mangas:** El tipo de pasto, los arbustos forrajeros y árboles que se van a utilizar en las mangas se deben seleccionar teniendo en cuenta el área y el tipo de suelos. Para elegir el pasto, hay que considerar el precio y cantidad de los materiales y el presupuesto. La semilla de pasto se vende por libras o kilos y para sembrar una hectárea se recomienda usar 8 -10 kg de semilla. En el cálculo también hay que incluir otros materiales necesarios, como glifosato, semillas o estacas de forrajes (p. ej., 4,000 estacas de 60 cm de botón de oro por ha), plantones, fertilizante, etc.

La preparación del terreno se debe hacer con anticipación de modo que esté listo para sembrar entre el 15 de julio y el 15 de septiembre. Si los suelos tienen una pendiente leve (0 - 8%) y son mecanizables, se da un pase del arado como primera limpieza. Si el terreno tiene una pendiente mayor al 8%, se recomienda hacer un sobrepastoreo primero y posteriormente fumigar con glifosato. En este caso es importante siempre aplicar los productos en la dosis recomendada según el tipo de planta y respetar los tiempos de descanso antes de regar la semilla. Para los pastos, el tiempo de descanso es de 20 a 35 días; a mayor lluvia, más corto el tiempo de espera para la siembra. Las semillas de los forrajes y los arbustos se siembran al mismo tiempo que el pasto, por lo cual es importante tenerlas preparadas.



Surcos de botón de oro recién sembrado en curvas de nivel con pasto mejorado Massai (*Panicum maximum*).



Surcos de leucaena con pasto mejorado marandú (*Brachiaria brizantha*) en mangas pequeñas.



Surcos de botón de oro sembrado en un área con pendiente para producir forrajes de alta calidad y reducir la erosión.



El manejo de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) como arbusto forrajero requiere una poda anual. Aquí se ha seleccionado un guácimo cada 20 m como árbol de sombra.

## Establecimiento

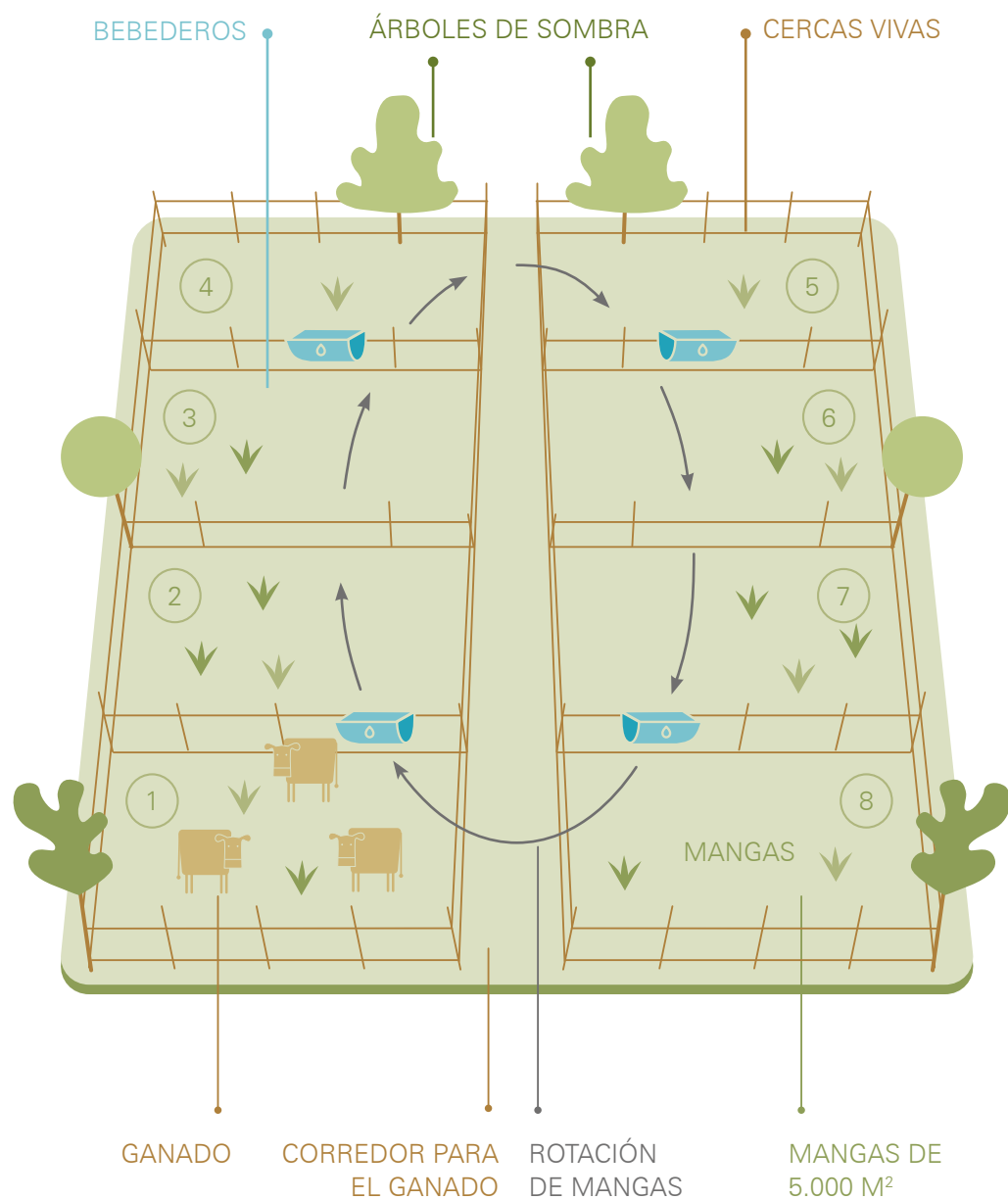
Si la semilla de pasto se va a regar a mano (al voleo), se recomienda utilizar un 20% adicional de semilla. Una vez se tiene el cálculo de la cantidad de semilla, se recomienda tratarla con un producto que la proteja contra las plagas, por ejemplo, Semevin 35FS, siempre siguiendo las indicaciones del panfleto para el uso del producto.

En cuanto a las especies para utilizar en los sistemas, tres pastos comunes en la integración de los sistemas silvopastoriles son el marandú (*Brachiaria brizantha*), el massai (*Panicum máximum*) y la mombasa (*Megathyrsus maximus*), que son pastos de crecimiento rápido que se adaptan bien a suelos de fertilidad mediana y tienen una tolerancia intermedia a la sombra. Sin embargo, es importante realizar un análisis de suelo para conocer la especie de pasto más adecuada para el tipo de suelo. La leucaena (*Leucaena leucocephala*) es la especie forrajera que mejor tolera el ramoneo directo, pero es una especie exigente

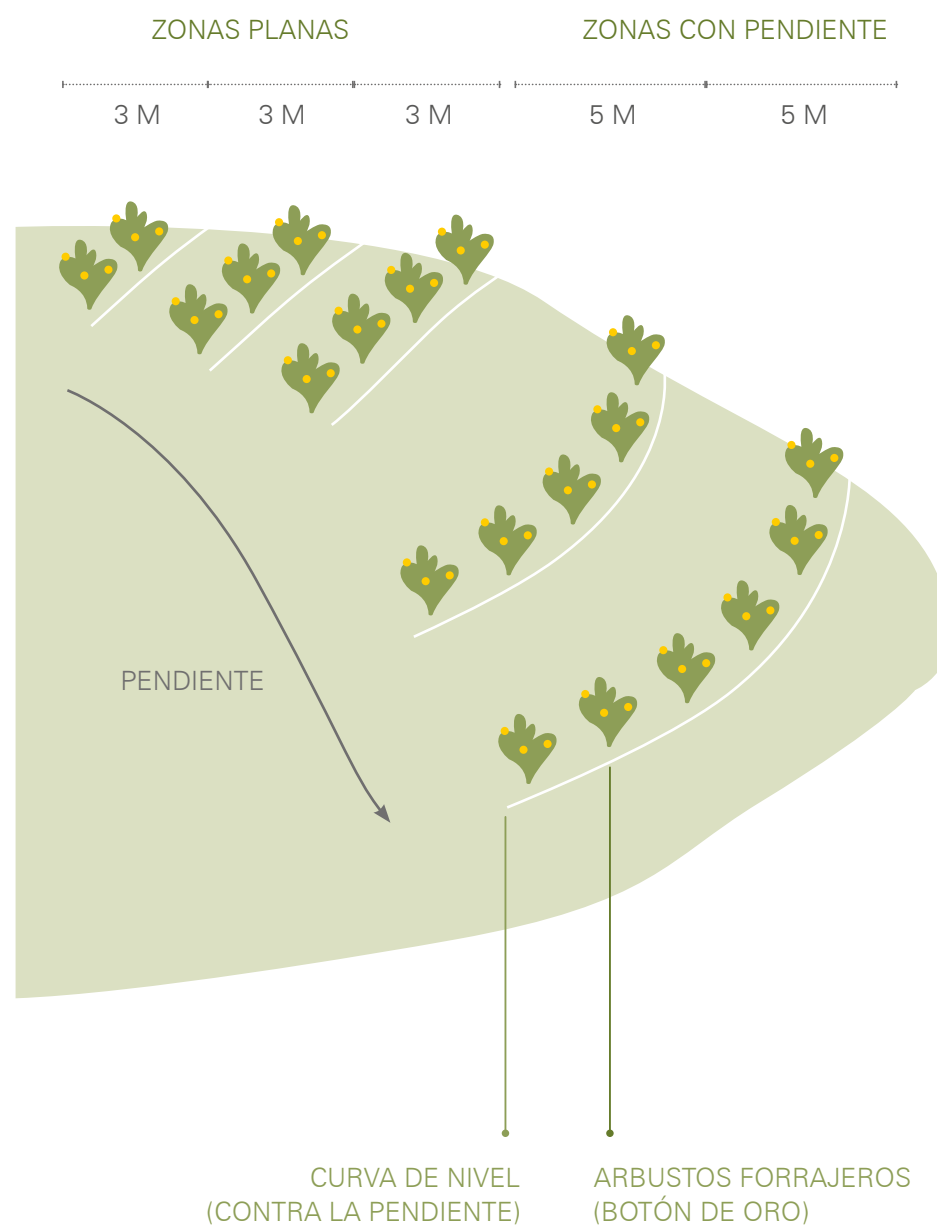
y sus costos de siembra pueden ser altos por lo que es preferible utilizar el botón de oro (*Tithonia diversifolia*). El botón de oro se debe sembrar al mismo tiempo que el pasto para garantizar que ambos se establezcan y superen las malezas no deseadas. Una vez sembrados, si el pasto crece muy rápidamente cubriendo los surcos de botón de oro, es necesario podar el pasto levemente con un machete bien afilado para permitir el desarrollo del botón de oro. Es por eso que las estacas del botón de oro deben tener al menos 40 cm de largo. Las estacas más cortas brotan y se desarrollan más lentamente y pueden ser superadas por el pasto de rápido crecimiento.

En zonas con pendientes, el botón de oro se debe sembrar en curvas de nivel, es decir siguiendo el contorno de las lomas como camina el ganado. La siembra se hace en surcos ubicados a 5 m de distancia en las pendientes y a 3 m en zonas planas. Las siembras se hacen cada 40 cm, y en cada punto se siembran dos estacas de 40 cm en forma de X. El corte o cara superior de la estaca debe ir clavado en el suelo para evitar que se pudran o se sequen al estar expuestas.

## Mangas pequeñas intensivas



## Siembra de arbustos forrajeros





Transformación de una finca convencional a un sistema silvopastoril intensivo después de 9 años.

## Monitoreo

Después de la siembra es importante monitorear el avance de los pastos y forrajes. Si la pérdida de estacas de botón de oro es mayor a 20% o la germinación de semillas de pasto es menor a 75%, se debe hacer una resiembra. Antes de resembrar es necesario hacer una limpieza. Después de la resiembra, se debe evitar el pastoreo mientras las estacas resembradas desarrollan sus raíces.

## Manejo

Después de la siembra hay que esperar entre 45 a 60 días antes de realizar el primer pastoreo. Este pastoreo se hace con terneros, y debe ser leve y lo más rápido posible para evitar daños a las estacas de botón de oro y al pasto, ya

que el ganado no muerde el follaje, sino que lo hala con la lengua. La finalidad de este primer pastoreo es el de realizar un despunte de las hojas de pasto, a los 90 días después de la siembra de la semilla de pasto se realiza un primer pastoreo con el ganado, una vez realizada la cosecha del forraje por parte del ganado. Después del primer pastoreo, a la estaca de botón de oro se le hace un corte de nivelación, que consiste en un corte de tajada de abajo hacia arriba, que debe ser limpio y sin causar desgarres en el tallo. El recorte de las ramas se hace 30 cm arriba o abajo del último corte. La poda del botón de oro se debe realizar 2-3 veces al año.

## Costos

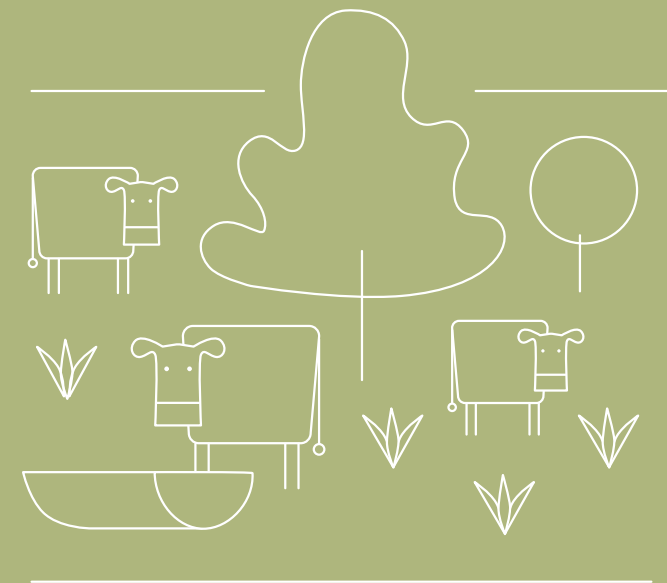
Mientras que establecer un sistema sembrando todas las especies puede costar \$700.00 por hectárea, establecerlo aprovechando las especies que se regeneran naturalmente puede costar \$300.00 por hectárea y se puede lograr un nivel similar de productividad sin necesidad de remover el ganado del potrero, siempre y cuando el pasto ya esté establecido. La Tabla 4.1 muestra los costos de establecimiento para tres hectáreas de botón de oro y pasto mejorado.

Tabla 4.1. Costos de establecimiento de mangas pequeñas - 3 ha (9 mangas de 3000 m<sup>2</sup>)

| Materiales                       | Costo por unidad (USD) | Unidades | Total             |
|----------------------------------|------------------------|----------|-------------------|
| Alambre (rollo)                  | \$40.00                | 14       | \$560.00          |
| Grapas (libra)                   | \$1.15                 | 14       | \$16.10           |
| Postes muertos                   | \$2.00                 | 450      | \$900.00          |
| Estacas vivas                    | \$0.15                 | 900      | \$135.00          |
| Fertilizante 12-24-12 (quintal)* | \$38.00                | 9        | \$342.00          |
| Glifosato (litro)**              | \$4.50                 | 12       | \$54.00           |
| Semillas de pasto (libra)        | \$12.50                | 24       | \$300.00          |
| Semillas de estacas de forrajes  | \$0.15                 | 1,626    | \$243.90          |
| <b>Gran Total</b>                |                        |          | <b>\$2,551.00</b> |

\* Puede ser reemplazado por abono o material orgánico

\*\* Puede ser reemplazado por un sobrepastoreo del ganado y/o deshierbe manual



V

ÁRBOLES EN POTREROS

Los árboles de guachapalí (*Albizia saman*) son una belleza en los potreros, pero también ofrecen sombra, frutos para el ganado y nitrógeno para los suelos.





Árboles de algarrobo (*Hymenaea courbaril*) que producen forraje y sombra para el ganado y comida, medicina y madera para los productores. Es decir, son árboles multipropósito.



Las cercas vivas con múltiples estratos (niveles) y especies ofrecen más beneficios ecológicos y económicos.

En Azuero, los productores tienen tanto el conocimiento sobre los árboles nativos como el interés en cuidar y plantar más árboles para generar beneficios para sus medios de vida tradicionales (Love & Spaner, 2008; Garen et al., 2011). Los árboles en potreros brindan una variedad de beneficios ecológicos y productivos, y por lo tanto son claves para los SSP. El uso de árboles dentro de los sistemas productivos favorece la integración de biodiversidad y procesos ecológicos, lo que representa ahorros para el productor. Por ejemplo, los árboles pueden ayudar a controlar la erosión; a mantener la humedad en los suelos; a brindar hábitat para la vida silvestre, en especial insectos y otros organismos que mejoran los suelos, controlan plagas, y descomponen el estiércol; y a proveer sombra, leña, frutas y forrajes para el ganado. Una finca con diversidad de árboles es una finca multipropósito porque produce carne y leche, pero también madera rústica y fina, comida, medicinas, materiales para artesanías, y también captura de carbono. Además, con un correcto manejo silvicultural, el ganado y los árboles pueden convivir en el mismo espacio con muchos beneficios ecológicos y económicos.

**Regeneración natural:** Sin embargo, antes de invertir esfuerzos y recursos en la siembra de árboles en potreros, es importante preguntarse si esto realmente es necesario. Muchas especies de árboles se establecen en los potreros mediante el proceso de regeneración natural, así que aprovechar este proceso natural es la estrategia más económica porque no requiere mano de obra ni recursos como plántones o fertilizantes. Algunas especies se pueden regenerar en los potreros a partir de semillas traídas por el viento, por animales silvestres o por el ganado. Identificar estos árboles pequeños y protegerlos para que no sean cortados, quemados con herbicidas, o comidos por el ganado es una forma económica de establecer árboles dispersos en potreros.

## Preparación del sitio

Establecer árboles dentro de un potrero con pastoreo activo es muy difícil debido al riesgo de pisoteo y ramoneo del ganado. En estos casos, la estrategia más económica y efectiva puede ser simplemente identificar las especies que son capaces de regenerarse naturalmente y ayudarlas a crecer. Algunas especies se adaptan bien a las condiciones de los potreros o no son agradables para el ganado, por lo que tienen buenas oportunidades de sobrevivir con un poco de cuidado. Para ello, se recomienda identificar y marcar los árboles pequeños para evitar que sean cortados o fumigados durante el deshierbe; además, el pastoreo se debe hacer en rotaciones rápidas para permitir que las plántulas alcancen un tamaño suficiente para evitar daños por el ganado. Otra estrategia consiste en recolectar semillas de árboles deseables



Este tipo de siembra y protección de árboles individuales es costoso y poco efectivo; es más eficiente identificar y proteger los árboles que se regeneran de forma natural.

y depositarlas en el comedero de modo que el ganado las coma y luego las disperse por el potrero.

Si la regeneración natural de las especies deseadas no se da porque los suelos están degradados o no hay fuentes de semillas, entonces se debe considerar la reforestación. Sin embargo, plantar árboles en potreros activos tiene una tasa baja de éxito, en especial para especies que requieren suelos fértiles o necesitan sombra, o que tienen follaje agradable para el ganado. Aunque es posible proteger los árboles del ganado con cercas individuales, esta práctica es costosa y subestima la tenacidad del ganado cuando se trata de obtener forraje, en especial durante la estación seca. Por lo tanto, si se va a optar por reforestar un potrero activo, se recomienda enfocar los esfuerzos en alguno de los tres tipos de arreglos que se describen a continuación.

**Cercas vivas:** Son una buena opción (más barata y más fácil) porque no requiere el establecimiento de estructuras especiales sino sólo la siembra de nuevos árboles a lo largo de las cercas existentes. Aunque las cercas vivas ofrecen sólo protección limitada para los árboles jóvenes, se ha demostrado que la



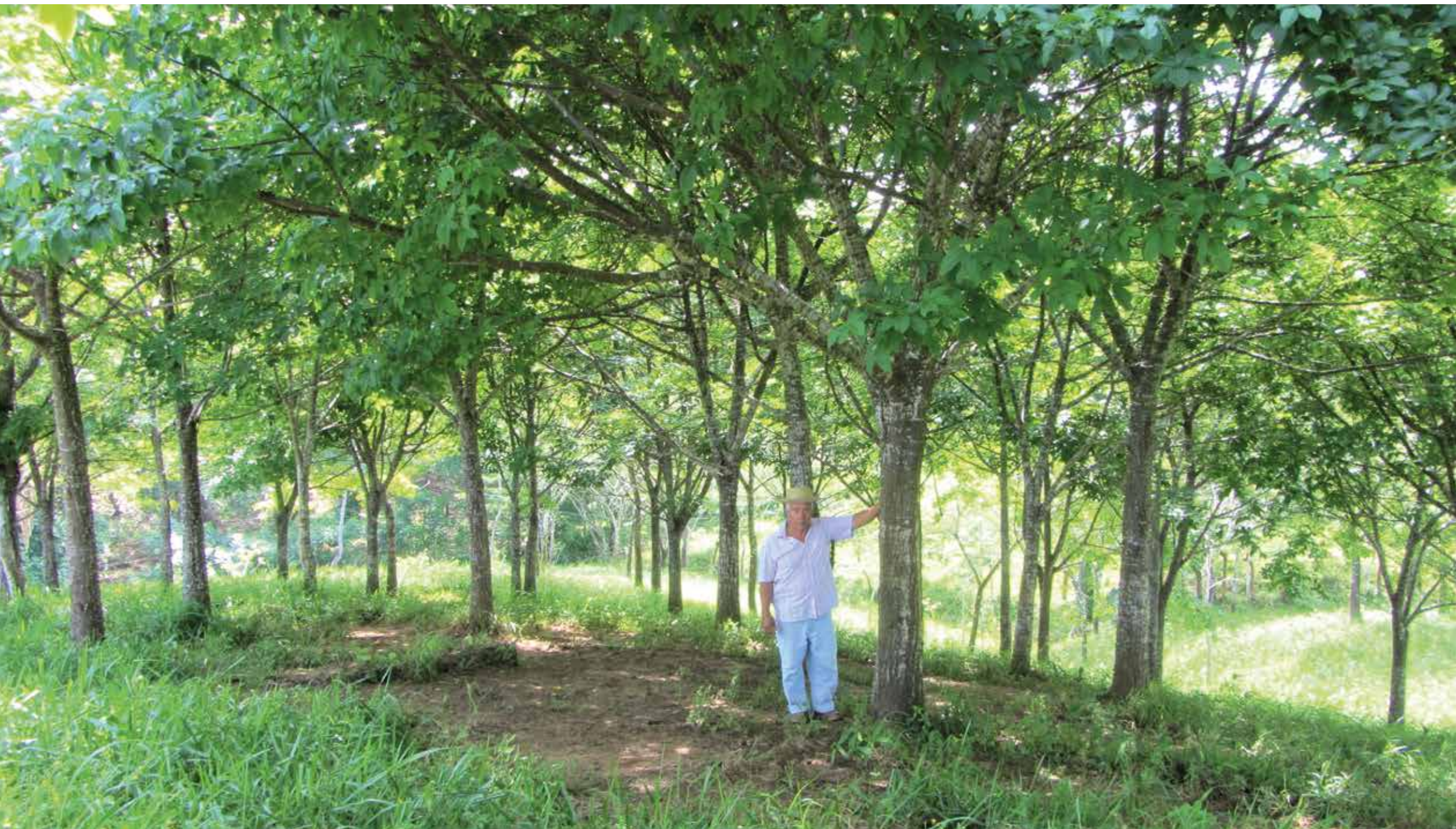
Plantar plántones dentro de una cerca viva ofrece más protección que en medio de un potrero.



Un callejón o corredor ofrece un espacio protegido para plantar árboles.

supervivencia de los árboles sembrados en estos sistemas es mayor que en medio de los pastizales (Love, Bork, & Spaner, 2009). El espacio entre árboles en las cercas vivas dependerá de las especies, y puede variar entre 6 m para especies de copa estrecha como la caoba (*Swietenia macrophylla*) y 20 m para los de copa ancha como el corotú (*Enterolobium cyclocarpum*). Además de servir como una barrera física para el ganado, las cercas vivas brindan numerosos beneficios, que incluyen alimentos, madera, forrajes, medicinas y sombra. También sirven como cortinas rompevientos y como hábitat y corredores para la vida silvestre.

**Callejones:** La opción ideal para plantar árboles es el establecimiento de callejones de 6 m protegidos con cerca. En estos corredores se pueden plantar sólo con árboles, o se pueden agregar cultivos y forrajes durante los primeros 4-5 años, hasta que los árboles se desarrollen y la sombra elimine los cultivos. Se recomienda plantar árboles que produzcan buena sombra y frutos. Una vez que los árboles superan los 2 m de altura, el callejón se puede utilizar como corredor para el tránsito del ganado por la finca, proporcionando confort bajo la sombra de árboles maderables y frutales.



Esta plantación de cedro espino (*Pachira quinata*) produce madera, pero también es un refugio para el ganado.



**Parcelas:** La reforestación en parcelas consiste en establecer las especies deseables en una plantación, ya sea de árboles maderables, frutales, o un sistema agroforestal, donde más adelante se permite el pastoreo de ganado. El objetivo de una plantación forestal es producir madera u otros productos de alto valor económico en el tiempo más corto posible. Los árboles se siembran en altas densidades, por lo general 3 x 3 m o 1,111 árboles por hectárea; la alta densidad genera competencia por la luz y esto lleva al crecimiento de troncos rectos y con pocas ramas, aumentando el valor de la madera. Los raleos (o entresacas) periódicos son necesarios para permitir el aumento del diámetro. Este tipo de manejo silvicultural, con siembras iniciales en alta densidad y raleos prescritos, es necesario para generar un balance entre competencia y crecimiento y obtener madera de alta calidad. Las plantaciones de árboles frutales tienen un manejo diferente, con espacios más amplios de 6 x 6 m o 9 x 9 m según la especie, pues se busca crecimiento lateral y no en altura con el fin de facilitar el manejo y cosecha.

La competencia por la luz entre plántones también se puede generar en sistemas agrosucesionales (o taungya), que son los que integran árboles y arbustos con cultivos agrícolas o pecuarios de manera secuencial en el tiempo. En estos sistemas se pueden aprovechar los surcos entre árboles de un cultivo forestal para sembrar cultivos agrícolas durante los años iniciales cuando el nivel de luz lo permite. Así se aprovechan valores agregados, tanto el espacio como los cuidados brindados a la plantación forestal, para producir alimentos y otros productos a lo largo del tiempo y se recupera parte de la inversión inicial. En este sistema, los árboles sembrados en baja densidad se pueden intercalar con cultivos de porte alto como caña, maíz o guandú, lo que obliga a los árboles a crecer más alto en busca de luz. Es importante anotar que los primeros cinco años de una plantación requieren un manejo intensivo con el fin de asegurar que los árboles alcancen la altura necesaria para no sufrir daños por pisoteo o ramoneo una vez se permita la entrada del ganado.

Una de las ventajas de combinar cultivos con árboles es que las tasas de supervivencia y crecimiento de los árboles son más altas que si se siembran solos (Lechner, 2018). Algunos cultivos recomendados para la etapa temprana de los sistemas agrosucesionales son maíz, frijol, guandú, plátano y papaya, y especies forrajeras como caña de azúcar, pastos de corte, botón de oro y maíz. Por supuesto, estos se cultivan a corto plazo hasta que los árboles crecen y sus copas generan un nivel de sombra que impide su crecimiento. En ese momento

Foto página anterior: Ejemplo de un sistema agrosucesional con árboles maderables y cultivos de maíz y frijol.



2012

Evolución de una parcela agrosucesional sembrada inicialmente con árboles y cultivos en 2012 (arriba), y convertida en un sistema silvopastoril seis años después en 2018 (abajo).

2018



se puede hacer una poda y raleo de los árboles para permitir el ingreso de luz al sotobosque y transformar la parcela, ya sea en un sistema silvopastoril si se siembra pasto y se elimina la cerca, o en un sistema agroforestal si se siembra café, cacao o algún otro cultivo de sombra. Si se busca producir troncos rectos y gruesos de buen volumen y calidad para el mercado forestal, es necesario hacer podas y raleos regulares. Según la especie y el crecimiento, la madera se podrá cosechar a los 15-40 años para generar unos ingresos, pero siempre conservando algunos árboles dispersos en el potrero para conservar algún nivel de sombra. En conclusión, el sistema agrosucesional tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo, y es una alternativa económica y eficiente para integrar más árboles en un potrero.

Al seleccionar las especies de árboles para los potreros, es importante considerar tanto su valor ecológico como social. Por ejemplo, se deben usar especies que se adapten bien a las condiciones difíciles de los potreros: suelos degradados y secos y plena exposición a la luz. Los árboles leguminosos son ideales porque fijan nitrógeno y mejoran los suelos. Algunos ejemplos son guachapalí (*Albizia saman*), cocobolo (*Dalbergia retusa*), quira (*Platymiscium pinnatum*), algarobo (*Hymenaea courbaril*) y coral (*Ormosia macrocalyx*). También se deben usar especies multipropósito que generen beneficios varios como sombra, fruta, forraje, madera y fertilización de suelos. La Tabla 5.1 tiene especies recomendadas según el tipo de arreglo de siembra.

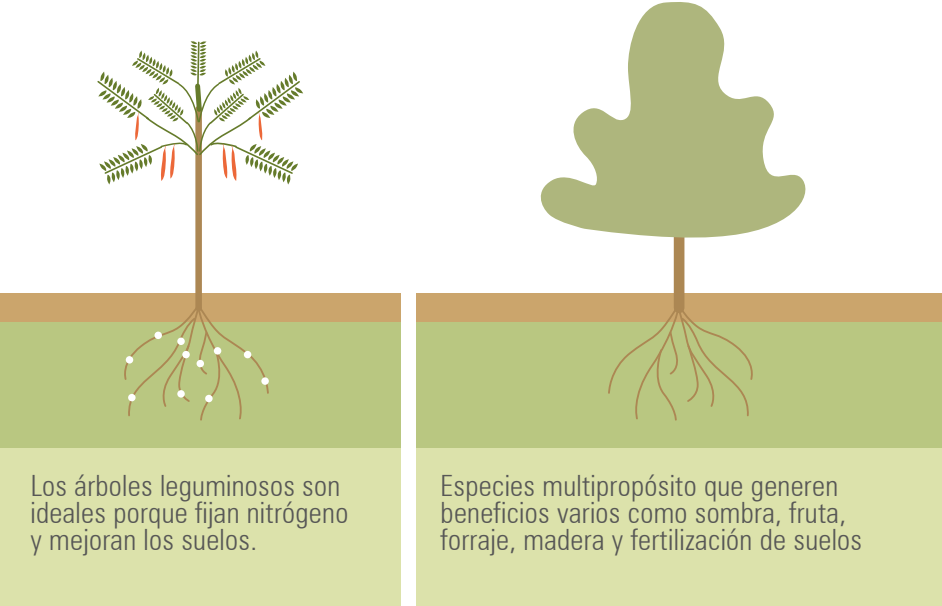


Tabla 5.1 - Especies sugeridas según el tipo de arreglo

| Tipo de arreglo      | Especies sugeridas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Regeneración natural | <b>Árboles</b><br>Cedro amargo ( <i>Cedrela odorata</i> )<br>Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )<br>Macano ( <i>Diphyssa americana</i> )<br>Corotú ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> )<br>Guácimo ( <i>Guazuma ulmifolia</i> )<br>Guayabo ( <i>Psidium guajava</i> )                                                                                                    | <b>Palmas</b><br>Palma corozo ( <i>Acrocomia aculeata</i> )<br>Palma real ( <i>Attalea butyracea</i> )<br><br><b>Plantas</b><br>Pega-pegas ( <i>Desmodium spp.</i> )<br>Miao de yegua ( <i>Calopogonium mucunoides</i> )                                                                                                                                                                     |
|                      | <b>Cercas vivas</b><br><b>Estacas vivas</b><br>Carate ( <i>Bursera simaruba</i> )<br>Calabazo ( <i>Crescentia cujete</i> )<br>Macano ( <i>Diphyssa americana</i> )<br>Palo pito ( <i>Erythrina berteroana</i> )<br>Balo ( <i>Gliricidia sepium</i> )<br>Coquillo ( <i>Jatropha curcas</i> )<br>Jobo ( <i>Spondias mombin</i> )<br>Ciruelo ( <i>Spondias purpurea</i> ) | <b>Plantones (desagradable para el ganado)</b><br>Marañón ( <i>Anacardium occidentale</i> )<br>Guanábana ( <i>Annona muricata</i> )<br>Toreta ( <i>Annona purpurea</i> )<br>Nance ( <i>Byrsonima crassifolia</i> )<br>Limón, naraio, etc. ( <i>Citrus spp.</i> )<br>Satra ( <i>Garcinia intermedia</i> )<br>Guabo machete ( <i>Inga spectabilis</i> )<br>Nispero ( <i>Manilkara zapota</i> ) |
| Callejones           | <b>Leguminosas</b><br>Guachapalí ( <i>Albizia saman</i> )<br>Harino ( <i>Andira inermis</i> )<br>Cabimo ( <i>Copaifera aromatica</i> )<br>Cocobolo ( <i>Dalbergia retusa</i> )<br>Algarobo ( <i>Hymenaea courbaril</i> )<br>Guabo machete ( <i>Inga spectabilis</i> )<br>Coral ( <i>Ormosia macrocalyx</i> )<br>Quira ( <i>Platymiscium pinnatum</i> )                 | <b>No Leguminosas</b><br>Guanábana ( <i>Annona muricata</i> )<br>Caimito ( <i>Chrysophyllum cainito</i> )<br>Satra ( <i>Garcinia intermedia</i> )<br>Nispero ( <i>Manilkara zapota</i> )<br>Guayabo ( <i>Psidium guajava</i> )<br>Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )<br>Guayacán ( <i>Tabebuia guayacan</i> )<br>Roble ( <i>Tabebuia rosea</i> )                                         |
|                      | <b>Parcelas</b><br><b>Maderables</b><br>Guachapalí ( <i>Albizia saman</i> )<br>Cedro amargo ( <i>Cedrela odorata</i> )<br>Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )<br>Cocobolo ( <i>Dalbergia retusa</i> )<br>Algarobo ( <i>Hymenaea courbaril</i> )<br>Quira ( <i>Platymiscium pinnatum</i> )<br>Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )                                     | <b>Frutales</b><br>Guanábana ( <i>Annona muricata</i> )<br>Caimito ( <i>Chrysophyllum cainito</i> )<br>Limón, naraio, etc. ( <i>Citrus spp.</i> )<br>Guabo machete ( <i>Inga spectabilis</i> )<br>Nispero ( <i>Manilkara zapota</i> )<br>Aguacate ( <i>Persea americana</i> )<br>Guayabo ( <i>Psidium guajava</i> )                                                                          |

**Advertencia:** No se recomienda plantar plantones en medio del potrero por el alto riesgo de ser dañados o consumidos por el ganado. La protección de los arbolitos individuales con corrales, cercas y otras estructuras es costosa y no garantiza su supervivencia.



El uso de cartón viejo como mantillo es un método barato y efectivo.

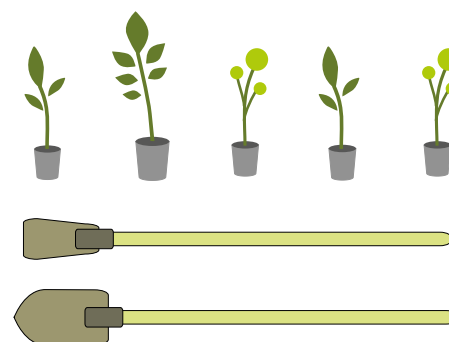


Terberos pastando en una plantación de madera de tres años con árboles de cocobolo (*Dalbergia retusa*).

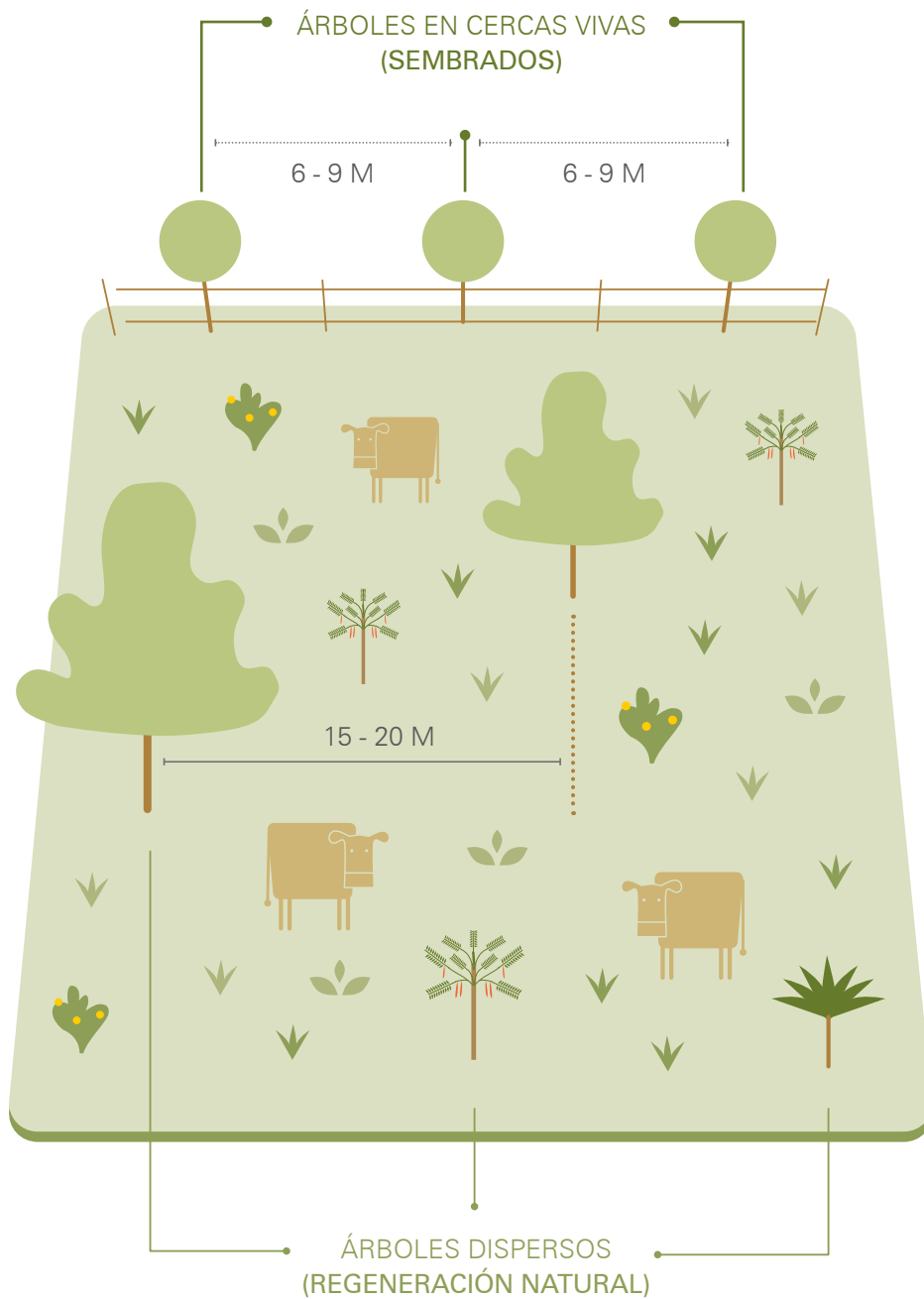
Cuando se establecen árboles en potreros, es importante hacerlo de manera gradual, no más de una hectárea por año, y empezar siempre por las áreas más degradadas, especialmente las zonas con pendientes y los ojos de agua. El primer paso es cercar usando postes muertos ubicados a intervalos de 3 m y tres cuerdas de alambre para establecer la cerca y luego entre ellos se siembran estacas vivas a cada metro con una mezcla de especies diversa. Luego se usa el ganado para hacer un sobrepastoreo con el fin de aprovechar el pasto y remover las malezas. El sobrepastoreo ayuda a controlar los pastos mejorados que son muy agresivos y pueden competir con la regeneración natural. Opcional: La competencia vegetativa también se puede eliminar fumigando con glifosato siempre y cuando se haga un uso prudente. También es importante hacer control de la hormiga arriera en el área, ya sea con insecticida o prácticas ecológicas, para prevenir el ataque a los plantones pequeños lo que puede llevar a una alta mortalidad. Para la siembra, se miden las distancias y se marcan los puntos de siembra con estacas de madera.

## Establecimiento

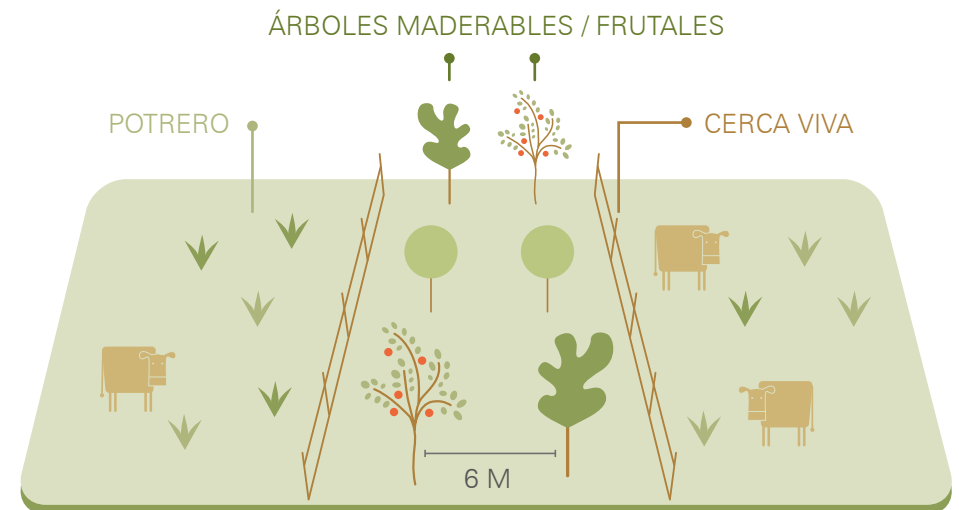
Revise la sección **Establecimiento** en el Capítulo I para conocer las mejores prácticas para plantar árboles.



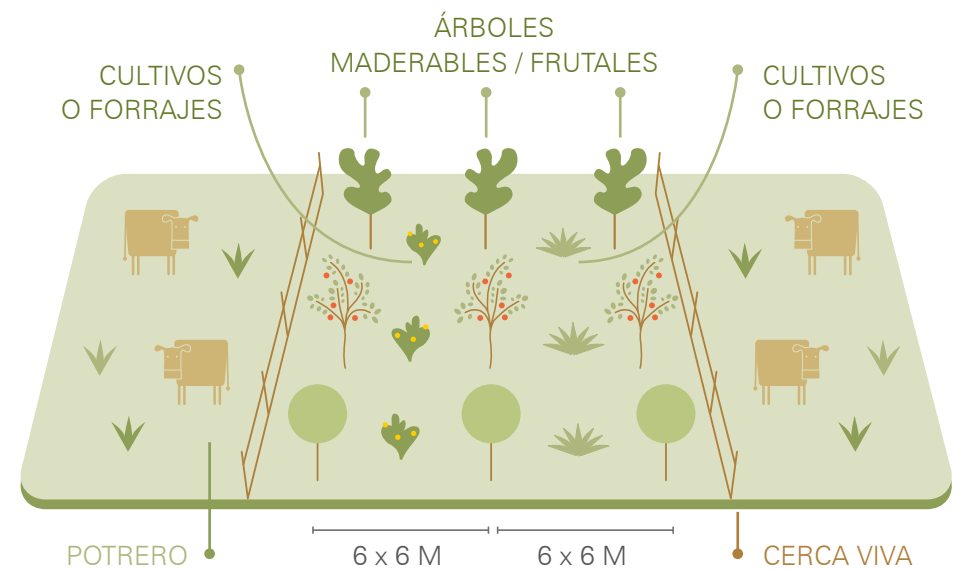
## Árboles en potreros



## Árboles en callejón o corredor



## Árboles en parcelas



## Monitoreo

Para toda siembra se debe registrar la fecha, ubicación y especies sembradas; esto permite hacer una evaluación de la tasa de mortalidad, el crecimiento y cualquier ataque de plagas. Para encontrar los plantones más fácilmente, se pueden marcar poniendo una estaca de madera o PVC. El monitoreo de plantones se debe hacer como mínimo cada dos semanas durante el primer año, para observar los avances y tomar medidas de protección ante la sequía o las plagas. Los plantones muertos deben ser reemplazados lo más pronto posible antes del 15 de agosto; después de esa fecha es necesario el riego debido a la sequía, lo que aumenta los costos.

La regeneración natural de árboles en pastizales también requiere monitoreo. Se deben marcar los árboles deseados con cinta de color y comunicar claramente a los trabajadores contratados que ciertos arbustos y árboles no deben ser eliminados. Además, conviene hacer un inventario de los árboles que se regeneran naturalmente para así saber cuáles especies no necesitan ser sembradas y ayudar a reducir los costos. Otra forma de propagar las especies deseadas que no se están regenerando en los pastizales es recolectar las semillas y dárselas de comer al ganado para que éste las disperse.

## Manejo

La reforestación con árboles maderables es una inversión a largo plazo que requiere cuidados y mantenimiento al menos durante los primeros 5 años. La estación seca es especialmente crítica pues aumenta el riesgo de incendios y de que el ganado dañe los árboles cuando escasea el forraje. Las barreras o rayas cortafuegos y las cercas bien establecidas son entonces fundamentales para la protección de los árboles. Se deben fertilizar los árboles a principios de noviembre, aplicando 100 g (o un tercio de una lata de soda o cerveza) de fertilizante químico u orgánico a 20 cm del tronco, y en la parte superior de la pendiente. También es necesario hacer podas y raleos, y controlar plagas como hongos, polillas barrenadoras, y arrieras como se hace con otros cultivos. Las podas se deben hacer en época seca para evitar infecciones y el crecimiento de hongos en los cortes. Las podas se hacen a alguna distancia del tronco principal y no a ras, cortando debajo de la primera rama y siempre de arriba hacia abajo para evitar pelar la corteza o causar heridas grandes. Para árboles más altos de 3 m, las podas requieren una escalera o un serrucho con barra de extensión. El raleo es fundamental para el desarrollo de árboles con buen diámetro y alto valor comercial. Se debe hacer cuando las copas de los árboles empiezan a



Los callejones de árboles requieren que se mantengan las cercas y un deshierbe regular para proteger y permitir el crecimiento de los árboles.



En los árboles de caoba, la polilla barrenadora (*Hypsipyla grandella*) ataca el brote principal, generando daños indeseables en el tronco, así que se recomienda no sembrar más de 20 plantones por hectárea.



Con un manejo silvicultural correcto, las plantaciones de madera se pueden utilizar para producir madera, pero también sirven para el pastoreo del ganado como un sistema silvopastoril.



La poda es esencial para el manejo de árboles maderables, frutales y forrajeros.



La poda de árboles de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) disminuye la sombra y facilita el crecimiento del pasto. Además, aumenta los brotes del árbol que es un forraje rico en proteínas.

tocarse, porque esto indica que también hay competencia a nivel de las raíces y la eliminación de algunos árboles libera espacio para el desarrollo rápido de los que quedan. En el raleo se eliminan los árboles de crecimiento más lento y los que tienen muchas ramas, bifurcaciones e imperfecciones, y se conservan los que tienen trocos más rectos y vigorosos.

El manejo de la regeneración natural en pastizales y otras áreas es importante para lograr los beneficios relacionados con los árboles. Por ejemplo, los arbustos y árboles forrajeros deben podarse para que no crezcan más de cuatro pies de altura y estén fuera del alcance del ganado. Aunque los árboles forrajeros pueden crecer muy pegados, necesitan un raleo anual para evitar la competencia con los pastos y otras plantas forrajeras. Los árboles frutales y de sombra deben ralearse con regularidad, de modo que la separación entre ellos sea de 15 a 30 m, según las especies y el tamaño de la copa. Por ejemplo, debe haber 15 m entre árboles de guácimo y 30 m entre árboles de corotú y guachapalí. Por último, se deben podar las ramas inferiores de los grandes árboles de sombra para evitar que la sombra excesiva afecte el pasto.

## Costos

Plantar árboles es costoso y por lo tanto debe ser la última opción para aumentar la cobertura forestal. La Tabla 5.2 presenta los precios de los materiales necesarios para establecer una hectárea de árboles maderables y frutales combinados con cultivos. Note que no se incluyen ni la mano de obra ni los costos del mantenimiento intensivo que se necesitan durante los primeros cinco años.

Tabla 5.2. Costos de reforestación para el establecimiento de 1 hectárea de árboles

| Materiales                                                                                     | Costo por unidad (USD) | Unidades | Total               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|---------------------|
| Alambre (rollo)                                                                                | \$40.00                | 4        | \$160.00            |
| Grapas (libra)                                                                                 | \$1.15                 | 3        | \$3.45              |
| Postes muertos                                                                                 | \$2.00                 | 100      | \$200.00            |
| Fertilizante NPK 12-24-12 (quintal)*                                                           | \$38.00                | 3        | \$114.00            |
| Glifosato (litro)**                                                                            | \$4.50                 | 4        | \$18.00             |
| Plantones                                                                                      | \$1.00                 | 1111     | \$1,111.00          |
| <b>TOTAL</b><br>(plantado a 3 x 3m = 1111 plantones maderables)                                |                        |          | <b>\$1,606.45</b>   |
| <b>TOTAL</b><br>(plantado a 6 x 6 m = 277 plantones frutales)                                  |                        |          | <b>\$684.67 ***</b> |
| <b>TOTAL</b><br>(plantado a 10 x 10 m=100 plantones mixtos dentro de cercas vivas, callejones) |                        |          | <b>\$490.95 ***</b> |

\* Puede ser reemplazado por abono o material orgánico

\*\* Puede ser reemplazado por un sobrepastoreo del ganado y/o deshierbe manual

\*\*\* La cantidad de fertilizante y glifosato variará dependiendo de si son 277 o 100 plantones.



El árbol no debe ser el enemigo del ganadero; al contrario, puede ser un gran aliado para mejorar los sistemas de cría de ganado y conservar los ecosistemas.

## Consideraciones finales

- Para implementar cambios en la finca se debe empezar siempre con un plan de manejo, que requiere de un diagnóstico inicial a través de la calificación de varios indicadores productivos y ecológicos. Después de analizar los resultados, los esfuerzos se deben enfocar en mejorar los aspectos con las calificaciones más bajas. Un plan de trabajo ayuda a planificar las acciones y materiales necesarios para implementar los diferentes componentes de un sistema silvopastoril (SSP).
- Implementar los cinco componentes de un sistema silvopastoril descritos aquí en un área de tres hectáreas tendrá un costo aproximado de \$5,500.00. Este precio incluye los materiales para el establecimiento del acueducto ganadero, el banco de forraje y la protección de las fuentes de agua, pero no la mano obra. A partir de allí, el costo de implementación para cada tres hectáreas adicionales será aproximadamente \$2,500.00, es decir \$833.00 por hectárea.
- Como la inversión en recursos y materiales para transformar una finca convencional en un SSP es alta, el proceso debe ser gradual, logrando pequeños cambios todos los años. Dividir un proyecto grande en partes más pequeñas hace que estos cambios sean más fáciles de lograr.

# Bibliografía

Amézquita, M. C., Murgueitio, E., Ibrahim, M. A., & Ramírez, B. 2010. Carbon sequestration in pasture and silvopastoral systems compared with native forests in ecosystems of tropical America. *Grassland Carbon Sequestration: Management, Policy and Economics* 11, 153–161.

Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2004. Programa de Acción Nacional de Lucha Contra La Desertificación y Sequía en Panamá. Panamá.

Connelly, A., & Shapiro, E. 2006. Smallholder agricultural expansion in La Amistad Biosphere Reserve: Perceived vs. real impacts of cacao and cattle. *Journal of Sustainable Forestry* 22, 115-141.

Consejo Nacional del Agua. 2018. Disponibilidad para sectores productivos ante un clima cambiante. Consejo Nacional del Agua, Panamá. Gobierno Nacional - Panamá.

Cortez, A. 2015. El agua se agota y la ganadería sufre. La Prensa.

Gaceta Oficial. 1994. Ley Forestal (Decreto de Ley 1, 1994): Artículo 23. Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). Panamá.

Garen, E. J., Saltonstall, K., Ashton, M., Slusser, J., Mathias, S., & Hall, J. 2011. The tree planting and protecting culture of cattle ranchers and small-scale agriculturalists in rural Panama: opportunities for reforestation and land restoration. *Forest Ecology and Management* 261, 1684-1695.

Harvey, C. A. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44, 37-68.

Heckadon, S. 2009. De Selvas a Potreros: La Colonización Santeña en Panamá 1850–1980. Exedra Books. Panamá.

Lechner, J. 2018. Reforesting Tropical Dry Forest in Panama with Native Tree Species: Comparing Height, Basal Area and Survival-rate of Conventional vs. Agroforestry Methods. Institute of Forest Management of the Technical University of Munich.

Love, B., & Spaner, D. 2008. A Survey of Small-Scale Farmers Using Trees in Pastures in Herrera Province, Panama. *Journal of Sustainable Forestry* 20, 37-65.

Love, B., Bork, E., & Spaner, D. 2009. Tree seedling establishment in living fences: a low-cost agroforestry management practice for the tropics. *Agroforestry Systems* 77, 1–8.

Ministerio de Ambiente de Panamá (MiAmbiente). 2017. Informe Final del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra 2012. Panamá.

Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., & Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261, 1654-1663.

Pezo, D., & Ibrahim, M. 1999. *Sistemas Silvopastoriles*. Turrialba: CATIE.

Rice, R., Greenberg, R. 2004. Silvopastoral systems: ecological and socioeconomic benefits and migratory bird conservation. In: Schroth, G., da Fonseca, G., Harvey, C., Gascon, C., Vasconcelos, H., Izac, A. (Eds.), *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, Washington, 453–472.

Ríos, V. 2019. Ganaderos santeños reportan muertes de animales por sequía. La Prensa.

Slusser, J., & Santamaría, S. 2016. Fortalecimiento de las capacidades de productores pequeños para implementar la ganadería sostenible: la experiencia de la Asociación de Productores Pecuarios y Agrosilvopastoriles de Pedasí (APASPE). En Ceccon, E. & Perez, D. *Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales en América Latina y el Caribe*. Buenos Aires, Argentina. 301-314.

Slusser, J., Calle, A., & Garen, E. 2014. Increasing local capacities in rural Panama. *European Tropical Forest Resource Network* 56, 160-166.

Slusser, J., Calle, A., & Garen, E. 2015. Sustainable ranching and restoring forests in agricultural landscapes, Panama. *European Tropical Forest Resource Network* 57, 31-38.

Steinfeld, H. P. 2006. *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Rome: FAO.

LA PUBLICACIÓN DE ESTA GUÍA  
FUE POSIBLE GRACIAS A:

La Fundación Conservación, Alimentos y Salud (Conservation Food and Health Foundation CFH) busca proteger los recursos naturales, mejorar la producción y distribución de alimentos y promover la salud pública en Asia, África, América Latina y el Medio Oriente. La fundación ayuda a desarrollar la capacidad de organizaciones y coaliciones con subvenciones que apoyan la investigación o mejoran el aprendizaje y la generación de soluciones locales a problemas complejos.



La Iniciativa de Liderazgo y Capacitación Ambiental (ELTI, por sus siglas en inglés) capacita y apoya a personas de todos los sectores y orígenes para restaurar y conservar los paisajes forestales tropicales utilizando estrategias que apoyan la biodiversidad y los medios de vida.

ELTI ES UN PROGRAMA DE:

**Yale SCHOOL OF THE ENVIRONMENT**  
*The Forest School*

La Escuela del Medio Ambiente (YSE, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Yale. Fundada en 1900 y conocida internacionalmente por su excelencia, la escuela ofrece maestrías y programas de doctorado y sirve como un lugar para la investigación de problemas ambientales locales, regionales y globales.

CON EL GENEROSO APOYO DE:



Arcadia apoya el trabajo para preservar el patrimonio cultural en peligro, proteger los ecosistemas en peligro y promover el acceso al conocimiento. Su objetivo es defender la complejidad de la cultura humana y el mundo natural, para que las generaciones venideras puedan construir un futuro vibrante, resiliente y verde.



Este libro  
se terminó de imprimir  
en el mes de mayo de 2022  
en los talleres Especial Impresores  
Medellín . Colombia.  
500 ejemplares

Se utilizaron papeles  
propal mate 350 gr  
y propalmate 115 gr



ISBN: 978-9962-17-043-3



9 789962 170433

