



Sistemas Agroforestales en áreas secas en el Departamento de Cochabamba: caracterización y descripción



Título:

Sistemas Agroforestales en áreas secas del Departamento de Cochabamba: caracterización y descripción

Deposito Legal: 4-1-2437-14

ISBN: 978-99974-836-0-7

Personas que participaron en la elaboración de esta publicación:

Familias productoras: Abraham Chacón (Colomi); Rafael Peredo (Colomi); Claudio Pinto Teronzo (Colomi); Walter Angulo (Capinota); Juan Pereira de la Fuente (San Benito); Leónidas Colque (Pairumani - Tiraque); Simón Carvajal (Sipe Sipe); Noemi Stadler-Kaulich (Combuyo - Vinto); Limber Zeballos (Sacabamba); Vladimir Rojas (Sacaba); Thika Hinojosa y Ronald Patzi (Huancarani - Sipe Sipe); Claudia Heid y David Tovar (Montecillo – Tiquipaya); Eusebio Gutiérrez (Aiquile) y Wilder Zurita (Sacabamba).

Personal técnico: Iván Magne y Jaime Arancibia (Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Caine); José Sánchez Ponce y Jhonny Vela (Granja Modelo Pairumani); Ruddy Meneses (Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”); Félix Rodríguez (PROINPA); Jhonny Torrico (CIPCA); Rosario Rea (Municipio de Capinota); Jans Padilla (Municipio de Colomi); Juan Carlos Ortega (Ex técnico Radio Esperanza, actualmente técnico de la Fundación AGRECOL Andes); Marcelina Alarcón y Freddy Vargas Aguilar (Parroquia San Pedro de Sipe Sipe).

Redacción:

Noemi Stadler- Kaulich

Jocelijn François

Diego Barreiro

Revisión:

Anne Piepenstock

Johannes Brunner

José Sánchez Ponce

Imágenes:

Adriano Fernández y Claudia Arzabe

Dibujos:

Noemi Stadler – Kaulich

Edición, diseño y diagramación:

Unidad de Comunicación y Relaciones Públicas del Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO)

Fotografías:

Diego Barreiro, Johannes Brunner, Adriano Fernández, Jocelijn François y Noemi Stadler- Kaulich.

Octubre, 2014

NOTA: La GIZ promueve y aplica el enfoque de Género en todas sus acciones. En el presente documento en varios casos se emplea la forma genérica del masculino, que incluye por igual a hombres y mujeres.

Esta permitida la reproducción, para usos no comerciales, con la mención de la fuente.

ÍNDICE

PRÓLOGO	3
RESUMEN.....	4
PARTE A: CONTEXTO	
1. ANTECEDENTES.....	7
1.1 Marco técnico agronómico.....	7
1.2 Marco legal e institucional	10
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	11
2.1 Alcance del estudio.....	11
2.2 Selección de parcelas.....	12
2.3 Pasos del estudio	13
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	15
4. LAS INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN LA PROMOCIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES	19
4.1 Descripción de las instituciones	19
4.2 Metodologías y herramientas aplicadas en la promoción de sistemas agroforestales: experiencias institucionales.....	21
5. ANTECEDENTES DE LAS FAMILIAS AGRICULTORAS INVOLUCRADAS	28
6. RESULTADOS OBTENIDOS	30
6.1 Sistemas agroforestales identificados.....	30
6.2 Los motivos.....	32
6.3 La instalación de la parcela	33
6.4 El manejo de la parcela	34
6.5 Conclusiones	36
6.5.1 Conclusiones y recomendaciones para futuros estudios o sistematizaciones	36
6.5.2 Conclusiones y recomendaciones para la promoción de los sistemas agroforestales en zonas semiáridas	37
7. RECOMENDACIONES Y PAUTAS TÉCNICAS PARA EL MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES	40
7.1 Beneficios de árboles y arbustos.....	40

7.1.1 Árboles y arbustos: una herramienta para la producción sostenible.....	40
7.1.2 Árboles y arbustos garantizan la fertilidad del suelo.....	41
7.1.3 La relación entre la diversidad y la sanidad vegetal	42
7.1.4 Los Incas comprobaron la agroforestería en la adaptación al cambio climático.....	43
7.2 Método y costos de la implementación de parcelas agroforestales.....	43
7.2.1 La planificación.....	43
7.2.2 La preparación de la parcela	44
7.2.3 La plantación	45
7.2.4 El manejo.....	46
7.2.5 La poda.....	46
7.2.6 Costos de la implementación.....	47

PARTE B: ESTUDIOS DE CASO

1. INTRODUCCIÓN.....	52
2. DESCRIPCIÓN DE LAS PARCELAS	54
2.1 Sistemas con arreglo linear	54
2.1.1 Cercas vivas	54
2.1.2 Cultivos en callejones o Alley Cropping.....	68
2.1.3 Árboles asociados a estructuras de conservación de suelos.....	75
2.2 Sistemas deliberados	83
2.2.1 Cultivos bajo cubierta arbórea	83
2.2.2 Animales y pastos bajo cubierta arbórea.....	96
2.2.3 Huertos familiares.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	120
GLOSARIO	123
ANEXO I: Descripción de las principales especies acompañantes.....	126

PRÓLOGO

Los sistemas agroforestales que están difundidos en diversos agrosistemas, principalmente en la zona tropical en Bolivia, contribuyen a un mejor manejo de los suelos, del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad. Asimismo, generan resiliencia del sistema productivo y disminuyen la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

En la región de los valles secos interandinos de Bolivia existe una acentuada desertificación de suelos, un excesivo sobrepastoreo y parcelamiento creciente, aspectos que afectan la sostenibilidad productiva y la seguridad alimentaria. Los sistemas productivos de esta región se caracterizan por el uso insostenible de los recursos como el suelo, el agua y la vegetación arbustiva. Frente a esta realidad, instituciones y productores del medio han buscado nuevas alternativas que permitan una producción más estable, dando al suelo mayor equilibrio y protección; los sistemas agroforestales son practicados como alternativa con diferentes objetivos y necesidades en esta zona.

La Red ECO-SAF (Espacio Compartido en Sistemas Agroforestales) agrupa en torno a los sistemas agroforestales a instituciones públicas, privadas y productores a nivel nacional promoviendo, transmitiendo y desarrollando nuevas prácticas ambientalmente sostenibles, económicamente viables y socialmente justas en los diferentes ecosistemas de Bolivia, principalmente en los valles secos interandinos.

Este documento presenta una síntesis inicial del estado del arte de los sistemas agroforestales en los valles secos interandinos del Departamento de Cochabamba, caracterizándolos según el tipo de arreglo espacial y de origen. También, se plantean recomendaciones y pautas técnicas para su manejo, y se detallan las principales especies acompañantes. Asimismo, son presentadas dentro de este trabajo, las instituciones que en la actualidad están impulsando este sistema productivo, al describir las actividades que desarrollan.

La metodología empleada para este propósito fue participativa y de mutua retroalimentación, recuperando en un diálogo abierto los aportes de los técnicos de instituciones y de las familias agricultoras, determinando así el alcance y prioridades del estudio.

Esta iniciativa constituye un importante punto de partida, una guía, y un impulso para poder sumar esfuerzos en beneficio del conocimiento y desarrollo de los sistemas agroforestales

Finalmente, agradecemos el apoyo vivo de la Cooperación Técnica Alemana, a través del Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO) quien ha posibilitado los recursos económicos necesarios para que la red ECO-SAF pueda llevar adelante esta importante labor. De igual manera, expresamos nuestro agradecimiento a las familias de productores y técnicos de las diferentes instituciones que cooperaron desinteresadamente, para que este estudio de base sea una realidad.

José F. Sánchez Ponce Ph.D.

Coordinador Nacional de la Red ECO-SAF

RESUMEN

Las experiencias con sistemas agroforestales en la zona tropical húmeda de Bolivia sugieren que pueden ser una alternativa válida para los sistemas agropecuarios en las zonas secas, que son caracterizados por su baja producción a causa de la degradación del suelo, desertificación, las condiciones climáticas actuales y otros factores. Con base en ello, se ha decidido realizar el diagnóstico de sistemas agroforestales en la zona seca del departamento de Cochabamba, con la visión de ampliar el mismo hacia otras zonas en el futuro.

Los objetivos del diagnóstico son i) Identificar a los actores institucionales involucrados en la promoción y difusión de sistemas agroforestales y describir sus metodologías de intervención; ii) Caracterizar a los sistemas agroforestales analizados, en base a factores técnicos, socio económicos y de adaptación al cambio climático para contar con insumos para la promoción en las zonas secas.

El diagnóstico fue realizado en coordinación con la Red ECOSAF y PROAGRO. Para ello, se ha realizado visitas a 18 parcelas agroforestales, de las cuales 7 fueron instaladas con apoyo institucional. De cada parcela, se entrevistó al dueño y/o la dueña, al técnico, en el caso de apoyo institucional, y se ha realizado un análisis técnico de la parcela.

En el marco de este diagnóstico, no se ha podido identificar municipios que trabajen activamente en la promoción y el acompañamiento de sistemas agroforestales. Las organizaciones no gubernamentales que sí trabajan son: la Obra episcopal de la Iglesia católica alemana para la cooperación al desarrollo (MISEREOR), a través de organizaciones socias que forman parte de la Plataforma Nacional de Suelos (el Proyecto SARA, la Parroquia de Sipe Sipe, la Radio Esperanza de Aiquile, entre otros), la Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Caine (MMCC), la Red ECOSAF, a través de la Granja Modelo Pairumani, el Centro de Investigación en Forrajes “la Violeta” (CIF), y el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA).

La Granja Modelo Pairumani y CIF tienen entre sus objetivos institucionales la investigación, mientras que MISEREOR, la MMCC y CIPCA buscan incidir de forma directa en las condiciones de vida de las familias agricultoras a través de la introducción de sistemas agroforestales. Estas últimas instituciones trabajan a nivel de las familias, donan total o parcialmente insumos como plantines y pasto falaris, además de materiales para la protección y realizan un acompañamiento al manejo.

Se ha encontrado tres tipos de sistemas agroforestales tradicionales, es decir, sistemas que no han sido introducidos con el apoyo de instituciones: la producción de guindo como cerco vivo en Colomi, la de vid sobre árboles de molle, alrededor de los campos agrícolas en Capinota y la producción de durazno en hileras en combinación con fajas en rotación de papa o flores en San Benito. En todos los casos se trata de especies introducidas (guindo, vid y durazno).

Las familias productoras que establecieron sistemas agroforestales con ayuda de instituciones (la comunidad de Pairumani en Tiraque y los casos de Aiquile, Sacabamba y Sipe Sipe) generalmente producían de forma convencional con aplicación de agroquímicos y fertilizantes químicos, sin realizar medidas de conservación de suelos y sin manejar árboles como parte integral de su sistema. Las familias agricultoras de Combujo, Sacaba, Montecillo y Huancarani decidieron, por iniciativa propia, instalar sistemas agroforestales.

Las personas involucradas en el manejo de sistemas agroforestales son generalmente caracterizadas por su edad avanzada y sus ganas de experimentar y aprender.

Las razones importantes para cambiar de un sistema productivo convencional a un sistema agroforestal son el grado de degradación del suelo, las visitas a parcelas agroforestales, la participación en talleres prácticos, la influencia y/o el apoyo práctico de instituciones o personas privadas con experiencia en la temática y la intensificación de la producción en el predio, mediante la incorporación de árboles frutales en el sistema productivo. Las familias productoras con sistemas agroforestales apuntan sobre todo al mejoramiento de la productividad de la parcela, a la alimentación saludable para la familia, a la diversificación de la producción, a experimentar con nuevas especies y asociaciones, a obtener la experiencia de cultivar la tierra de buena manera, ver crecer las plantas y crear un ambiente sano y agradable.

Durante la instalación y el manejo de sistemas agroforestales se ven varios problemas, entre los cuales están: la falta de mano de obra, el suelo duro que dificulta la hoyación, las hormigas que atacan los plantines recién plantados, la falta de conocimiento sobre un manejo adecuado de la parcela agroforestal, que incluye la poda, con el fin de asegurar la productividad y la falta de un sucesor que maneje la parcela en el futuro.

También, se vieron buenas prácticas en la instalación y en el manejo de parcelas agroforestales como la reproducción de plantas en la misma parcela, la plantación de especies nativas, la alta diversidad, la plantación de árboles según curvas de nivel, la incorporación de material orgánico alrededor de los árboles, los sistemas de riego eficientes y trabajar con enfoque integral a partir de líderes campesinos.

Los sistemas agroforestales identificados en este estudio fueron caracterizados de la siguiente manera: 1) Sistemas con arreglo lineal: a) Cercas vivas (Colomi, Capinota), b) Cultivo en callejones (Pairumani – Vinto, San Benito), c) Árboles asociados a estructuras de conservación de suelos, barreras vivas sobre curvas de nivel (Pairumani – Tiraque, Sipe Sipe); y 2) Sistemas deliberados: a) Cultivos bajo cubierta arbórea (Combujo), b) Animales y pastos bajo cubierta arbórea (Sacabamba, Combujo) y c) Huertos familiares (Sacaba, Huancarani, Montecillo, Aiquile, Sacabamba).

Las conclusiones más importantes en relación a estudios futuros son: i) Ausencia de una estrategia de investigación sobre sistemas agroforestales en los valles interandinos secos, ii) Existen diferencias marcadas entre los diferentes sistemas agroforestales, en cuanto a su importancia económica que merece un estudio más profundo, y iii) Existen experiencias interesantes que pueden servir como insumo para la promoción de sistemas agroforestales.

Las conclusiones en relación a la promoción de sistemas agroforestales en zonas secas son que los resultados demuestran que estos sistemas tienen una influencia positiva sobre la calidad del suelo, el ciclo de agua, y por ende de la producción, lo que justifica la promoción. Además, se ha podido constatar claramente que los sistemas agroforestales con especies nativas demuestran un equilibrio natural de sanidad vegetal.

Por otro lado, se ha señalado la importancia de involucrar al gobierno (local) en el desarrollo y la promoción de investigaciones y/o proyectos de sistemas agroforestales y la importancia de incidir en leyes más consecuentes que reconozcan la importancia de los sistemas agroforestales. Además, se debe identificar y formar líderes productores para que ayuden a promover los mismos. Finalmente, resulta esencial diseñar sistemas agroforestales que generen ingresos a corto plazo para motivar a las familias agricultoras a cambiar a sistemas agroforestales. Asimismo, es importante realizar la planificación y el manejo de los sistemas agroforestales de forma participativa con acompañamiento según la necesidad, sobre todo para asegurar la realización adecuada de la poda.

1. ANTECEDENTES

1.1 Marco técnico agronómico

La agricultura de la zona andina y de los valles interandinos de Bolivia es caracterizada por minifundios con un uso intensivo del suelo. En muchos casos, se realizan actividades agrícolas en pendientes pronunciadas, con labranza a favor de la pendiente, con poca o sin fertilización del suelo y sin manejar cobertura. Estos factores provocan cada vez más erosión hídrica en la época lluviosa y erosión eólica en la época seca. MISEREOR (2008) menciona también la tala indiscriminada de bosques, el descuido de las vertientes de agua, la pérdida de los conocimientos y las prácticas ancestrales acerca del buen manejo del suelo como las terrazas, que provocan la erosión del suelo.

En el Departamento de Cochabamba, varias organizaciones gubernamentales y no gubernamentales han trabajado con las familias productoras con el fin de mejorar la productividad agrícola, a través de obras de conservación de suelo, instalación y manejo de sistemas de riego, introducción de variedades de cultivos de alto rendimiento o con resistencia a factores climáticos y/o plagas y enfermedades y en la promoción de sistemas agroforestales (Vargas, G., 2013; Vidal, S. 2013). Aparte, existen comunidades que manejan tradicionalmente sistemas agroforestales y familias productoras que han empezado a experimentar con sistemas agroforestales por su propia cuenta. La agroforestería implica una serie de técnicas que incluye la combinación, simultánea o secuencial, de árboles y cultivos alimenticios, árboles y ganado (árboles en los pastizales o para forraje), o todos los tres elementos (Budowski, 1981; FAO, 2007).

La agroforestería, en sus diferentes formas y categorías, tiene una vasta aplicabilidad en las zonas secas y semiáridas. Por ejemplo, basta con conocer la vegetación nativa para identificar el potencial o los usos de las especies ya sean maderables o de los estratos bajos; así como también identificar claramente las condiciones biofísicas en las cuales dichas especies habitan.

Estas zonas presentan agudos factores limitantes como escasez de agua y suelos agotados para la producción agrícola, pecuaria y/o forestal. Por lo que la agroforestería, como una opción sostenible de uso de la tierra, puede permitir al productor utilizar las fuentes de recursos a su alcance, para optimizar el uso y adaptar las especies vegetales conforme a sus necesidades; en algunas zonas secas y semiáridas existen formas de agroforestería adaptadas por los propios productores y los cuales los han mantenido por muchos años.

Además, en algunas zonas existen especies forestales nativas de alto potencial para alimento, leña, fijación de nitrógeno y forraje para alimento de ganado, que son de uso doméstico por las familias asentadas en zonas secas.

Asimismo, es muy común encontrar pasturas muy degradadas en zonas secas y semiáridas, donde el manejo del componente vegetal ha sido escaso y la carga de animales en muchos casos se pasa del límite permisible. En estos casos, se habla de pasturas degradadas, con suelos virtualmente agotados debido a su fragilidad y exceso pisoteo del ganado. Hay evidencias que indican que al intercalar un componente arbóreo en las pasturas degradadas es posible la restauración de suelos; la introducción del componente arbóreo puede ser dentro de los pastizales o bien a la orilla de los cercos, convirtiendo estos sistemas a formas silvopastoriles de producción (Wilkes, 2012).

El Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, de la Universidad Autónoma de Chapingo, México, ha desarrollado estudios para caracterizar los huertos caseros de zonas semiáridas (Estado de Zacatecas), diagnosticando su estructura y función, como una estrategia de manejo sostenible de la tierra (Gómez Montes de Oca, M.E. et al, 2009).

Asimismo el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias de México, en su Centro de Investigación Regional del Centro, ha estudiado los traspatios agroforestales de las comunidades rurales, definiéndolos como espacios para amortiguar la desertificación y el deterioro de los recursos naturales. Se ha encontrado una estrecha relación en la mejoría de fertilidad de los suelos y la reducción del impacto de factores climáticos adversos a los hogares con la presencia de arbustos nativos (Terrones, R., s.d.).

Con el objetivo de prevenir, reducir y minimizar de manera eficaz los efectos de las recurrentes sequías, de la desertificación y de la acidificación de los suelos en las zonas secas, compartiendo los conocimientos y experiencias adquiridos en la conservación de los recursos naturales por medio de la agroforestería, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, publicó en 2009, el Manual de Agroforestería para zonas secas y semiáridas (MARN, 2009).

En el marco de las estrategias de convivencia con el semiárido de apoyo a la agricultura familiar en el noreste de Brasil, se ha promovido la instalación de sistemas agroforestales y la difusión a nivel de asociaciones de productores y de instituciones gubernamentales por parte de organizaciones no gubernamentales (Centro Sabiá, 2010; Barreiro, D., 2011).

El consorcio WAFLA¹ describió estudios de caso en diferentes regiones semiáridas de Latinoamérica que han demostrado ser exitosos, así como estrategias de implementación, con el fin de darlos a conocer a los tomadores de decisión, técnicos regionales, dueños de tierras y campesinos (WAFLA, 2006). En particular se presentan dos estudios de casos bolivianos localizados en los Municipios de Aiquile (Cochabamba) y Sacaca (Potosí).

En la región andina y semiárida de Bolivia, los sistemas agroforestales más recurrentes son las cercas vivas, los cultivos en callejones, los huertos familiares y las barreras vivas asociadas a muros de piedra (terrazas).

Existe un consenso a nivel de las instituciones latinoamericanas vinculadas a la agroforestería, basado en las evidencias encontradas y analizadas, ya que esta técnica agrícola se ha perfilado como un mecanismo para la consecución de un desarrollo rural sostenible, donde tanto los productores como

¹ WAFLA – acrónimo en inglés de Integrated Water resource management by the implementation of improved Agro-Forestry concepts in arid and semi-arid areas in Latin-America. Este consorcio abarca instituciones académicas, ONGs y de fomento del desarrollo rural en toda Latinoamérica.

el ecosistema se muestran beneficiados mediante la creación de vínculos y ‘asociaciones’ entre diferentes especies agrícolas y animales. Las comunidades han evidenciado el importante papel de la agroforestería en la generación y conservación de la diversidad biológica. De la misma manera se destaca su papel como medida de adaptación y mitigación del cambio climático, así como en el combate de la pobreza y de la inseguridad alimentaria (WAFLA, 2006).

Con el propósito de promover la difusión de los sistemas agroforestales, el consorcio WAFLA planteó en su momento varias estrategias de fomento, a través de ejes estratégicos para la gestión de recursos, para articular los pequeños y medianos productores al mercado, para potenciar los medios de vida sostenibles, y para realizar incidencia política y sensibilización (WAFLA, 2006). Dentro de las líneas estratégicas y acciones propuestas se destacan:

- a. Promover y fortalecer las iniciativas de agroforestería en zonas secas que apoyen el alcance de la seguridad alimentaria de las poblaciones vulnerables.
- b. La recuperación de fuentes de agua y cosecha de agua de lluvia para consumo humano y producción agrícola.
- c. La generación y reconocimiento de conocimientos a nivel local.
- d. La articulación de actores a nivel local.
- e. La generación de la base de datos de cooperantes con inversiones para el tema.
- f. Promover espacios de diálogo con la cooperación internacional alrededor de las zonas secas.

En las zonas tropicales húmedas bolivianas se tienen varias experiencias con sistemas agroforestales que han mostrado ser beneficiosos, sobre todo para pequeños productores, ya que generan una cobertura permanente del suelo, una mayor disponibilidad de agua en el suelo, mejoramiento de la fertilidad del suelo, protección del viento a los cultivos, sombra a los trabajadores, obtención de una diversidad de productos tanto para el autoconsumo como para el mercado y menor incidencia de plagas y enfermedades (Milz, J., 1997). Experiencias en esas zonas con asociaciones de cultivos de cacao, café, coca, banano y cítricos han mostrado mejores rendimientos, mejor calidad del producto y mayor biodiversidad del sistema productivo.

Jacobi (2013) pudo comprobar, a través de ocho indicadores, que la resiliencia del ecosistema agroforestal es más grande que la práctica del monocultivo en la región del Alto Beni y los rendimientos de cacao bajo sistemas agroforestales son más altos en comparación con monocultivos. Además, los sistemas agroforestales con una gran biodiversidad por hectárea tienen un alto potencial de secuestro de carbono (Nair et al., 2009).

Además, los sistemas agroforestales en el trópico reducen la vulnerabilidad de los pequeños agricultores respecto al cambio climático debido a tres factores: i. Sistemas lucrativos, ii. La biodiversidad de árboles y cultivos produce una distribución de los riesgos, y iii. Constituyen competencia y consciencia en los agricultores porque son sistemas complejos (Jacobi et al., en revisión).

Con base en las exitosas experiencias con sistemas agroforestales en las zonas tropicales húmedas de Bolivia y las experiencias con sistemas agroforestales en zonas secas en otros países (Villagaray Yanqui S. M., 2014) se considera este tipo de sistema productivo como un gran potencial para los valles secos interandinos bolivianos, porque la agroforestería es una propuesta valiosa para aumentar la resiliencia de los ecosistemas y reducir la vulnerabilidad de los agricultores respecto al cambio climático, también en estas regiones.

Dado que los sistemas agroforestales son un tema relativamente nuevo en las zonas secas de Bolivia, y con el propósito de conocer mejor a los actores involucrados en la promoción y/o manejo de sistemas agroforestales, así como las experiencias locales tanto de familias agricultoras que manejan sistemas agroforestales por su propia cuenta como de instituciones que promueven tales sistemas, la Red ECOSAF², en coordinación con PROAGRO³, ha realizado el siguiente diagnóstico para caracterizar los sistemas agroforestales en la zona seca del Departamento de Cochabamba, con la perspectiva de ampliar este tipo de estudios a otras zonas secas de Bolivia en el futuro.

1.2 Marco legal e institucional

En la Constitución Política del Estado se señala que es tarea tanto del Estado como de los(as) ciudadanos bolivianos de proteger el medio ambiente: Título III Art. 108 deberes, son deberes de todos los bolivianos y bolivianas: “15) *Proteger y defender los Recursos Naturales y contribuir a sus usos sustentables para preservar los derechos de las futuras generaciones.* 16) *Proteger y defender un medio ambiente adecuado para el desarrollo de los seres vivos*”.

En la Ley de la Revolución Productiva Comunitaria Agraria (Ley 144, 2011), por ejemplo en art. 13, se señala la obligación de proteger la biodiversidad y asegurar la seguridad alimentaria, entre otros a través de sistemas agroforestales. La Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para el Vivir Bien (Ley 300, 2012), indica en su Artículo 25 (*BOSQUES*) *que las bases y orientaciones del Vivir Bien a través del desarrollo integral en bosques son (inciso 3): promover y desarrollar políticas de manejo integral y sustentable de bosques de acuerdo a las características de las diferentes zonas y sistemas de vida, incluyendo programas de forestación, reforestación y restauración de bosques, acompañados de la implementación de **sistemas agroforestales** sustentables, en el marco de las prácticas productivas locales y de regeneración de los sistemas de vida*”.

Por su lado, el Instituto Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal (INIAF), en su afán de promover procesos de reforestación a nivel del país, apuesta el año 2013 por los sistemas agroforestales: ...”se realizará una forestación agroforestal porque es mucho mejor vivir con la naturaleza, es decir con árboles, ganadería y plantas que es lo más aconsejable” (GAIA Noticias, 2013).

Es decir, a nivel legal y estratégico institucional se reconoce que es deber de todos(as) de proteger el medio ambiente y que en este sentido, los sistemas agroforestales son una opción válida. Sin embargo, existen tensiones y contradicciones entre las leyes y normativas legales vigentes. Un ejemplo está dado por la Función Económica Social (FES), que debe cumplir toda gestión de la tierra (Ley 1.715). Para esto, el INRA realiza controles, y si constata que un terreno no cumple con la FES, el mismo puede ser revertido de sus dueños.

La FES comprueba únicamente realizando cultivos, chequeos, forestaciones, actividades agropecuarias y todo tipo de gestión activa de la tierra. Los sistemas agroforestales no son reconocidos como tal, por lo tanto, en la práctica se suele dar prioridad a las prácticas extractivas de la agroindustria basadas en monocultivos y agroquímicos, la minería, la explotación de recursos naturales, la infraestructura, etc. a costo de la flora y fauna natural llevando a la destrucción de bosques y otras áreas naturales y la pérdida de biodiversidad.

2 Espacio Compartido en Sistemas Agroforestales. www.ecosaf.org

3 Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable de la Cooperación Sueca y Alemana. www.proagro-bolivia.org

Las tasas de deforestación en Bolivia están entre las más altas del mundo: entre 300.000 y 350.000 hectáreas por año (Andersen, 2009). Sin embargo, no existen acciones serias por parte del gobierno que frenen los procesos de expansión de la frontera agrícola y con ella de la deforestación. Más bien parece que fuera lo contrario, por ejemplo, el Decreto de Ley 337 de 2013 de Apoyo a la Producción, habilitó casi 5 millones de hectáreas de área deforestada ilegalmente para su regularización (“perdonazo”).

Asimismo, pocos municipios de la zona seca del Departamento de Cochabamba desarrollan actividades de promoción de sistemas agroforestales. La mayoría de los departamentos de Desarrollo Productivo Municipales están enfocados en la atención de problemas técnicos específicos y en medidas aisladas para mejorar la productividad de los predios agrícolas sin buscar la promoción de sistemas productivos integrales, como los sistemas agroforestales. Sin embargo, existen avances en este sentido, como por ejemplo la incorporación de los sistemas agroforestales como opción para la protección del medio ambiente en las Cartas Orgánicas de los Municipios de Sacabamba y Anzaldo, a través de la incidencia política de CIPCA.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 Alcance del estudio

Los objetivos de este diagnóstico son tres:

1. Identificar a los actores institucionales involucrados en la promoción y difusión de sistemas agroforestales y describir sus metodologías de intervención, con el fin de articular alianzas estratégicas y establecer acuerdos y proyectos con la red ECOSAF.
2. Realizar la caracterización de los sistemas agroforestales en zonas secas, que incluya un análisis de los factores técnicos, socio económicos y de adaptación al cambio climático, los logros y las dificultades, con el fin de conocerlos a fondo y de elaborar recomendaciones para su promoción en los valles secos interandinos
3. Describir las especies perennes favorables y sus usos en los sistemas agroforestales en zonas secas.

El documento está dirigido a técnicos, familias agricultoras, estudiantes e instituciones enfocadas al desarrollo rural sostenible, e interesados en los sistemas agroforestales de las regiones secas de Bolivia.

Esta caracterización y descripción de sistemas agroforestales está dividida en dos. La primera parte describe la metodología aplicada durante el diagnóstico, el contexto físico y productivo del área de estudio, los actores institucionales involucrados en la promoción y difusión de sistemas agroforestales y sus metodologías, los antecedentes y motivos de las familias productoras que manejan sistemas agroforestales, los factores que juegan un papel en la instalación y el manejo de sistemas agroforestales, y presenta conclusiones y recomendaciones acerca de la promoción y el manejo de sistemas agroforestales en la zona seca del departamento de Cochabamba. Esta primera parte ofrece una base teórica sobre el concepto de sistemas agroforestales en zonas secas, y pautas técnicas para su planificación, instalación y manejo.

En la segunda parte se describe en detalle 18 parcelas con sistemas agroforestales que han sido analizadas durante este estudio, tanto en los aspectos socio económicos como en los aspectos técnicos. Finalmente, en el anexo de este documento se describen las características de las principales especies acompañantes en los sistemas agroforestales.

2.2 Selección de parcelas

El diagnóstico se llevó a cabo en la zona seca del Departamento de Cochabamba. Las parcelas agroforestales que han sido consideradas para este diagnóstico responden a los siguientes criterios:

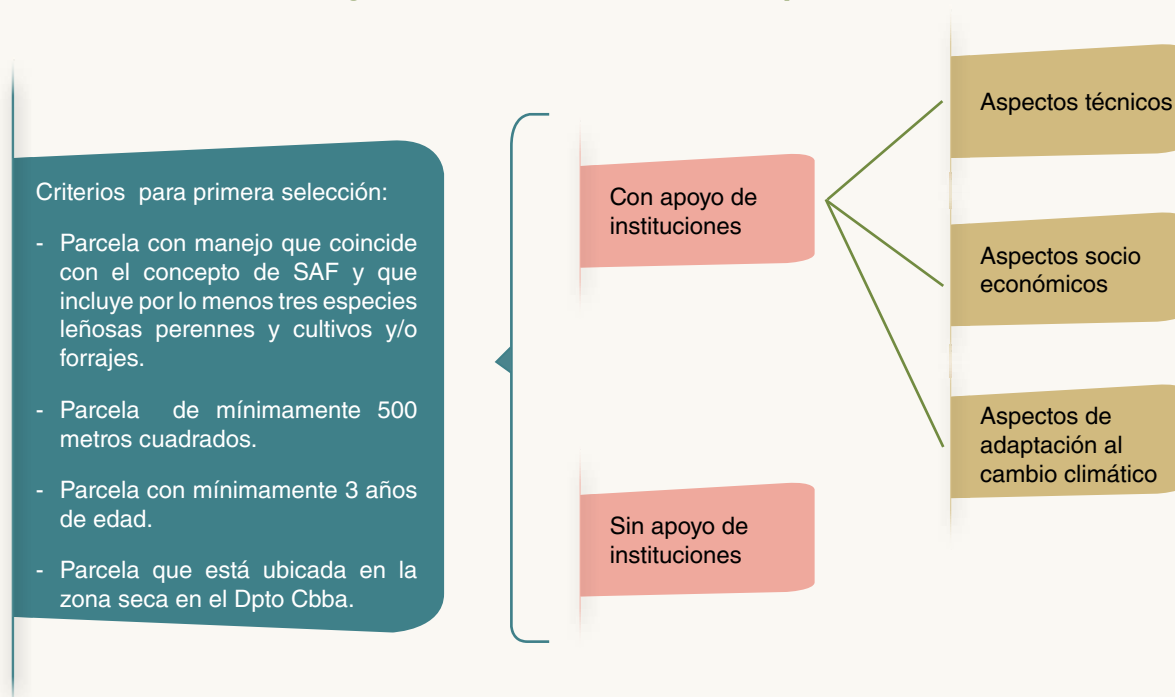
1. La parcela debe tener un manejo que corresponde con el concepto de sistemas agroforestales. El concepto que se maneja en el contexto de este estudio es: *la agroforestería implica una serie de técnicas que incluyen la combinación simultánea o secuencial de árboles y cultivos alimenticios, árboles y ganado (árboles en los pastizales o para forraje), o todos los tres elementos* (Budowski, 1981). Además, debe incluir por lo menos tres especies que combinen leñosas perennes, cultivos agrícolas y/o forrajeros. El sistema puede o no incluir actividades agropecuarias.
2. La parcela debe tener un tamaño mínimo de 500 m² o presentar un diseño innovador.
3. La parcela debe tener mínimamente 3 años de edad.
4. La parcela tiene que ubicarse en la zona seca andina del Departamento de Cochabamba.

En total se han analizado 18 parcelas: 7 parcelas que fueron instaladas y que son manejadas con apoyo institucional y 11 parcelas que son manejadas sin apoyo de instituciones.

De cada parcela seleccionada, se analizaron los aspectos técnicos, socioeconómicos y de adaptación al cambio climático (ver Figura N° 1). Esto se realizó mediante entrevistas a las familias productoras y a los técnicos involucrados, a través de visitas a las parcelas. Los datos obtenidos de esta manera fueron procesados y sirvieron de base para la caracterización y descripción de actores institucionales, las metodologías de promoción y para la caracterización de sistemas agroforestales en la zona del estudio y para la elaboración de conclusiones y recomendaciones acerca de las actividades de investigación que se deberían desarrollar, a partir de este diagnóstico y acerca de la forma en cómo se debería promover los sistemas agroforestales en zonas secas.



Figura N° 1: Criterios de selección de parcelas



Fuente: Elaboración propia.

2.3 Pasos del estudio

El estudio se divide en cinco pasos: 1) Preparación del trabajo; 2) Trabajo de campo; 3) Elaboración de productos borradores; 4) Socialización y validación de productos borradores; 5) Elaboración de productos finales.

Paso 1: preparación del trabajo

Primeramente, se organizó un taller de concientización con la Red ECOSAF, PROAGRO y otros actores relevantes (instituciones, productores familiares). En este taller se socializó y analizó en conjunto la primera propuesta del estudio para contar con insumos para enriquecerla. Además, se identificaron con los participantes los posibles actores para involucrar en el estudio.

En base a los resultados del primer taller, se ajustó la propuesta para presentarla en un segundo taller, en el que los participantes elaboraron los temas para abordar durante el estudio. También, se identificaron las parcelas por visitar y se organizó la logística.

En un siguiente paso, se elaboraron las herramientas para la realización del estudio, es decir, las entrevistas, cuestionarios, datos por analizar durante la visita a las parcelas y pautas para la documentación fotográfica.

Se realizó una primera visita a una parcela durante la cual se probaron los cuestionarios y listas de datos por analizar. Con base en esta visita, se ajustaron las herramientas y se elaboró la versión final de las mismas.

Las herramientas empleadas constan de:

- A) Ficha de inventario para familias productoras, parte socioeconómica.
- B) Ficha de inventario para familias productoras, parte técnico-agronómica.
- C) Lista de preguntas a instituciones.

La Ficha A) consulta a las familias productoras sobre la composición familiar, la gestión y la organización comunal, los aspectos medioambientales y cambio climático, los conocimientos y las actitudes sobre el sistema agroforestal, la instalación y el manejo de la parcela agroforestal, los productos y los beneficios de la parcela, otros actores relevantes (réplicas) y la visión hacia el futuro.

Mientras que la Ficha B) pregunta sobre el propósito de la parcela agroforestal, el objetivo de la asociación con árboles, el manejo de la parcela, la diversidad de especies en la actualidad, la distancia entre plantas, el almacenamiento de la humedad en el suelo, la presencia de materia orgánica en el suelo, la fertilidad del suelo, la fitosanidad, el grado de cobertura del suelo por las copas de los árboles, la productividad de la parcela, la satisfacción del productor con la parcela, los problemas enfrentados, las buenas prácticas identificadas, las lecciones aprendidas y las novedades agroforestales.

Por último, la Ficha C) aborda aspectos como los objetivos que persigue la institución al promover los sistemas agroforestales en zonas secas, las metodologías y las herramientas aplicadas, el seguimiento realizado, las buenas prácticas metodológicas, el enfoque técnico, qué insumos provee y en qué condiciones, cómo se involucra a la gente, los resultados obtenidos, las buenas prácticas identificadas, las lecciones aprendidas, las réplicas en la comunidad o entorno y las recomendaciones para mejorar la difusión de los sistemas agroforestales.

Paso 2: trabajo de campo

Durante esta etapa, se visitaron las diferentes parcelas para la descripción, la documentación fotográfica y se realizaron las entrevistas por medio de cuestionarios con las familias agricultoras y, cuando correspondía, con los técnicos involucrados.

Paso 3: elaboración de productos borradores

En base a los resultados de la revisión de los datos secundarios y la recopilación de datos mediante entrevistas, se elaboró el documento borrador y un mapa que refleje la ubicación de las parcelas que fueron consideradas durante el diagnóstico.

Paso 4: socialización y análisis de los productos borradores

En reunión con los representantes de los actores relevantes, se socializaron el documento borrador y el mapa y se los analizó conjuntamente para poder contar con insumos para su mejoramiento y complementación.

Paso 5: elaboración del documento final

En base a los comentarios recibidos durante la reunión de socialización y análisis, se elaboró el documento final.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La región de los valles secos interandinos o mesotérmicos de Cochabamba abarca la Región Cono Sur, la Región Valle Central – Metropolitana y la Región Valles (Alto y Bajo) (PDA, 2012).

En términos generales, el relieve del Departamento de Cochabamba se caracteriza por ser el más montañoso del país, al estar atravesado al norte por la cordillera de Cochabamba y por los ramales de los Andes de las Cordilleras Oriental (con el pico Tunari de 5.030 m.s.n.m.) y Central. Los deshielos de la Cordillera Oriental son la principal fuente de agua que constituye el origen de la cuenca del río Beni. Entre ambas cordilleras se extienden los valles del río Mizque (al Norte) y Grande o Guapay (al Sur).

El territorio presenta tres regiones fisiográficas bien definidas: la región montañosa, que ocupa la franja central del noroeste al sudeste; la región de valles y yungas al sur y sureste y la región de los llanos orientales, que se extiende al noreste y este del departamento (fuentes consultadas⁴). Estas regiones presentan un espacio de diversos pisos ecológicos con características climáticas, edáficas y ecológicas, que permiten la producción diferenciada tanto agrícola como ganadera.

En la cordillera se encuentran valles interandinos amplios a diferentes alturas sobre el nivel del mar, que se distinguen entre los valles altos y los valles bajos. Los valles altos son todos los valles que se ubican aguas arriba de la represa de la Angostura, como por ejemplo Cliza, San Benito, Punata y Mizque. Mientras que los valles de Quillacollo, Tiquipaya, Vinto y Capinota son valles bajos, caracterizados por una buena producción agrícola.

Figura N° 2: localización de los valles interandinos en el Departamento de Cochabamba



Fuente: Claudia Arzabe, PROAGRO.

4 Fuentes consultadas: <http://www.boliviaenlared.com/html/cochabamba.html>; <http://www.embajadabolivia.ec/cultura/cochabamba/index.html>

La ciudad de Cochabamba forma el valle central. Los yungas forman valles profundos y angostos que según la ubicación geográfica son llamados los Yungas de Corani, del Chapare, del Palmar, de Vandiola, de Totorá y de Pojo (Montes de Oca, 2005). En términos generales, la elevación de los valles secos interandinos oscila entre los 2.000 y 3.500 m.s.n.m.

En relación al clima, los valles interandinos son caracterizados por un clima templado, ideal para la actividad agrícola, con temperaturas medias anuales entre los 16°C y los 19°C y precipitaciones que varían entre los 400 hasta los 600 mm durante los meses de noviembre a marzo. A este clima se le define también como clima de estepa con invierno seco caliente (PDA, 2012). La temporada de sequía de abril a fines de octubre limita la producción agrícola considerablemente en los lugares que no cuentan con agua de riego.

El clima de montaña es frío (un promedio de 10°C en las regiones altas), mientras que en la llanura del Chapare las temperaturas se elevan hasta los 25°C de media anual y se registran precipitaciones superiores a los 1.000 mm promedio anuales. Últimamente y a causa del cambio climático, se han registrado cambios en los regímenes de precipitación en los valles y la zona andina: épocas de lluvias más cortas y/o atrasadas y espacios prolongados de sequía dentro de la estación lluviosa, aunque se está manteniendo la misma cantidad de precipitaciones que antes. Sin embargo, el aumento en temperatura que se ha registrado, causa a su vez un aumento en la evapotranspiración y provoca estrés hídrico en las plantas. De la misma manera, se han observado más eventos climáticos extremos, en el caso de los valles y la zona andina son sobre todo granizadas y heladas que pueden causar pérdidas considerables en los cultivos. Por otro lado, el aumento en temperatura posibilita el cultivo de especies en zonas donde antes no se desarrollaban convenientemente (PNUD, 2013).

En los valles interandinos, los suelos son profundos con limo predominante y presencia de arena y cascajo. Su textura varía desde franco arenoso hasta arcillo limoso y su topografía desde ondulada a accidentada. El área privilegiada para la producción agropecuaria intensiva o semi-intensiva es de 216.000 hectáreas y la extensiva de más de 3 millones (Montes de Oca, 1997). Los suelos de los valles de menor altitud están constituidos por sedimentos aluviales que forman suelos profundos de moderado desarrollo edáfico. La textura varía entre franco arenoso, limoso y arcilloso; en algunos lugares, son extremadamente erosionados; los suelos de los valles húmedos presentan suelos poco a



moderadamente profundos; en las laderas escarpadas los suelos son poco profundos y en otros están degradados, con tendencia a ser poco productivos por la constante pérdida de fertilidad natural y el uso permanente (PROAGRO, 2014).

A grandes rasgos, la vegetación del Departamento de Cochabamba se describe de la siguiente manera: el norte de la cordillera baja directamente a los llanos del río Mamoré, donde la disección de los ríos ha creado los valles o yungas, que a su vez suelen diferenciarse en yungas altas, medias y bajas.

Esta diferenciación corresponde a criterios de pisos bioclimáticos: en las partes altas se desarrolla la vegetación de alta montaña (alisos, abetos y pinos), en las medias (valles interandinos) es una vegetación de tipo mediterráneo, de bosques secos, y en las bajas de tipo tropical (cedro, caoba, palmeras y heveas). La zona sudeste (Región Cono Sur) que cuenta con la menor precipitación pluvial del Departamento, es cálida y seca, y se caracteriza por una vegetación de cactus y plantas xerofíticas. De la misma manera, cambian los cultivos predominantes: papa y cebada en la parte alta, trigo y maíz en el piso intermedio, y coca, cítricos, piña, bananos y otros cultivos tropicales en las zonas más bajas. Según Montes de Oca (2005), la zona desde el Sur de la Cordillera hacia los departamentos de Chuquisaca y Potosí es caracterizada por estepa de alta montaña con pastos y arbustos en ambientes secos. El mismo autor nota que la vegetación de la parte Norte de la Cordillera es más exuberante gracias a la humedad que traen los vientos amazónicos. La vegetación es caracterizada como bosque pluvial montañoso, siempre verde, de latifoliadas perennes. Por su parte, la región del Chapare se distingue por un bosque tropical más denso y de mayor altura.

Las buenas condiciones climatológicas y riqueza de suelos de los valles cochabambinos, favorecen la producción de cereales (maíz para grano y choclo, cebada, trigo y avena), hortalizas (cebolla, zanahoria, locoto, lechuga y tomate), leguminosas (haba, arveja, maní y tarwi), tubérculos (papa, papaliza y oca) y frutales (durazneros). La producción agrícola es una importante fuente de alimentos para la mayor parte de las ciudades del país (Montes de Oca, 1997; PDA, 2012). Sin embargo, es importante considerar la restricción de agua por el amplio período sin lluvias en el correr del año, así como el riesgo de años secos con menor cantidad de lluvias, lo cual impacta directamente en la producción agropecuaria.

En cuanto a la producción pecuaria es importante mencionar la lechería bovina comercial, gracias a la aptitud de los valles centrales para el desarrollo del rubro, el cultivo de especies forrajeras (alfalfa) y la disponibilidad de agua de riego. El Departamento cuenta con una población ganadera compuesta por bovinos, ovinos, caprinos, equinos, porcinos y camélidos. Asimismo, está muy difundida la avicultura para la producción de carne y huevos.

La principal categoría de uso actual de la tierra en el Departamento de Cochabamba, de un total de 6.322.400 hectáreas, es la agropecuaria que representa el 47% del territorio, que sobresale el agropecuario extensivo con cultivos anuales y/o perennes, ovinos, caprinos y vacunos con un 15%; seguida por la categoría forestal que abarca el 46% del territorio, destacándose el forestal con bosque primario o secundario (uso forestal maderable) con el 37%; finalmente se encuentran las categorías silvopastoril (6,2%), urbano (0,3%) y otros (sin uso y cuerpos de agua) (PDA, 2012).

Así como en otras regiones de Bolivia, los valles interandinos de Cochabamba muestran problemas de deterioro del medio ambiente y de los recursos naturales. Entre los principales se puede mencionar: la pérdida de cobertura vegetal, la erosión de los suelos, la deforestación, la quema indiscriminada de pastizales y bosques, la pérdida de biodiversidad, el uso indiscriminado de agroquímicos, el sobrepastoreo, la contaminación de aguas debido a la minería y la falta de saneamiento ambiental urbano, entre otros (Montes de Oca, 1997). Por su parte, una consultoría por encargo de PROAGRO ha identificado los siguientes aspectos en la actualidad:

- a) Reducción de la oferta hídrica en relación a la creciente demanda para agricultura intensiva y expansión urbana.
- b) Afectación de acuíferos por sobre extracción.
- c) Reducción de la productividad por incremento de la evapotranspiración, reducción de aportes hídricos y aumento de plagas.
- d) Reducción de la oferta de agua por ríos contaminados.
- e) Sequías incrementan riesgos de incendios forestales (Mizque).
- f) Riesgos de incremento de enfermedades transmitidas por vectores (malaria, chagas) (PROAGRO-GIZ, 2014).

Por su parte, el Plan Departamental Agropecuario de Cochabamba (PDA, 2012), señala entre las limitantes agrícolas de los valles interandinos a la estructura agraria de la región. En el caso del Cono Sur, el reducido tamaño de la propiedad familiar fluctuando desde 1 a 3 hectáreas como promedio, distribuida en los diferentes pisos ecológicos. Mientras que en las regiones Valle Central-Metropolitana y Valles Alto y Bajo señala al minifundio, como consecuencia del crecimiento demográfico con los consecuentes procesos de urbanización y la división de la tierra en la sucesión hereditaria.

Es de destacar que en muchas áreas rurales del Departamento de Cochabamba se constata la migración temporal interna y la escasa presencia de jóvenes (Montes de Oca, 1997). Lo que se debe a la búsqueda de mejores oportunidades por las familias agricultoras, generalmente en dirección a las ciudades (Cochabamba y Santa Cruz) o a otras regiones (Chapare) para trabajar en el sector agropecuario, construcción, transporte o comercial, y/o continuar su formación profesional. Algunos incluso migran más allá de las fronteras del país. Pocos(as) de ellos(as) regresan a sus comunidades de origen para radicar de forma definitiva y/o para trabajar la tierra, a no ser que hayan buenas perspectivas económicas. Esto tiene como consecuencia que muchos(as) productores(as) mayores no tengan sucesores y que sus terrenos sean vendidos después de su retiro.



4. LAS INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN LA PROMOCIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES

4.1 Descripción de las instituciones

En la zona seca del Departamento de Cochabamba no se han registrado actividades de promoción de sistemas agroforestales llevadas a cabo por instancias del gobierno, aunque existe un indicio mediante las Cartas Orgánicas de los Municipios de Anzaldo y Sacabamba.

Por su parte, los técnicos de los Departamentos de Desarrollo Productivo de los Municipios de Colomi y San Benito, en los cuales se han identificado sistemas agroforestales tradicionales (en Colomi en base al guindo y en San Benito en base al duraznero), están apoyando en asuntos técnicos netamente relacionados con la producción de la guinda o del durazno, pero no tienen el mandato de promover sistemas agroforestales como sistema integral. Además, cuentan con pocos recursos e infraestructura para atender a las familias productoras del área que les toca cubrir.

Las organizaciones no gubernamentales que se han podido identificar en el marco de este estudio y que han trabajado o aún trabajan en la promoción de sistemas agroforestales en la zona seca del Departamento de Cochabamba son: MISEREOR a través de varias organizaciones socias que forman parte de la Plataforma del Suelo (entre otros el Servicio de Asesoría Rural Ayninakuy – S.A.R.A., la Parroquia Sipe Sipe y Radio Esperanza), la Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Caine, la Red ECO-SAF a través de la Granja Modelo Pairumani, el Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF) y el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA).

• *MISEREOR – Plataforma Nacional de Suelos*

La Plataforma Nacional de Suelos para una agricultura sostenible nació el año 1993, como una iniciativa de agricultores y técnicos de instituciones no gubernamentales, apoyados por MISEREOR. Aparte de la Plataforma Nacional, existen cinco Plataformas Regionales: 1) Altiplano (La Paz – Oruro), 2) Cochabamba – Norte Potosí, 3) Sur (Chuquisaca – Potosí), 4) Valles (Cochabamba – Santa Cruz) y 5) Tarija. Las instituciones financiadas por MISEREOR y entrevistadas en el contexto de este estudio, ARAS Parroquia Sipe Sipe y Radio Esperanza (un ex – técnico) pertenecen a la Plataforma Regional Valles y a la Plataforma de Cochabamba respectivamente y promueven o promovían los sistemas agroforestales, como parte integral de su propuesta técnica para un manejo sostenible de los elementos suelo, agua y plantas.

Las instituciones que forman parte de las Plataformas tienen como objetivo principal el manejo sostenible de los recursos suelo, agua y biodiversidad a partir del involucramiento social, económico y laboral de las familias productoras en las prácticas. Las Plataformas buscan fortalecer las propuestas técnicas de los integrantes mediante los procesos de capacitación e intercambio de información que genera, y además conciben cambios estructurales en la política relacionada con el manejo de recursos suelo, agua y biodiversidad, a través de la incidencia política (MISEREOR, 2008).

ARAS Parroquia Sipe Sipe trabaja con diez comunidades de la parte alta del mismo Municipio, a través de un proyecto de conservación de suelos financiado por MISEREOR, del cual la promoción de sistemas agroforestales es parte. Además, realiza un proyecto de huertas bajo sistemas agroforestales,

el cual es manejado desde la Coordinadora de la Plataforma del Suelo y que cuenta con financiamiento de la Fundación Samay.

Radio Esperanza pertenece a la Parroquia de Aiquile y tiene entre sus actividades el manejo de un programa radial dirigido a informar a las comunidades rurales sobre temas socio-culturales, productivos y religiosos y también el manejo de proyectos dirigidos al desarrollo rural, parcialmente financiados por MISEREOR, los cuales tienen como componente fuerte la conservación del suelo.

- ***Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Caine (MMCC)***

Esta Mancomunidad tiene 15 años de vida institucional y está dedicada al servicio de los municipios socios. Su objetivo principal es mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la Mancomunidad, con equidad a través del desarrollo de la economía y a través del uso sostenible de los recursos naturales. Una de sus actividades es promover el manejo integrado de la cuenca y recuperar las especies nativas, a través de la conservación del suelo y la promoción de sistemas agroforestales.

Trabaja en los Municipios de Tarata, Anzaldo, Arbieto, Sacabamba y Capinota (Departamento de Cochabamba), en los Municipios de Acasio, Arampampa, Torotoro, Sacaca y San Pedro de Buena Vista (Departamento de Potosí) y en el Municipio de Poroma del Departamento de Chuquisaca.

- ***Red ECO-SAF (Espacio Compartido en Sistemas Agroforestales)***

El grupo núcleo de la Red ECO-SAF está formado por el Departamento de Ciencia Exactas e Ingeniería de la Universidad Católica de Cochabamba, la Granja Modelo Pairumani, el predio Mollesnejta (en Combuyo - Vinto) y la Escuela de Ciencias Forestales de la Universidad Mayor de San Simón (ESFOR/UMSS), además de varias organizaciones y personas particulares interesadas que actúan como parte de la red.

La visión de la Red es “Ser la entidad que agrupa en torno a los sistemas agroforestales a instituciones públicas, privadas, productores e interesados a nivel local, regional, nacional e internacional, proponiendo, transmitiendo y desarrollando nuevas prácticas ambientalmente sostenibles, económicamente viables y socialmente justas en los diferentes ecosistemas de Bolivia, con enfoque adaptativo al cambio climático”.

Su misión es “Ser el enlace para gestionar el conocimiento en sistemas agroforestales de los diferentes ecosistemas bolivianos, tal que se logre incidir en las políticas de desarrollo con responsabilidad ecológica, económica y social”.

La Red ECO-SAF desarrolla actividades de investigación, sensibilización, capacitación e intercambio en el ámbito agroforestal. Sus principales actividades son: 1. Relevamiento de experiencias y de actores en los valles secos interandinos; 2. Investigación de sistemas agroforestales en zonas semiáridas de Bolivia con parcelas piloto y 3. Congresos Nacionales de Sistemas Agroforestales.

La Granja Modelo Pairumani, que fue visitada en el marco de este estudio, fue creada en 1917 y actualmente abarca una superficie de alrededor de 500 hectáreas, de las cuales 200 son cultivables y el resto son caminos y bosques. La Granja promueve un sistema de producción agrobiológico a través de la relación dinámica y permanente entre suelo-planta-animal y ser humano, y permite la gestión agrícola (rotación, asociación y policultivos; además de la formación del paisaje agrícola por medio de

sistemas complejos y/o agroforestales), la gestión pecuaria (sistema integrado de crianza biológica de ganado) y la gestión de suelos (manejo de la fertilidad, de la erosión y del agua). Asimismo, la granja tiene como objetivo la investigación agrobiológica y la difusión (Sánchez, 2011).

- **Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF)**

El Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” pertenece a la Universidad Mayor de San Simón y tiene como objetivo realizar investigaciones sobre forrajes. Parte de su trabajo es la instalación, el manejo y análisis de parcelas de investigación, acompañamiento a estudiantes que realizan prácticas o tesis en esta temática, dar clases y realizar otras actividades de difusión de información. Trabaja, entre otras, con la especie tagasaste que formaba parte de algunos sistemas agroforestales que han apoyado a instalar en la comunidad de Pairumani, Municipio de Tiraque. En el mismo terreno se encuentra la Empresa Universitaria de Semillas Forrajeras Sociedad Anónima Mixta (SEFO – SAM), que desarrolla y comercializa semillas forrajeras, tanto a nivel nacional como internacional.

- **Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA)**

El Centro de Investigación y Promoción del Campesinado ha nacido en los años setenta en base a una iniciativa de tres jesuitas y, desde entonces, se ha enfocado en el apoyo a las familias en el área rural. La temática del trabajo de CIPCA es el desarrollo rural: economía campesina indígena, organización y liderazgo; tierra territorio y recursos naturales; derechos de los pueblos indígenas, Género, interculturalidad, participación social y política. Asimismo, CIPCA busca combinar la investigación con la acción y el trabajo a nivel local con la incidencia a nivel nacional. Trabajan a través de ocho oficinas: la oficina principal, la oficina Altiplano, la oficina Beni, la oficina Cochabamba, la oficina Cordillera, la oficina Norte, la oficina Pando y la oficina Santa Cruz (fuente: www.cipca.org.bo).

4.2 Metodologías y herramientas aplicadas en la promoción de sistemas agroforestales: experiencias institucionales.

Cada institución que ha sido identificada y entrevistada en el contexto de este estudio tiene su propio enfoque, forma y condiciones de trabajo y, por ello, también sus propias experiencias. A continuación, se describe por institución los objetivos, el enfoque técnico, la metodología, las herramientas aplicadas y las experiencias en cuanto a la promoción de sistemas agroforestales. En esta parte, no se toman en cuenta los departamentos de desarrollo agropecuario de los Municipios de Colomi y Capinota ya que no promueven sistemas agroforestales.

- **ARAS Parroquia Sipe Sipe (MISEREOR)**

Técnicos que acompañaron la visita a la parcela: Freddy Vargas y Marcelina Alarcón

Objetivos:

Los proyectos financiados por MISEREOR tienen como objetivo principal la conservación del suelo mediante el mejoramiento de la fertilidad del mismo, la diversificación de la producción, la incorporación del árbol al sistema de producción y la conservación de fuentes de agua. En el área de este estudio se sufre cada vez más escasez del agua, por lo cual, MISEREOR no sólo ayuda en el mantenimiento de

vertientes de agua y la recolección de agua de lluvia, sino también en la conservación de la humedad mediante medidas de protección del suelo.

La promoción de las buenas prácticas se realiza básicamente a través de la metodología campesino a campesino, donde técnicos y productores intercambian sus experiencias de forma horizontal. En este sentido, MISEREOR pretende generar una visión crítica y responsable sobre el manejo de los recursos naturales sin crear dependencias externas, por lo que evita sistemas de apoyo basados en crédito y aporta sólo la mitad de los recursos financieros necesarios para las obras y adquisiciones, el resto lo pagan las familias productoras involucradas.

De la misma manera, el proyecto de ARAS Parroquia Sipe Sipe, que trabajó con la familia productora entrevistada, tiene como objetivo la conservación del suelo y el mejoramiento de la producción agrícola. Este proyecto de conservación de suelo forma parte de un proyecto a nivel más grande, manejado desde la Parroquia de Aramasi en el Municipio de Tapacarí y financiado por MISEREOR.

Forma de trabajo:

El equipo de la Parroquia consiste de dos personas administrativas y dos técnicos. Los últimos trabajan a nivel comunitario pero sobre todo a nivel familiar, ya que rinde mejores resultados. Trabajan a partir de la concientización y reflexión sobre los problemas relacionados con la degradación del suelo y la disminución de la producción y promueven prácticas mejoradas, a través de la promoción de visitas de intercambio, capacitaciones a nivel familiar y el trabajo en conjunto; la forma que se capacita a cada obra se decide conjuntamente con las familias. Las mismas aportan con la mitad de los costos de las obras, aparte de la mano de obra; la parroquia paga la otra mitad y además, dona el material necesario para la instalación de las obras, el pasto falaris, semillas de árboles, semillas de cultivos y verduras. También brinda capacitación técnica, entre otros en poda e injertos.

El proyecto tiene un enfoque integral en el cual considera el manejo del suelo, del agua y de la planta. En este sentido, promueven la instalación de terrazas de formación lenta con pasto falaris y árboles sobre las curvas de nivel e incorporación de abono orgánico en el suelo (manejo del suelo), la instalación de sistemas de riego, cosecha y uso eficiente de agua (manejo del agua) y la diversificación e incorporación de especies nativas (manejo de la planta). El proyecto tiene un enfoque ecológico, lo que se expresa en la promoción de la elaboración y aplicación de abono orgánico, el manejo de suelo de forma ecológica, el manejo de plagas y enfermedades, a partir de productos ecológicos, etc.

Parte importante de la metodología es el seguimiento que se realiza a cada familia cuya intensidad se decide según sus necesidades específicas, variando entre una vez por semana hasta una vez por mes.

Resultados:

Experiencia de referencia: parcela Árboles sobre terrazas 8: Sipe Sipe

Los factores que los técnicos de la Parroquia han identificado como limitantes en la promoción de sistemas agroforestales son la presencia de instituciones paternalistas: en el caso que haya instituciones que ofrecen trabajar con las comunidades a través de la donación total de todos los insumos, los comunarios no están dispuestos trabajar con la Parroquia. Otro factor importante es la migración que influye negativamente en el cuidado de la parcela. Son sobre todo los jóvenes que migran (temporalmente) para trabajar o estudiar. El tercer factor limitante es el agua; en los lugares que no cuentan con agua resulta muy difícil instalar y manejar sistemas agroforestales.

Los técnicos han identificado que los suelos de los sistemas agroforestales, acompañados por ellos, desarrollan un suelo más negro y más laborable (más suave), hay sombra para los trabajadores lo que hace más agradable el trabajo, hay más humedad y se pueden cosechar productos como frutas.

En cuanto a la sostenibilidad, han observado que varias familias siguen con el manejo de su sistema agroforestal, sobre todo aquellas que tienen la parcela como su mayor fuente de ingresos y que no realizan otras actividades económicas. Varias familias y vecinos han replicado las parcelas con sistemas agroforestales: familiares, vecinos, etc.

- **Radio Esperanza (MISEREOR)**

Técnico que acompañó la visita a la parcela: Juan Carlos Ortega (ex – técnico de Radio Esperanza)

Objetivos:

El objetivo principal del proyecto que ayudó en la instalación de la parcela analizada en el contexto de este estudio fue la conservación de suelos. En el correr del tiempo se incorporó la producción de frutas como incentivo lo que, en algunos casos, resultó en la instalación de sistemas agroforestales.

Forma de trabajo:

Radio Esperanza trabaja involucrándose en las actividades de las comunidades y de las familias y motivándolas para realizar prácticas mejoradas a partir de la conversación y reflexión. El proyecto que promovió la parcela analizada se enfocó en la promoción de terrazas de formación lenta con pasto falaris, rotación de cultivos, elaboración e incorporación de abono orgánico, ayudó en la elaboración de planes de manejo de la granja en base al calendario agrícola, y más adelante incorporó árboles frutales para el mercado y árboles nativos para proteger el sistema productivo contra los vientos fuertes. La institución apoyó con plantines de manzanos y asistencia técnica, todo el resto fue aportado por la familia productora.

Resultados:

Experiencia de referencia: parcela huertos familiares 14: Aiquile

Entre los factores limitantes identificados por el ex técnico de Radio Esperanza, en cuanto a la promoción de sistemas agroforestales, está el nivel experimental con el cual se promovieron en ese tiempo los sistemas agroforestales sin aplicar una planificación clara. Otro factor limitante es el enfoque del trabajo: las prácticas de conservación de suelo deberían ser una medida de apoyo en vez del fin; el fin tendría que ser la instalación y el manejo de sistemas productivos integrales.

Como resultado de los sistemas agroforestales se ha podido observar un cambio en la fertilidad del suelo y un suelo más laborable.

Hay un cierto nivel de sostenibilidad, ya que varias familias siguen manejando sus parcelas durante todo el año. Existen además varias réplicas, sobre todo con árboles frutales.

Dos experiencias de sistemas agroforestales promovidos por Radio Esperanza, fueron sistematizadas por la Fundación AGRECOL Andes, entre ellas la que fue descrita en el marco de este estudio.

- **Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Caine (MMCC)**

Técnicos que acompañaron la visita a las parcelas: Iván Magne y Jaime Arancibia.

Objetivos:

El objetivo principal de la MMCC, en los lugares donde promueve sistemas agroforestales, es el manejo integral de la cuenca, entre otros mediante la conservación de suelos.

Forma de trabajo:

En el contexto de este estudio, la institución trabaja a través de experiencias piloto, con familias productoras líderes. Trabaja principalmente con hombres, ya que, las mujeres trabajan en el pastoreo de los animales, y el trabajo relacionado con los sistemas agroforestales (cavar hoyos, plantar árboles) es demasiado pesado para ellas. Promueven sistemas agroforestales con la incorporación de especies nativas (tara, molle, jacarandá, jarca, etc.). La MMCC dona los plantines, que provienen, entre otros, del vivero de BASFOR y del vivero de Tiraque, cuyas plantas están mejor adaptadas a la altura.

Resultados:

Las primeras experiencias han demostrado que especies como la tara ayudan a una mejor recuperación del suelo.

- **Granja Modelo Pairumani (Red ECOSAF)**

Técnico que acompañó la visita a la parcela: Jhonny Vela

Objetivos:

La parcela de la Granja Modelo Pairumani ha sido instalada por la Red ECO-SAF con fines de investigación. La investigación se enfoca en primera instancia en los efectos de los árboles sobre la calidad del suelo como la fertilidad, estructura, humedad, capa de materia orgánica, productividad, etc. En el futuro, se considerarán aspectos como la formación de biomasa. Otros objetivos de la parcela son la creación de una parcela demostrativa de sistemas agroforestales en áreas secas, la producción de forraje para el ganado, producción de frutas para enriquecer el yogurt de la granja, la protección del ecosistema, la protección contra el viento, la creación de diversidad en la parcela, el mejoramiento del paisaje agrícola y la instalación y el manejo de un sistema agrosilvopastoril.

Forma de trabajo:

La parcela ha sido instalada durante el primer Congreso Nacional de Sistemas Agroforestales en 2009: el personal de la Granja había cavado los hoyos (con maquinaria) y los participantes del evento plantaron los árboles. La idea original fue de dividir una gran parcela de varias hectáreas en cuatro partes, cada parte con una franja de árboles frutales (durazneros, chirimoyas, etc.) y árboles nativos en el medio y a ambos lados una franja de árboles de tagasaste para que pueda ramonear el ganado. En ese entonces, no había suficientes árboles de tagasaste en el vivero proveedor, así que se plantaron sólo los frutales, y algunos tagasastes. Los árboles recibieron abono y materia orgánica y a ambos lados de los árboles se aplica rotación de cultivos. Sin embargo, después de la instalación de la parcela no hubo seguimiento a la misma durante los primeros años, y recién en el último año se lo está retomando con el apoyo de algunos estudiantes. Desde el año 2013, se está incorporando al sistema la manzana

camueza como parte del plan de recuperación de esta variedad en Vinto. Todos los insumos fueron donados por BaumInvest/Alemania.

Resultados:

Experiencia de referencia: Parcela Cultivo en Callejones 5: Pairumani (Vinto).

En la parcela experimental de la Granja Modelo Pairumani se ha identificado la falta de mano de obra como una gran limitante para poder garantizar un buen manejo y seguimiento, lo que explica la falta de cuidado de la parcela.

Los resultados demuestran que hay menos erosión hídrica. Antes, el suelo de la parte alta fue arrastrado por el agua cuesta abajo, pero esto ya no ocurre. Según Corrales (2013), las características del suelo mismo no han cambiado significativamente en comparación con el año 2011, y varios árboles frutales requieren mayor manejo (poda principalmente). Por otra parte, Sagredo (2013) ha efectuado el análisis de enmiendas orgánicas en el componente agrícola y comprobó que el uso de compost biodinámico ha proporcionado mejores resultados en la producción de forrajes.

La Granja ha extendido el sistema en toda la franja norte, incorporando nuevas plantaciones en una superficie de más de 8 hectáreas en cooperación de la red ECO-SAF.

En el área de investigación, la Granja Modelo Pairumani, a través del Departamento de Investigación y Difusión Agrobiológica, ha efectuado los siguientes trabajos: Alba (2012) efectuó la evaluación del estado actual del suelo en relación a las propiedades físicas, químicas y biológicas en tres sistemas de manejo (agrobiológico, agroforestal y local) en el Municipio de Vinto, señalando en su investigación que los sistemas agroecológicos en especial los agroforestales tienen mejor acumulación de materia orgánica, mayor riqueza de fauna microbiana e insectos benéficos.

Rodríguez (2012) desarrolló el estudio y análisis de la línea base para la instalación de sistemas agroforestales en 5 parcelas piloto pertenecientes a los municipios de Vinto y Quillacollo, proporcionando en este estudio los lineamientos de evaluación en las dimensiones sociales, ambientales y económicas en los sistemas agroforestales. Sagredo (2013) por su parte, ha efectuado el análisis de enmiendas orgánicas en el componente agrícola, comprobando que el uso de compost biodinámico ha proporcionado mejores resultados en la producción de forrajes.

Finalmente Wilkes (2013) elaboró el diseño de una metodología para evaluar sistemas agroforestales en zonas secas dentro del proyecto Isabel – Módulo Pairumani; estas investigaciones son una contribución importante para el desarrollo de los sistemas agroforestales. Todos estos esfuerzos han sido financiados por la Granja Modelo Pairumani (Fundación Simón I. Patiño) en colaboración de la Universidad Católica Boliviana.

• Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF)

Técnicos que acompañaron la visita a la parcela: Rudy Meneses (CIF) y Félix Rodríguez (PROINPA)

Objetivos:

El objetivo principal para CIF, en relación a los sistemas agroforestales, es la investigación y conservación del suelo.

Forma de trabajo:

Los técnicos de CIF han trabajado en algunas comunidades con la instalación de sistemas agroforestales en base al tagasaste; por comunidad se enfocaron en dos familias piloto. Con cada una de ellas instalaron la parcela en base a un diseño que ya había sido desarrollado por CIF: franjas de pasto falaris en curvas de nivel en las cuales plantaron árboles de tagasaste. Entre las curvas dejaron suficiente espacio para que entrara la yunta para preparar la tierra para los cultivos. No tenían mucha experiencia con el tagasaste todavía, pero querían experimentar con esta especie por su capacidad de mejorar la fertilidad del suelo, producir forraje y materia orgánica. Luego, realizaron visitas frecuentes para medir las siguientes variables: el desarrollo de la fertilidad, la estructura del suelo, la formación de materia orgánica y el desarrollo de plantas. En una fase más avanzada, organizaron talleres de difusión con técnicos de otras instituciones y productores.

Resultados:

Experiencia de referencia: Parcela Árboles sobre terrazas 7: Pairumani (Tiraque)

CIF había experimentado con diferentes tipos de pastos como el pasto llorón, pero a estas alturas resultó que funciona mejor el pasto falaris.

Según los resultados se han formado terrazas, el suelo ha mejorado y hay forraje para los animales. Sin embargo, no hubo réplicas abundantes de la planta de tagasaste y muchas plantas murieron por falta de protección y manejo. El pasto falaris despertó el interés, es decir, varios productores han comprado plantines de pasto falaris de los productores pilotos para plantarlos en su propia parcela.

• Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA)

Técnico que acompañó la visita a la parcela: Jhonny Torrico

Objetivos:

CIPCA promueve la incorporación del árbol en el terreno como una forma de manejo integral del sistema productivo.

Forma de trabajo:

En el área de estudio (Sacabamba), CIPCA trabaja mediante un equipo multidisciplinario que consiste de un sociólogo, una nutricionista, un técnico civil y un técnico agrario. Empiezan con actividades de información y concientización sobre la importancia de la protección del suelo, luego con capacitaciones. En este sentido, se enfocan en la práctica, introduciendo cambios en pequeñas parcelas, por ejemplo: una parcela con manejo ecológico de cultivos, otra al lado con agroquímicos para mostrar la diferencia; de esta manera, han promovido la incorporación del pino en los terrenos erosionados o con necesidad de protección y la incorporación de árboles frutales como duraznero y manzano para la comercialización y la diversificación de la producción.

Como insumos donaron alambre de púa, plantines de pino y eucalipto, semillas de verduras y plantines subvencionados de frutales, las familias contribuyeron con los postes y pagaron la mitad de los costos de las plantas frutales. Las familias decidieron sobre el diseño de su sistema agroforestal.

CIPCA se basa en la metodología de campesino a campesino, a través de intercambios de experiencias entre productores(as) y entre líderes y/o promotores. Se enfoca en la organización de la gente alrededor

del manejo de la cuenca, instalando obras de riego (atajados, canales de riego), organizando a la gente o fortaleciendo organizaciones existentes, incluyendo activamente tanto a hombres como a mujeres, jóvenes y ancianos. La institución se queda 10 a 15 años con un proyecto en un área determinada y luego sigue realizando seguimiento a las comunidades, con apoyo técnico donde fuera necesario.

Aparte de las actividades con las familias, CIPCA trabaja también a nivel municipal, entre otros, a través del apoyo en el proceso de elaboración de las cartas orgánicas, introduciendo sistemas agroforestales como opción para un buen manejo de la tierra.

Resultados:

Experiencias de referencia: parcela animales y pastos bajo cubierta arbórea 10: Sacabamba; parcela huertos familiares 15: Matarani

En cuanto a las plantaciones de pino y eucalipto se ha generado más humedad y más lluvia en el entorno. El suelo se ha retenido en el lugar, no se erosiona. A partir de los 4 años ya han podido cosechar hongos comestibles (*callampas* en quechua). Su comercialización es a través de un intermediario que llega a las comunidades para comprar los hongos.

En cuanto a los sistemas de cultivo con frutales, las familias cuentan con más productos durante todo el año, tanto para el autoconsumo como para la venta.



5. ANTECEDENTES DE LAS FAMILIAS AGRICULTORAS INVOLUCRADAS

En las quince familias productoras entrevistadas (sin tomar en cuenta la parcela de investigación de la Granja Modelo Pairumani), en 11 casos sus cabezas de familia tienen edades por encima de los cincuenta años y en seis casos tienen edades por encima de los sesenta años. En muchas personas entrevistadas se ha observado una gran curiosidad, ganas de experimentar, de aprender y mejorar, factores que, en varios casos, han generado sistemas con alto grado de complejidad, como en Sipe Sipe, Huancarani, San Benito, Capinota, Montecillo y Combujo. Generalmente, los productores forman parte de las organizaciones locales como el sindicato, el comité de regantes, la asociación de fruticultores (San Benito), la asociación de apicultores (Capinota), etc.

Todas las familias que manejan sistemas agroforestales tradicionales y las que han sido apoyadas por instituciones en la instalación y el manejo de sistemas agroforestales, tienen la agricultura como su mayor fuente de ingreso, mientras que las familias productoras que han desarrollado sistemas agroforestales como iniciativa propia tienen otras fuentes de ingreso que son más importantes que la producción agrícola. La mayoría de los hijos independientes ya no viven en la comunidad pero estudian o trabajan en la ciudad o en el exterior, sólo en pocos casos se ha registrado a hijos que se han quedado a trabajar la tierra en la comunidad.

En la mayoría de los casos, la mujer está relacionada con la cosecha y el suministro de forraje a los animales, el empaque y la comercialización de frutas, hongos, etc. El hombre está más involucrado en la plantación de árboles, la poda, la incorporación de materia orgánica en el suelo y el riego. En algunos casos, los hijos ayudan en actividades de instalación, manejo y/o cosecha.

Varios productores saben predecir el clima a corto plazo a partir del color del cielo, la presencia de círculos alrededor del sol, etc. asimismo, suelen crear humo para evitar heladas. El productor de Sacaba recibió la visita de cinco vecinos de avanzada edad que le rogaron no cortar su cactus (*Achuma Echinopsis lageniformis*, sinónimo: *Trichocereus bridgesii*) ya que la ubicación y tiempo de aparición de las flores les indicaba el comportamiento de la lluvia. Sin embargo, otros adultos mayores que han sido entrevistados señalaron que manejan poco o nada los indicadores para predecir el clima a corto o mediano plazo. Según varios de ellos, estos indicadores no sirven; en un caso, el productor indica que los mismos indicadores, como las nubes y las plantas, han cambiado su comportamiento frente al cambio climático por lo cual han perdido su valor como indicador climático. Ningún joven entrevistado maneja (bio) indicadores para predecir el clima.

Por otro lado, manejan varias prácticas ancestrales que han sido pasadas de padre/madre a hijo e hija como los diferentes sistemas de rotación de cultivo, la ubicación y el momento de aplicar abono orgánico, la diversificación de cultivos o variedades de cultivos y/o árboles, el manejo de la uva sobre el molle, el desarrollo de semillas adaptadas al lugar (por ejemplo el productor de durazno en San Benito), el sistema de ayni o apoyo mutuo, por ejemplo durante la siembra en Colomi.

A pesar que no todas las familias tienen asegurada la continuación futura de la parcela por parte de sus hijos, todas están con el deseo de seguir el manejo del sistema agroforestal. Incluso, en la mayoría de los casos, las familias quieren ampliar el mismo, generalmente a través de la incorporación de más frutales o más variedades para el autoconsumo y para la comercialización, eventualmente de forma procesada. Varias familias desean producir más miel en la parcela; algunas familias quieren intentar dar un uso más amplio a su parcela a través de la instalación de un *camping*, un restaurante de campo o la organización de eventos eco-educativos en el lugar.

En la mayor parte de las zonas donde se llevaron a cabo las entrevistas, los árboles son considerados como una amenaza para el buen desarrollo de cultivos. En algunos casos, esta creencia llevó a ciertos problemas con vecinos en relación a la presencia de árboles (Combuyo, Huancarani). En Sacaba cortan los árboles para dar lugar a construcciones nuevas. Sobre todo el eucalipto es considerado un árbol que “chupa toda el agua”, por lo cual las familias productoras evitan plantarlo en asociación con cultivos. Sin embargo, en el caso de sistemas agroforestales tradicionales como Colomi, San Benito y Capinota, los árboles son manejados en asociación con cultivos, y las mismas familias productoras señalan los beneficios para los cultivos de esta forma de producción (protección contra heladas y viento, suelo más suelto, presencia de materia orgánica).

Varias familias han señalado réplicas de sus sistemas por los vecinos, como la plantación de una cierta especie de árbol, sobre todo frutales; en campos agrícolas, por ejemplo, en la comunidad de Molle Punku, una gran parte de los habitantes han empezado a plantar durazneros. También, son varias las familias productoras que han plantado pasto falaris con o sin la instalación de terrazas de formación lenta como réplica.



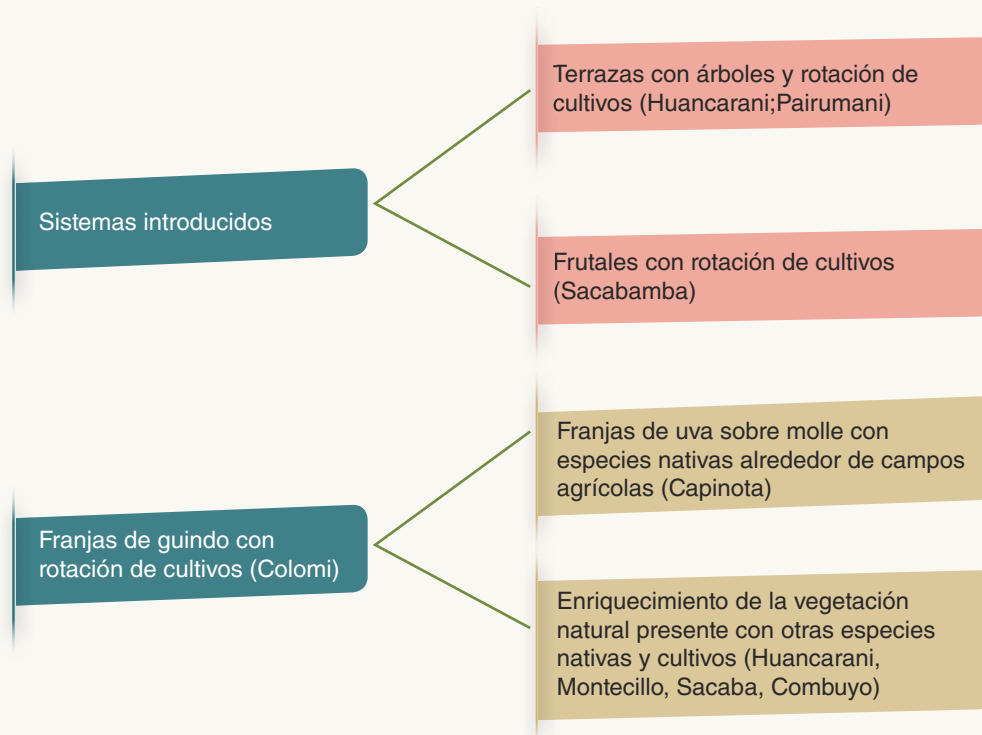
6. RESULTADOS OBTENIDOS

6.1 Sistemas agroforestales identificados

Hay varias formas en las que se pueden clasificar los diferentes tipos de sistemas agroforestales identificados en este diagnóstico. Por ejemplo, en la zona de estudio, se han identificado, tanto sistemas agroforestales tradicionales que son manejados desde generaciones por las familias agricultoras como también sistemas agroforestales promovidos por instituciones de desarrollo rural (ver Figura N° 3).

Existe una gran diferencia entre estos dos tipos de sistemas agroforestales, ya que el primer tipo, el sistema tradicional, se basa en la acumulación de experiencias de varias generaciones de familias agricultoras, y ha sido diseñado y desarrollado a partir de las potencialidades y necesidades locales, mientras que el sistema introducido por instituciones generalmente sirve a objetivos más amplios, como el manejo integral de cuencas o tiene fines de investigación y ha sido desarrollado a partir de datos científicos y/o cuenta en varios casos con insumos (especies) que no son del lugar.

Figura N° 3: Clasificación de sistemas agroforestales en base a la historia de los mismos



Fuente: Elaboración propia.

También se pueden clasificar los sistemas agroforestales en base a sus objetivos, como la producción de frutales, la conservación del suelo o el pastoreo de animales. El marco de este estudio se basa en la clasificación de sistemas agroforestales del Manual de Agroforestería para Zonas Secas y Semiáridas (2009), desarrollado a partir del diseño técnico de los sistemas (ver Tabla N° 1).

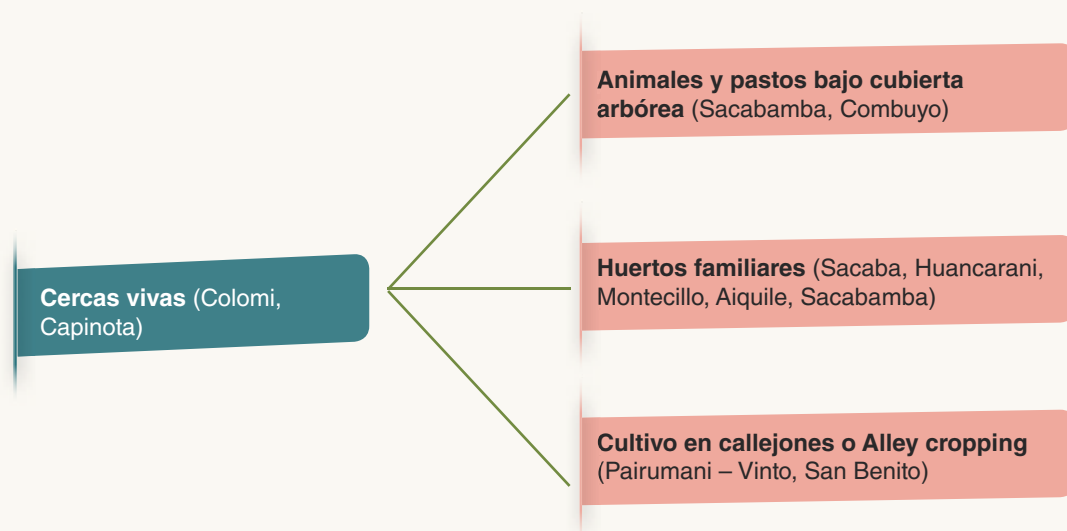
Tabla N° 1: Clasificación de sistemas agroforestales

Sistemas con arreglo linear	Descripción
Cercas vivas	Plantación de árboles alrededor de los cultivos como protección contra animales, etc. y para delimitar el terreno.
Cultivo en callejones (<i>Alley Cropping</i>)	Plantación de líneas de árboles con el establecimiento de cultivos anuales entre las líneas de árboles.
Cortinas rompevientos	Líneas de árboles y arbustos plantados entre el cultivo y la dirección del viento, en sentido perpendicular.
Sistema taungya	Asociación de cultivos anuales durante la etapa de establecimiento de la plantación forestal.
Árboles asociados a estructuras de conservación de suelos	- Árboles en barreras vivas (la plantación de árboles o arbustos en curvas de nivel dentro de un terreno); - Barreras complementadas con muros de piedra (la construcción de muros de piedra en sentido transversal a la pendiente máxima del terreno. La barrera viva constituida por árboles o arbustos se establece del lado bajo del muro).
Sistemas deliberados	
Cultivos bajo cubierta arbórea	Los árboles maderables ejercen una función de cobertura sobre los cultivos.
Animales y pastos bajo cubierta arbórea	- Pastoreo en bosques naturales. - Pastoreo en plantaciones forestales para madera. - Praderas con árboles o arbustos forrajeros en las praderas. - Sistemas integrados mixtos con árboles forrajeros o multipropósito para corte.
Huertos familiares	Sistema de uso de la tierra que tiene límites definidos y una vivienda, incluye una mezcla de plantas anuales y perennes así como animales y ejerce una variedad de funciones biofísicas, económicas y socioculturales para su propietario(a).

Fuente: *Manual de Agroforestería para Zonas Secas y Semiáridas (2009)*

De esta manera, se ha llegado a la siguiente clasificación de los sistemas agroforestales identificados en este estudio (Figura N° 4).

Figura N° 4: caracterización de los sistemas agroforestales identificados en este diagnóstico



Fuente: *Elaboración propia en base al Manual de Agroforestería para Zonas Secas y Semiáridas (2009).*

6.2 Los motivos

Existen varias razones por las cuales las familias productoras deciden cambiar de un sistema convencional a un sistema agroforestal. En primer lugar, el grado de degradación del suelo y la convicción que un sistema agroforestal integral puede ayudar a recuperar la estructura y fertilidad del suelo. Otro factor que ha jugado un papel importante son las visitas de intercambio a parcelas agroforestales, la participación en los talleres prácticos y la influencia y apoyo técnico de instituciones o personas privadas con experiencia en la temática. Asimismo, la voluntad de intensificar la producción en su predio e incorporar en una misma superficie cultivos y árboles frutales y/o maderables.

Las familias agricultoras manejan sistemas agroforestales por varias razones, de las cuales la producción y comercialización de sus productos son una de las más importantes, por ejemplo en Colomi (guinda), San Benito (durazno), Sacabamba (hongo comestible y a largo plazo madera), Sipe Sipe (variedad de frutas, hierbas, flores), Aiquile (chirimoya y cítricos) y Capinota (uva y otras frutas). Otras razones por la que se debe manejar los sistemas productivos con la incorporación de árboles son mejorar la productividad de la parcela (para los hijos), producir alimentos saludables para la familia (autoconsumo), tener una producción diversificada, querer experimentar con nuevas especies y asociaciones, obtener la experiencia de cultivar la tierra de buena manera, ver crecer las plantas y crear un ambiente sano y agradable.

Por otro lado, de acuerdo a lo observado en este estudio, existen varias zonas en Cochabamba donde las familias productoras manejan sistemas agroforestales tradicionales, es decir, sistemas agroforestales manejados desde generaciones sin ninguna influencia institucional. En los tres casos de sistemas agroforestales tradicionales, el sistema productivo tiene su base sobre una especie introducida.

En los casos del Municipio de Colomi, el árbol del guindo ha sido introducido varias generaciones atrás, posiblemente por los españoles, pero en esa época sólo era permitido cultivar a los “patrones”. Al terminar el sistema de patrón – peón, la mayoría de las familias productoras comenzaron a cultivar el guindo, generalmente en franjas alrededor de sus campos como rompeviento y para indicar los límites, en combinación con una rotación de cultivos como papa, haba, papaliza y cebada en el interior



de la parcela. Es un sistema que se sigue manejando, ya que existe un mercado para los productos y, además, por la experiencia transmitida de padre a hijo. Sin embargo, son cada vez más personas que dejan de manejar el guindo por la reciente proliferación de un hongo (posiblemente *Erwinia* sp.) que causa grandes pérdidas en la producción. En todo caso, el guindo no es la fuente principal de ingresos para las familias.

En el caso de Capinota, el sistema típico agroforestal es la producción de uva sobre el molle que sirve como soporte. Esta asociación se maneja en combinación con varias especies perennes nativas y frutales en franjas, alrededor de los campos de cultivo. La vid ha sido importada en 1559 por los Misioneros Agustinos (Wordpress, 2013). También, en esta zona, el sistema agroforestal se encuentra en descenso por factores como la migración rural, la contaminación a causa de la fábrica de cemento.

En San Benito, las múltiples variedades de durazno que se cultivan han sido desarrolladas e introducidas en los años sesenta por la Estación Experimental San Benito, que se encuentra en el lugar homónimo. Desde entonces, la gran mayoría de las familias productoras de esta zona han incorporado este árbol en su sistema y en el curso del tiempo se ha vuelto para muchos la mayor fuente de ingresos. La mayoría de las familias productoras manejan huertos de durazneros separados de sus cultivos, pero hay otras, como la familia visitada en el marco de este estudio, que manejan sistemas productivos en los cuales el duraznero forma parte integral, por ejemplo árboles en callejones entre los cuales se producen flores o rotación de papa con maíz y forraje. En el caso de San Benito, la producción y comercialización del durazno está en su auge, lo que promueve la permanencia de los jóvenes y la continuación de este sistema productivo.

Las familias productoras que establecieron sistemas agroforestales con ayuda de instituciones (la comunidad de Pairumani en Tiraque, Aiquile, Sacabamba y Sipe Sipe) generalmente producían de forma convencional con aplicación de agroquímicos y demás fertilizantes, sin realizar medidas de conservación de suelos y sin manejar árboles como parte integral de su sistema. La parcela de la Granja Modelo Pairumani es un caso aparte, ya que se trata de una parcela de investigación aplicada.

Además, hay familias productoras en Combujo, Sacaba, Montecillo y Huancarani motivadas por las experiencias de otras personas, que han implementado sistemas agroforestales, y han experimentado con diferentes técnicas y especies a partir de la vegetación local. Los productores que decidieron, por iniciativa propia, cambiar su sistema productivo a un sistema agroforestal son todos ingenieros agrónomos con formación y/o enfoque ecológico que buscan crear un sistema productivo sostenible a partir de medidas de recuperación del suelo, como las terrazas de formación lenta y la incorporación del árbol en el sistema productivo. En todos estos casos, los productores no dependen de la parcela agroforestal para sus ingresos aunque así sea la aspiración futura.

6.3 La instalación de la parcela

En cuanto a la provisión de los insumos, el estudio identificó diferentes modalidades. Por un lado, ARAS Parroquia Sipe Sipe aporta con la mitad de los costos del sistema de riego, de las semillas y de los plantines. Mientras que CIF aportó con el pasto falaris y los plantines de tagasaste para las parcelas en Pairumani, la Red ECO-SAF logró reunir el financiamiento para los plantines de las parcelas experimentales (p.ej. en la Granja Modelo Pairumani), CIPCA entregó a las comunidades de Sacabamba. plantas de pino, eucalipto y duraznero, además alambre de púa.

Hay productores que buscan plantines en diferentes lugares y recolectan semillas de árboles, compran plantines en mercados o viveros, intercambian con otros productores, como es el caso de Montecillo, Huancarani, Sacaba y Combuyo. Varios productores tienen mini viveros donde producen sus propios plantines a partir de las pepas (Montecillo, Huancarani, Combuyo, Aiquile). En varios casos se constató que realizan injertos o que multiplican a partir de esquejes, por ejemplo en San Benito, Sipe Sipe y Capinota.

En cuanto a la elección de las especies acompañantes más apropiadas para los valles secos interandinos, en el Anexo I, se encuentra una descripción y valoración de especies perennes favorables para sistemas agroforestales.

El problema más sentido durante la instalación de las parcelas agroforestales es la falta de mano de obra debido a factores como la migración, lo que a veces hace que se alargue considerablemente el tiempo necesario para realizar todas las actividades iniciales. Otros problemas que fueron mencionados son el suelo duro que dificulta la hoyación, las hormigas que atacan los plantines recién colocados y la falta de un sucesor para seguir manejando la parcela en el futuro.

Finalmente, cabe destacar las buenas prácticas que se han relacionado con la instalación de parcelas agroforestales:

- » Las formas en que las familias producen sus propias plantas (desde la pepa, con injertos o con esquejes, etc.) y de esta manera se hacen independientes de insumos externos.
- » La incorporación de especies acompañantes en el diseño de la parcela agroforestal, por ejemplo en Capinota, la Granja Modelo Pairumani, Huancarani y Combuyo.
- » El diseño de la parcela con una alta diversidad de especies como en la parcela de Sipe Sipe, Montecillo, Huancarani, Combuyo, etc.
- » La plantación de árboles sobre las curvas de nivel, como en la parcela de Sipe Sipe.
- » La instalación de parcelas con contraparte financiera de las familias productoras, para evitar la creación de paternalismo (ARAS Parroquia Sipe Sipe y Radio Esperanza Aiquile).

6.4 El manejo de la parcela

Las principales actividades encontradas relacionadas con el manejo de las parcelas agroforestales son:

i. la incorporación de abono y materia orgánica de la poda; ii. la cobertura del suelo; iii. la poda de árboles y arbustos; iv. el riego parcelario; v. el control de malezas y de árboles invasores, como es el caso del guindo en Colomi; vi. el enriquecimiento o la ampliación del sistema productivo, a través de la incorporación de más árboles acompañantes y/o frutales y cultivos; vii. la fumigación racional de los frutales con agroquímicos (los guindos en Colomi, los manzanos en Aiquile y los duraznos en San Benito).

Generalmente, el hombre (esposo e hijos) es quien realiza actividades de manejo como la poda, la incorporación de abono y de materia orgánica, la plantación de más árboles y el riego, mientras que la mujer está involucrada en la cosecha de frutas, el corte de forraje (pasto falaris y tagasaste) y el desmalezamiento.

Las parcelas agroforestales han mostrado generar un sinnúmero de beneficios entre los cuales figuran el mejoramiento del suelo: a) el suelo se vuelve más suave, laboreable y húmedo; b) la protección de los cultivos contra condiciones climáticas extremas como el viento, las heladas y contra el ingreso de animales; c) a partir de tres o cuatro años se puede esperar una primera producción de frutas (en el caso que no sean injertos a partir de cinco a seis años, salvo las especies tardías como la palta, el olivo o el nogal) y a partir del quinto año empiezan a producir los hongos comestibles en los rodales de pino; d) la generación de alimentos sanos durante todo el año, tanto para el autoconsumo como para el mercado; e) el forraje para animales; f) la sombra para las personas y los animales y g) los productos secundarios como la leña, la madera de construcción, la miel, los hongos, las plantas medicinales, las flores y los plantines.

Sin embargo, no todos los productores consideran que los árboles mejoran la calidad del suelo, algunos señalan que para plantar árboles (frutales) se necesita un buen suelo para que se desarrollen bien.

Los principales problemas que se han identificado en relación al manejo de parcelas agroforestales son:

a) la falta de mano de obra para ayudar en el manejo de la parcela; b) la falta de conocimiento sobre la importancia y la práctica de la poda, lo que lleva a una alta densidad vegetal y con ello la aparición de enfermedades y la disminución en la producción de los cultivos y de árboles vecinos; c) la falta de agua; d) las plagas (pájaros⁵ en los frutales y hormigas corta hojas) y enfermedades (hongos en el guindo) y e) las condiciones climáticas cambiantes y adversas, como ser sequías más prolongadas, heladas y granizadas más frecuentes o mayor amplitud térmica.

Los gastos relacionados con el manejo de la parcela se pueden dividir en: a) mano de obra (para poda, limpieza, riego, incorporación de abono y materia orgánica en el suelo, incorporación de nuevos árboles, etc.); b) insumos (nuevos árboles, pasto falaris, etc.) y c) herramientas (podadora con mango corto y mango largo, sierra, escalera, etc.). Lamentablemente, no se cuenta con datos económicos uniformes en relación a los costos del manejo de una parcela agroforestal, ya que las condiciones locales en cuanto a agua, condición del suelo, clima y mano de obra varían significativamente.

Se identificaron las siguientes buenas prácticas en relación al manejo de las parcelas:

- » Depositar la materia orgánica de la poda, pasto o hierbas secas, etc. en la placa circular de los árboles para disminuir la evapotranspiración (Sipe Sipe, San Benito, Huancarani, Combuyo, Montecillo).
- » Involucrar especies acompañantes en el consorcio para lograr un equilibrio natural sanitario.
- » Sistemas de riego que eviten la pérdida de agua: riego por goteo (Sacabamba, con apoyo de CIPCA), canales de riego con ramas para frenar el agua, riego a través de bolsas de plástico en lugares con alto drenaje del suelo (Huancarani).
- » Trabajar con un enfoque integral: manejo de suelo, agua y planta (ARAS Parroquia Sipe Sipe).
- » Iniciar el trabajo en pequeñas parcelas, con líderes que ayuden a difundir las prácticas.
- » Realizar un seguimiento durante varios años para garantizar un cierto nivel de sostenibilidad.

⁵ Muchos(as) productores(as) consideran a los pájaros como plagas, ya que comen una gran parte de sus frutas; sin embargo, los mismos presentan beneficios importantes como el control de insectos dañinos, polinización, producción de guano, etc.

6.5 Conclusiones

6.5.1 Conclusiones y recomendaciones para futuros estudios o sistematizaciones

CONCLUSIÓN 1

Existen iniciativas aisladas en relación a la investigación sobre sistemas agroforestales en los valles interandinos secos de Cochabamba, sin embargo, no existe una estrategia clara de investigación que contemple los vacíos en el conocimiento sobre los diferentes aspectos de sistemas agroforestales en estas zonas, las condiciones y necesidades de las familias productoras y factores externos como el cambio climático, la migración, los movimientos en el mercado, los beneficios ecosistémicos, etc.

RECOMENDACIÓN

Elaborar una estrategia de investigación y difusión de los resultados dirigida a sistemas agroforestales en zonas secas, juntamente con actores relevantes como el INIAF, los municipios, las familias productoras, las universidades, las organizaciones no gubernamentales, etc. que contemple los factores mencionados anteriormente, y que busque la identificación de factores que influyen en el buen funcionamiento de sistemas agroforestales en zonas secas y, que a su vez, puedan ser utilizados en estrategias de promoción y difusión.

CONCLUSIÓN 2

Se ha identificado varios sistemas agroforestales tradicionales que se encuentran en diferentes niveles de importancia socio económica, es decir, existen sistemas agroforestales que son la mayor fuente de los ingresos económicos para las familias productoras, como también existen sistemas agroforestales que solo producen (una parte) de los productos necesarios para el autoconsumo.

RECOMENDACIÓN

Es sumamente importante realizar estudios que busquen identificar los aspectos socio económicos, técnicos y locales que influyen en el grado de importancia que tienen los diferentes sistemas agroforestales para las familias productoras para, en base a ello, poder identificar pautas para la promoción y difusión de sistemas agroforestales adaptados a las condiciones del lugar y el interés de la gente.

CONCLUSIÓN 3

Durante el diagnóstico se han identificado varias experiencias interesantes que pueden servir como insumos inspiradores para las familias productoras, que quieren implementar o mejorar un sistema agroforestal.

RECOMENDACIÓN

Se recomienda elaborar y publicar cartillas para las familias productoras que expliquen y visualicen las diferentes experiencias con sistemas agroforestales, en lenguaje accesible y con fotografías que ilustren las diferentes experiencias, complementadas con pautas para el diseño y manejo de sistemas

agroforestales. Es importante caracterizar de forma detallada los sistemas agroforestales más apropiados para cada subregión o piso ecológico, determinando de esta manera modelos referenciales apropiados para su adopción.

6.5.2 Conclusiones y recomendaciones para la promoción de los sistemas agroforestales en zonas semiáridas

CONCLUSIÓN 1

Los resultados del diagnóstico han demostrado que en las zonas secas, los sistemas agroforestales bien manejados logran mejorar la estructura y fertilidad del suelo, frenar la erosión, mantener la humedad, mantener con su diversidad un equilibrio natural sin muchas plagas y enfermedades, generar productos tanto para el autoconsumo como para el mercado durante todo el año, proteger los cultivos contra situaciones climáticas extremas como heladas, granizadas, vientos fuertes y generar un sinnúmero de otros beneficios o productos como plantas medicinales, flores, miel, leña y madera. Es decir, existe suficiente base para justificar la promoción de sistemas agroforestales en zonas secas.

RECOMENDACIÓN

Se plantea realizar una promoción activa y constante de los sistemas agroforestales por medio de herramientas como capacitaciones (talleres, visitas de intercambio y prácticas), asesoramiento, materiales audiovisuales para televisión e internet, artículos de prensa, programas de radio y exposición en ferias.

CONCLUSIÓN 2

A pesar de la importancia que el gobierno brinda a los sistemas agroforestales, son escasos los esfuerzos a nivel gubernamental en la zona seca de Cochabamba que están dirigidos a la promoción de los mismos.

RECOMENDACIÓN

Se sugiere involucrar a sindicatos, municipios y a la gobernación departamental en el desarrollo de estudios, proyectos y estrategias para la promoción de sistemas agroforestales, donde los mismos tendrían que jugar un papel protagonista. En este sentido, es importante considerar un abordaje a nivel de microcuencas empleando el concepto de Manejo Integrado de Cuencas, así como buscar financiamiento para estas iniciativas, en el marco del mandato de protección del medio ambiente.

CONCLUSIÓN 3

Existen contradicciones en las normas y las leyes en relación a la práctica agroforestal; por un lado, se declara la agroforestería como una opción válida para reforestar áreas deforestadas (Ley N° 337), pero por otro lado sobre todo cuando están involucradas especies nativas, el INRA no reconoce los sistemas agroforestales como actividad agrícola con función social. Esta contradicción se expresa también en la falta de normas acerca del chaqueo, en el caso que un incendio provoque la pérdida de

una parcela agroforestal, actualmente no existe apoyo y/o indemnización con el productor para realizar la re-implementación.

RECOMENDACIÓN

Se sugiere realizar incidencia política para elaborar una norma jurídica que introduzca criterios claros para el cumplimiento de la Función Económica Social (FES), e incluya los sistemas agroforestales como una actividad agrícola que cumpla con los requisitos de la FES. Además, se necesitan normas jurídicas que reflejen la importancia de los bosques y los sistemas agroforestales como medida de protección de los mismos (por ejemplo en las cuencas, en las zonas de amortiguamiento, etc.).

CONCLUSIÓN 4

Las instituciones que trabajan o han trabajado en la promoción y el desarrollo de sistemas agroforestales en la zona seca del departamento de Cochabamba juntan experiencias instructivas que pueden dar pautas importantes a nivel metodológico, técnico y social. Existen espacios de intercambio y fortalecimiento institucional como la Plataforma del Suelo de MISEREOR y la Red ECO-SAF.

RECOMENDACIÓN

Se necesita ampliar y fortalecer estos espacios e incluir a más actores como los municipios, las mancomunidades de municipios, las familias agricultoras, las asociaciones de productores y juntamente con ellos desarrollar propuestas para la promoción y difusión de sistemas agroforestales adaptados a zonas secas. Es importante el fortalecimiento institucional de la Red ECO-SAF como la entidad que agrupa en torno a los sistemas agroforestales a instituciones públicas y privadas, a productores y a interesados a nivel local, regional, nacional e internacional, proponiendo, transmitiendo y desarrollando nuevas prácticas ambientalmente sostenibles, económicamente viables y socialmente justas, con enfoque adaptativo al cambio climático.

CONCLUSIÓN 5

Durante el diagnóstico se ha identificado a productores que sobresalen por sus ganas de investigar, experimentar y mejorar su sistema productivo. Además, varios de ellos manejan parcelas agroforestales donde se pueden observar buenas prácticas y los impactos positivos sobre el suelo, la productividad, el ambiente, etc. Estas personas y sus parcelas pueden jugar un rol importante en la difusión de los sistemas agroforestales.

RECOMENDACIÓN

Es importante identificar a los líderes agroforestales, personas que tienen años de experiencia en el desarrollo y manejo de sistemas agroforestales y que cuentan con motivación y espíritu investigador. Estas personas pueden jugar un rol protagonista en procesos de intercambio, de capacitación de campesino a campesino a partir de su propia experiencia. Es importante contribuir a la articulación orgánica y a la organización para fortalecer el impacto.

CONCLUSIÓN 6

La promoción de los sistemas agroforestales debe tener la generación de ingresos a corto plazo como un componente fuerte, caso contrario serán pocos productores que se interesen en el manejo.

RECOMENDACIÓN

Antes de promover los sistemas agroforestales en una cierta zona, hay que indagar sobre las condiciones locales, como la presencia de agua, el grado de degradación del suelo (si es muy avanzado tomará mucho tiempo y esfuerzo recuperar, lo que puede llevar a la desmotivación de las personas involucradas), el mercado para los eventuales productos, la actitud y reglas locales acerca de la plantación de árboles, la presencia de vegetación nativa, etc. para que en base a ello diseñen sistemas productivos integrales que garanticen productos comercializables a corto plazo, un uso eficiente del agua, la recuperación del suelo y el mejoramiento productivo a mediano y largo plazo.

CONCLUSIÓN 7

Las observaciones en el campo han mostrado que existen muchos vacíos en el conocimiento sobre sistemas agroforestales en las zonas secas de Cochabamba en general y en relación a la instalación (diseño) y al manejo de sistemas agroforestales en específico. En cuanto al diseño, falta en muchos casos la diversificación tanto horizontal como vertical que es necesaria para promover relaciones positivas entre las diferentes plantas y para obtener un equilibrio sin (muchas) plagas y enfermedades. En cuanto al manejo, falta generalmente la aplicación de prácticas adecuadas de poda que eviten la competencia entre especies y promuevan el desarrollo de todas las plantas que forman parte del sistema, sobre todo las que tienen mayor rentabilidad.

RECOMENDACIÓN

La promoción de sistemas agroforestales a productores debe ser acompañada con una planificación participativa y adecuada, que esté dirigida a la creación de parcelas diversificadas y con diferentes estratos para garantizar un equilibrio y desarrollo óptimo de las plantas, en función a las condiciones del piso ecológico. Además, debe haber un acompañamiento a corto y mediano plazo para proveer a la familia productora con la capacitación para el manejo de la parcela, sobre todo la poda, según el desarrollo del sistema productivo.

Es importante incluir la instalación, el manejo y los beneficios de sistemas agroforestales en zonas secas en el currículo del estudio de forestación y agricultura en las universidades y escuelas técnicas superiores para que los y las estudiantes cuenten con los conocimientos adecuados para la promoción y el acompañamiento a estos tipos de sistemas de producción integral.

7. RECOMENDACIONES Y PAUTAS TÉCNICAS PARA EL MANEJO DE SISTEMAS AGROFORESTALES



Fuente foto: Johannes Brunner (Aiquile)

7.1 Beneficios de árboles y arbustos

7.1.1 Árboles y arbustos: una herramienta para la producción sostenible

Las especies perennes, que son los árboles y arbustos, tienen una función importante en el sistema integral de la producción sostenible. Son un factor clave en el ciclo de nutrientes y la humedad del suelo, en la sanidad vegetal en la parcela y en la adaptación al cambio climático. Son llamados sistemas agroforestales aquellos sistemas productivos donde están integradas especies perennes. Hay sistemas agroforestales simples, que solamente combinan por lo menos dos especies y otras donde son asociadas muchas especies de diferentes características.

La producción en sistemas agroforestales con mucha diversidad de especies es una forma de producir imitando la naturaleza para no solamente poder cosechar, sino lograr al mismo tiempo un equilibrio natural, la sanidad vegetal y la mejora de la fertilidad del suelo. Para mejorar la fertilidad del suelo se

debe acumular energía en el mismo, porque es la energía en forma de materia orgánica que asegura la vida de los organismos en el suelo. Las lombrices, bacterias, hongos y micorrizas son responsables de la fertilidad del suelo. Mientras el sistema de producción imita mejor a la naturaleza, este sistema productivo tiene mayor sostenibilidad.

En la naturaleza, un área de terreno sin cobertura es igual a una herida en la tierra que debe sanar lo antes posible. Allí aparecen las especies pioneras, que son las gramíneas silvestres y otras especies con un ciclo de vida máximo de un año, que también son llamadas *malas hierbas o malezas*. Existen también las especies pioneras domesticadas, por ejemplo los cereales como el maíz, trigo, cebada, avena y arroz.

Cuando han madurado las especies pioneras, el material vegetal se seca y cae sobre el suelo. Bajo esta protección pueden germinar las especies secundarias I, que son las hierbas con un ciclo de vida de hasta 2 años; cuando éstas han formado una capa densa y se están descomponiendo, los restos vegetales acumulan fertilidad en el lugar y aparecen las especies secundarias II que tienen un ciclo de vida de hasta 20 años. En general, son arbustos como la chacatea, la thola y bayas como la frambuesa. Su hojarasca cae y a través de su descomposición se acumula energía y materia orgánica en el suelo, lo que prepara la cama para que germinen las especies secundarias III con un ciclo de vida de hasta 80 años. Bajo la sombra de éstas pueden germinar a su vez las especies primarias con un ciclo de vida mayor a los 80 años.

Ahora, para fines productivos, la familia productora puede acortar este proceso de acumulación tan largo y plantar o sembrar las especies pioneras, secundarias I, II y III y las especies primarias de una vez al implementar la parcela, manteniendo la distancia de siembra o plantación de cada especie como si fuera la única. Quiere decir, son sembradas y plantadas varias especies en la misma parcela manteniendo la manera de sembrar y plantar cada una, sobreponiendo las prácticas de siembra y plantación; entonces, es tan grande la densidad y hay tanta diversidad en la misma parcela, además de haber cumplido con la meta de la naturaleza que apunta a un sistema diverso y completo, que no habrá malas hierbas, ni plagas o enfermedades, más bien será un sistema estable donde la fertilidad del suelo mejorará y cada vez será mayor su potencial de almacenar la humedad.

Los sistemas agroforestales que imitan de esta forma la naturaleza son llamados sistemas agroforestales sucesionales, porque consideran la sucesión natural y se integran en el sistema productivo.

7.1.2 Árboles y arbustos garantizan la fertilidad del suelo

Debido a la estatura vertical, el árbol está obligado a anclarse en el suelo a través de raíces mucho más profundas que los cultivos de ciclo corto. Desde estas profundidades, el árbol, y también los arbustos, buscan gran parte de los nutrientes para producir ramas, hojas y frutas y además satisfacer sus necesidades hídricas. El árbol renueva permanentemente sus raíces y amplía el diámetro de su rizoma; las raíces ablandan el suelo, parten piedras y con la ayuda de organismos dentro y alrededor de sus raíces solubilizan los nutrientes, así construyen un suelo fértil.

Las raíces de las especies perennes también sujetan el suelo y protegen contra la erosión eólica e hídrica. La raíz muerta se descompone y queda una fístula por donde puede respirar la biota del suelo y penetrar el agua de lluvia. Tanto el intercambio de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂), como una cierta humedad, son de suma importancia para la vitalidad del suelo, que a su vez es una condición primordial para su fertilidad.

Por la estructura y profundidad de la raigambre del árbol, muy diferente a las raíces de los cultivos cortos en la chacra, no existe competencia entre estas dos clases de vegetales, al contrario, las raíces de las especies perennes a mediano y largo plazo pueden construir sinergias con microorganismos en el suelo, que también son de provecho para los cultivos a corto plazo. Por ejemplo, las bacterias nitrificantes que viven en los nódulos de las raíces de las especies leguminosas y acumulan nitrógeno en el suelo, benefician también a las especies vecinas. Las especies leguminosas nativas de zonas áridas y semiáridas de Bolivia son: tipa (*Tipuana tipu*), jarca (*Acacia visco*), algarrobo (*Prosopis juliflora*), pacay (*Inga sp.*), tara (*Ceasalpinia spinosa*). En cada ecosistema existe también una variedad de leguminosas arbustivas.

Otra relación está desarrollada por ciertos hongos en las raíces llamados micorrizas. Estos aumentan la disponibilidad de minerales y humedad para el conjunto de las plantas presentes, además, se debe mencionar, que especies con raíces pivotantes logran “chupar” la humedad de mucha profundidad (hasta 40 metros) hacia niveles superiores del suelo, así beneficia a plantas vecinas. Este fenómeno es conocido como ascensor hídrico (*hydraulic lift*).

Las hojas de las especies caducas se caen en cierta temporada; las especies perennes pierden hojas durante todo el año. En el suelo se acumula una capa de materia orgánica, también llamada acolchado (mulch); tiene la función de una frazada, que cubre el suelo del frío, del calor, de la fuerza erosiva y/o compactadora de la lluvia torrencial, de la erosión eólica, de la evaporación a causa de los rayos solares y del viento. Debajo de este acolchado, los macro y microorganismos del suelo se encuentran a una temperatura y una humedad constante, lo que favorece su proliferación. Además, esta materia orgánica por la actividad de la biota se transforma en humus, que ayuda a aumentar la fertilidad del suelo y la capacidad de almacenar la humedad.

En la asociación de árboles con un cultivo, la tarea principal del productor es el manejo adecuado de las especies arbóreas, que consiste sobre todo en la poda periódica. Todo material de poda debe ser picado y depositado sobre el suelo para aumentar el acolchado de materia orgánica, ya que por su descomposición aumenta el porcentaje del humus en el suelo y mejora la fertilidad y humedad.

Las ramas podadas no solamente pueden servir como cobertura y fertilizar el suelo a través de su descomposición, sino que pueden constituirse en material de origen para la elaboración del carbón vegetal. Hace unos años, en la Amazonía, fueron encontrados suelos negros muy fértiles (*terra preta*) que habían sido contruidos por pueblos ancestrales a través de la carbonización de la materia orgánica como madera y residuos sólidos. El proceso de carbonización es el contrario de la quema.

En vez de soltar el dióxido de carbono (CO_2) lo atrapa en un compuesto químico sumamente estable y a la vez con muchas cavidades que proveen al suelo de una estructura favorable. Los huecos del carbón vegetal pueden albergar microorganismos y gotas de agua en una dimensión mucho mayor al compost y, además, tienen la ventaja de mantenerse estables durante siglos.

7.1.3 La relación entre la diversidad y la sanidad vegetal

En lugares sin intervención del ser humano, se puede observar una diversidad abundante de flora y fauna y, al mismo tiempo, la ausencia de plagas y/o enfermedades, esto debido a la diversidad de especies, razón por la cual ni las plagas ni las enfermedades pueden proliferar. Por ejemplo, donde hay pulgón se encuentra también un coccinélido (mariquita) siempre y cuando no se haya extinguido por el

uso de los agroquímicos. Si aumenta la presencia del pulgón, entonces como consecuencia también aumenta la población de la mariquita.

Otro ejemplo son los pájaros que anidan en los árboles. Mucha gente opina que estos son dañinos porque compiten con el hombre por los granos y frutas. Esto será cierto para algunas aves, ya que gran parte de los pájaros se alimenta de insectos, a los que devoran en cantidades significativas y otros juegan un papel importante en la polinización. Entonces, la naturaleza intacta logra la sanidad vegetal a través de un equilibrio natural que se debe a la dinámica entre los diferentes actores.

Un terreno cultivado que está circundado por especies perennes, sobre todo nativas, está bien protegido contra plagas y enfermedades, porque los arbustos y árboles en el borde cobijan a los animales. Cuanto mayor es la diversidad encima del suelo, mayor es la diversidad dentro del suelo. La diversidad en el suelo incluye especies de organismos, por ejemplo hongos, que producen antibióticos que apoyan favorablemente la sanidad vegetal subterránea y, hasta cierto grado, protegen el cultivo incluso contra nemátodos.

7.1.4 Los Incas comprobaron la agroforestería en la adaptación al cambio climático

Hace 12 mil años, el ser humano empezó con la domesticación del árbol, porque de cazador y recolector pasó a ser agricultor. Desde entonces el árbol frutal, forrajero, melífero, medicinal, leñoso, maderable y ornamental acompaña al ser humano en su vida cotidiana.

En el año 1000 después de Cristo, en la región andina, ocurrió un cambio climático con temperaturas crecientes, temporadas de sequía alargadas, vientos fuertes, lluvias torrenciales y al mismo tiempo precipitaciones decrecientes, los Incas aseguraron su producción agrícola, conservaron sus lagunas y vertientes y mitigaron los desastres naturales a través de la agroforestería. Plantaron árboles alrededor y dentro las parcelas de cultivo para crear un microclima agradable y disminuir la erosión hídrica y eólica; forestaron las laderas y los bordes de los ríos para estabilizar los terrenos y mitigar el riesgo de deslizamientos, además de la forestación de las áreas de afluentes hídricos para asegurar la infiltración del agua de lluvia. La técnica agroforestal ha sido comprobada por los Incas, incluso dieron un nombre especial al árbol domesticado: *mallqui*, con el fin de distinguirlo del árbol en el bosque (*sach'a*) (Chepstow-Lusty, A. & Winfield. M., 2000; Chepstow-Lusty, A. *et al*, 2009).

7.2 Método y costos de la implementación de parcelas agroforestales

7.2.1 La planificación

El primer paso para implementar una parcela agroforestal es el análisis de las condiciones en el lugar (microclima, suelo y agua) y de las necesidades y deseos del productor y de su familia (qué beneficios busca, qué productos quisiera cosechar y qué disponibilidad hay para la compra de plántines). Se recomienda elaborar una lista de las especies que son factibles para el lugar y analizar los requerimientos de cada especie respecto al suelo, agua, clima, espacio y sombra. También, es recomendable analizar los trabajos de manejo según las especies escogidas. De esta forma, se revisa la lista de especies y se eliminan las especies que (ya) no convienen.

7.2.2 La preparación de la parcela

El segundo paso consiste en medir el espacio de la futura parcela y calcular las plantas y las semillas que se necesitarán para la implementación de la parcela agroforestal.

Se hace un dibujo de la parcela, se recomienda en un papel cuadriculado, donde cada cuadrado significa un metro cuadrado. En este dibujo se indica el lugar de cada arbolito por plantar, se identifican las diferentes especies por sus abreviaciones. En este croquis se empieza con la distribución de los árboles grandes, que a la vez son especies primarias de un ciclo de vida largo, quiere decir mayor a 80 años. Estos son por ejemplo el olivo, nogal, palto, molle, jacarandá, ceibo o chilijchi, que necesitan un espacio de 36 m² a su alrededor (3 metros por cada lado se suman a 6 metros x 6 metros = 36 metros). Estas especies primarias se plantarán entonces con 6 metros de distancia en la fila y 6 metros de distancia entre las filas, entre estos árboles se pueden plantar a una distancia de 3 metros especies secundarias de un ciclo de vida más corto como el duraznero, manzano, peral, chirimoya, cítrico, higo, pacay, tara, tecomá y las variedades de acacias. Al medio de éstas, quiere decir a 1,5 metros de distancia en la fila de las especies mencionadas anteriormente, se recomienda plantar o sembrar las especies que crecen como arbustos. Estos son el tagasaste, diferentes variedades de bayas, tuna, chacatea y thola. Como siempre, quedará un espacio vacío entre las plantas, sobre todo cuando sean pequeñas, se recomienda sembrar una mezcla de maíz, frejol, haba, arveja, girasol y cereales para cosechar y/o como forraje para los animales o para servir de abono verde. En el caso de no sembrar aparecerán pastos y hierbas silvestres. Estos cubrirán el suelo y no deben ser eliminados, sino solamente cortados y depositados sobre el suelo para cubrir la tierra.

En el caso que los árboles se planten en filas, entonces el espacio entre las filas puede servir como chacra para el cultivo que se considere oportuno; lo ideal es que sea un cultivo asociado, por ejemplo la asociación de arveja con avena o maíz con vainita, además el zapallo y/o el lacayote.

En el caso que en la parcela ya se encuentren especies de árboles, los nativos de regeneración natural como el molle, chirimolle, chacatea y tola, se los puede aprovechar plantando los frutales en la sombra proporcionada durante la estación seca, quiere decir al sur de las especies ya presentes.

Una vez elegidas y distribuidas las especies, a partir del croquis, se sabrá cuántos ejemplares habrá que conseguir de cada especie seleccionada y también se identifican los lugares para cavar los hoyos. Las especies frutales necesitarán un hoyo de por lo menos 0,50 x 0,50 metros, mientras para las especies acompañantes basta cavar hoyos de 0,25 x 0,25 metros. Cabe aclarar que esto también depende de las condiciones del suelo; en el caso que el suelo estuviera muy degradado y/o pedregoso, conviene preparar hoyos de 1,0 y 1,0 metro para los frutales.

No basta cavar los hoyos, sino también deben ser llenados con un sustrato favorable para el desarrollo de las plantas. En general, la tierra de origen es mezclada con una buena cantidad de compost o estiércol fermentado, quiere decir que se debe haber calentado anteriormente a su utilización. La cantidad de compost o estiércol depende de la bondad del suelo, de su porcentaje de materia orgánica y de la especie. Es obvio que una especie leguminosa como el pacay no necesita tanto abono o estiércol como una especie frutal de alto valor nutritivo como el palto. Se recomienda preparar los hoyos en el mes de octubre, llenarlos con el sustrato y regarlos, para que dentro del sustrato puedan multiplicarse los macro y microorganismos que garantizarán la fertilidad de la tierra para un desarrollo satisfactorio del árbol frutal, que será plantado en el mes de noviembre.

7.2.3 La plantación

Un día favorable para la plantación es cuando la tierra está un poco húmeda y la temperatura está templada porque el sol se está ocultando detrás de las nubes. En el caso que no se den estas condiciones, es recomendable plantar recién a partir de las 15:00 horas para disminuir el estrés hídrico en los plántulos recién plantados. Aunque vienen en bolsas, las raíces de muchos plántulos pueden sobresalir o, por alguna circunstancia, las raíces son lastimadas durante el transporte hacia el lugar de plantación, lo que hace necesario cortar esta parte.

Se recomienda plantar los árboles al ras del suelo y mantener un anillo alrededor de su pie, donde se puede depositar el agua de riego. No conviene poner los arbolitos de manera profunda dentro del hoyo, porque al regar queda mojado el tallo durante algún tiempo. Como la planta está tierna y tiene una corteza delgada, es el lugar donde fácilmente puede contagiarse con una enfermedad fúngica. También se puede observar que cuando son plantados muy adentro de los hoyos, posteriormente suelen brotar en los durazneros y manzanos muchos chupones del rincón en el lugar donde el tronco empieza a tener contacto con la tierra.

Después de haber realizado la plantación, el arbolito recibe entre uno a cuatro baldes de 10 litros de agua en la placa circular alrededor de su pie, dependiendo del tamaño del hoyo – cuanto más grande el hoyo y más seca la tierra, más agua de riego recibirá.

Para terminar la plantación, la placa circular alrededor del pie del arbolito recién plantado es cubierta con un material orgánico como paja o ramas cortadas de los arbustos circundantes. En el caso que no estuviera disponible ningún material vegetal, se puede utilizar papel periódico o bolsas de papel, por ejemplo las bolsas vacías de cemento. En último caso, son utilizadas las piedras del lugar para cubrir el suelo de la placa circular, al pie del arbolito a fin de impedir la evaporación del agua de riego. Con esta práctica está asegurada la humedad en el hoyo de la planta recién plantada, durante por lo menos una semana.



7.2.4 El manejo

Las prácticas de manejo son el cuidado de las plantas para asegurar su sobrevivencia durante los primeros años y la poda. Se aplica la poda de educación durante los primeros años de desarrollo del frutal, luego la poda anual que se aplica después de la cosecha y antes del nuevo brote, y la poda de rejuvenecimiento de la especie cuando está llegando a su clímax. La sobrevivencia se asegura identificando las necesidades de los arbolitos como la humedad de su hoyo de plantación, mantener cubierta la placa circular alrededor del pie de la planta y/o la necesidad de cubrir el tallo con papel periódico para impedir el mordisqueo por roedores y/o poner alrededor del arbolito una botella de plástico, cortada por su cuello y su fondo, para evitar que trepen las hormigas y le corten las hojas; además hay que proteger las plantas contra el peligro de ser ramoneadas por el ganado.

Respecto al riego, es recomendable no regar un poquito todos los días, sino una buena cantidad de agua cada cierto tiempo (por ejemplo 10 litros cada 15 días) para asegurar que el agua de riego penetre hasta el fondo. En el caso que el agua de riego solamente moje la parte superior del suelo, la planta desarrollará más raíces a poca profundidad, en vez de esforzarse de echar raíz profunda y aprender a ser autónoma. La mejor práctica es regar recién cuando la planta muestre los primeros síntomas de estrés hídrico.

7.2.5 La poda

La práctica de manejo más importante en un sistema agroforestal es la poda. Con la poda se regula la luz y el espacio para cada una de las plantas, ya que con esto se dirige el proceso de su desarrollo. Además, a través de la poda se puede rejuvenecer la planta, provocar mayor o menor producción de frutas y en cierta medida influir en la temporada de cosecha. La máxima importancia de la poda es la de mantener el conjunto de plantas de una parcela agroforestal en estado de desarrollo, condición para que continúe produciendo. La poda se realiza según las fases lunares, pues es más benéfico en menguante.

Resulta importante podar tanto las especies frutales como las especies acompañantes.

No obstante, se puede distinguir entre la poda de las especies frutales y la poda de las especies acompañantes.

La poda en las especies frutales se hace para:

- » conseguir un árbol frutal con un esqueleto equilibrado y una copa fuerte para aguantar el peso de la producción.
- » lograr una producción satisfactoria y estable año tras año.
- » tener plantas sanas y fuertes que no gasten fuerzas en la formación de ramas y hojas.
- » poder cosechar con facilidad y mantener la planta a una altura no mayor a 3 metros.
- » mantener el árbol frutal en estado de desarrollo con fuerza plena para la producción.
- » obtener material para la reproducción de plantas como estacas, estaquitas y yemas para el trasplante en una bolsa o para injertar.

La poda en las especies acompañantes:

- » dar suficiente espacio y luz a las especies frutales y productivas.
- » dar a las especies acompañantes la forma más eficaz para que protejan a las especies productivas y frutales contra la insolación, mitigando los vientos, el frío, la helada y la granizada.
- » obtener, a través de la poda, el material orgánico para poner un acolchado o mulch sobre el suelo, mantener la humedad en el suelo, proteger el suelo contra temperaturas extremas para favorecer a los macro y microorganismos dentro del suelo y aumentar la materia orgánica en el suelo a través de la descomposición; así se logra un buen porcentaje de humus en el suelo que mejora su fertilidad y su capacidad de almacenar la humedad.
- » mantener las especies acompañantes en estado de desarrollo, porque los rebrotes que aparecen después de la poda dinamizan el desarrollo de todo el consorcio.
- » obtener ramas para la elaboración de carbón vegetal con el fin de potencializar la mejora de la fertilidad del suelo.

No hay que tener miedo a la poda, porque ¡a través de la poda se gana!

7.2.6 Costos de la implementación

En cuanto a los costos de instalación de una parcela agroforestal, resultó difícil obtener datos confiables de las parcelas que fueron visitadas en el marco del estudio. Para tener una idea, se presentan aquí los costos de la instalación de las parcelas experimentales que fueron instaladas por la Red ECO-SAF en la zona serrana del Municipio de Tarata, Cochabamba, a inicios de 2013. Se trata de tres parcelas con una superficie aproximada de 700 m² cada una y en las cuales se plantaron sistemas agroforestales tipo cultivo en callejones (alley cropping), aplicando un modelo de dos tipos diferentes de hileras de árboles, con distancia entre hileras de 6 metros, rodeadas por una cerca viva de árboles y una cerca de malla de alambre y postes de protección (ver Figura N° 5).

La hilera tipo 1 está compuesta por los siguientes frutales: limoneros, pacay y olivos con los acompañantes retama y acacia floribunda. La distancia entre los frutales es de 3 metros y al medio de ellos (1,5 metros) se colocaron los acompañantes en secuencia intercalada.

La hilera tipo 2 está integrada por los siguientes frutales: damascos, durazneros, manzanos y vides con los acompañantes tara, tagasaste, acacia floribunda, retama y cedrón arbóreo. La distancia entre los frutales es de 4 metros. Al medio de ellos (2 metros) se plantaron acompañantes: taras, tagasastes y acacias. Luego, entre estas últimas cada 1 metro, se plantaron retamas y cedrón arbóreo.

La cerca viva está formada por las siguientes especies forestales: tipa, tara, tagasaste, acacia floribunda, cina cina, retama, lloque y espina de mar. La distancia entre plantas es de 1 metro.

Se trata entonces de parcelas muy diversas que aprovechan tanto las especies frutales adaptadas al entorno natural como las acompañantes con diferentes usos como leña, madera, forraje y otros.

Figura N° 5: diseño de la parcela del Sr. Indalecio Vallejos, Tarata – Cochabamba.

T: 47
R/r: 69
Ta: 21
Ti: 13
A: 32

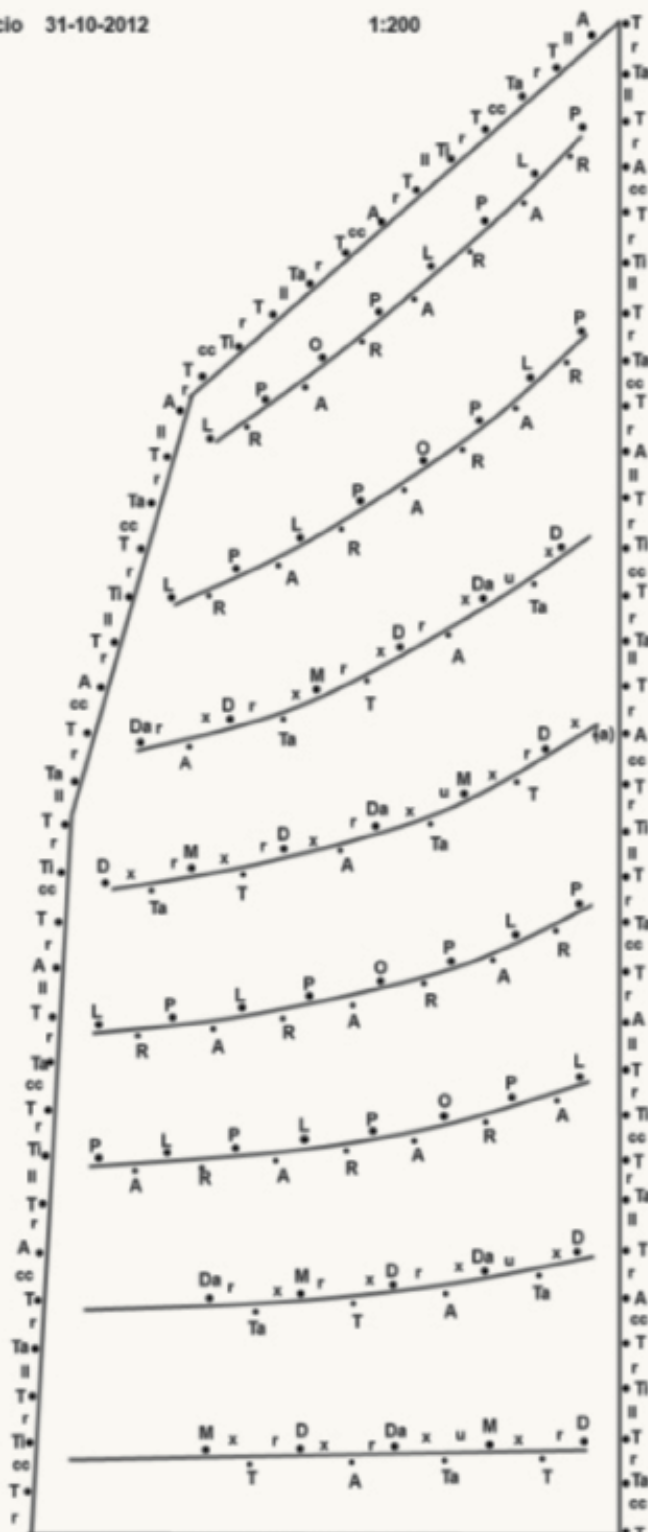
Il: 21
cc: 20

D: 10
M: 6
Da: 6
L: 12
P: 16
O: 4
u: 4

X: 19

Don Indalecio 31-10-2012

1:200



Leyenda

Hilera tipo 1:

L: Limonero
R: Retama
P: Pacay
O: Olivo
A: Acacia floribunda

Hilera tipo 2:

Da: Damasco
r: Retama
A: Acacia floribunda
D: Durazno
Ta: Tagasaste
x: Cedrón arbóreo
M: Manzano
T: Tara
u: Vid

Cerca viva

A: Acacia floribunda
Il: Lloque / Espina de mar
T: Tara
r: Retama
Ti: Tipa
cc: Cina cina
Ta: Tagasaste

El costo total de instalación de la parcela del Sr. Indalecio Vallejos con el modelo anteriormente descrito es de 3.160 Bs, lo que incluye los plantines y la cerca, según el siguiente detalle (ver Tabla N° 2).

Tabla N° 2: Gastos de instalación de la parcela agroforestal del Sr. Indalecio Vallejos.

N°	Especies	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Precio total (Bs)
Frutales				
1	Pacay	16	5	80
2	Limonero	12	4	48
3	Manzano	6	25	150
4	Duraznero var. Gumucio Reyes	5	25	125
5	Duraznero	5	5	25
6	Damasco	6	25	150
7	Vid	4	15	60
Subtotal frutales				638
Acompañantes				
8	Acacia floribunda	32	1,50	48
9	Cedrón arbóreo	2	0,00	0,00
10	Cina cina	20	2	40
11	Espina de mar	6	0,00	0,00
12	Lloque	21	2	42
13	Retama	69	1,50	103,50
14	Tagasaste	21	2	42
15	Tara	47	1,50	70,50
16	Tipa	13	2	26
Subtotal acompañantes				372
Subtotal plantines				1.010
Materiales				
1	Bolillos 2,0 m	53	17	901
2	Malla alambre (rollo)	4	165	660
3	Alambre de púa (rollo)	1	360	360
4	Alambre amarre (kg)	5	14	70
5	Grampas (kg)	2	16	32
6	Aceite semilimpio (litro)	8	2,50	20
7	Pincel (unidad)	1	7	7
8	Compost (bolsa)	4	25	100
Subtotal				2.150
Total				3.160

Fuente: Red ECO-SAF.

En relación a los costos presentados en la Tabla N° 2, es importante aclarar que el 68% de los costos (2.150 Bs.) está determinado por los materiales para armar la cerca, mientras que el restante 32% (1.010 Bs.) comprende los plantines de las hileras y del cerco vivo. Se trata de una parcela experimental, con alta densidad y diversificación de especies, en un suelo degradado, donde el objetivo es la observación del comportamiento de las diferentes especies frutales y de sus asociaciones con diferentes especies acompañantes en tales condiciones. Se apunta a la recuperación del suelo a través del sistema agroforestal, con la incorporación de la materia orgánica en el suelo, obtenida en las podas y de todo el material vegetal producido en la parcela (hojas, ramas, raíces, etc.). El manejo es agroecológico, sin

uso de agroquímicos. En síntesis, la iniciativa apunta a desarrollar y probar una propuesta tecnológica que pueda ser replicable en el futuro en predios de otros agricultores familiares.

Obviamente, se puede reducir la diversidad de especies como es el caso de la parcela visitada en la comunidad de Pairumani, Municipio de Tiraque, que consta de tagasastes (*Chamaecytisus proliferus* ssp. *Palmensis*) cada 5 metros como especie arbórea y de pasto falaris, siguiendo la curva de nivel para fijar las terrazas. También, los tres casos visitados en el Municipio de Colomi, donde el cerco vivo está formado por plantas de guindo, el cual se extrae sin costo directamente de la base de las plantas adultas (retoños). Luego se los traslada y planta en hilera en los linderos. De esta manera se consigue armar un sistema agroforestal a menor costo y más simple. En estos casos existe la tendencia a ser más vulnerables al ataque de plagas y de un menor efecto positivo en el mejoramiento del suelo.

En este sentido, productores del Alto Beni (La Paz) subrayan que el rendimiento de los monocultivos de cacao es alto sólo a corto plazo, y son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades y a la sequía; además, promueven la degradación de suelos y de erosión. Mientras que los productores perciben que los sistemas agroforestales mejoran el suelo, el cacao es menos susceptible a las plagas y enfermedades y la capacidad de almacenaje de agua es mayor. Como desventaja del sistema agroforestal, mencionan la mayor necesidad de trabajo en la parcela y la falta de conocimientos sobre el manejo del mismo (Jacobi, 2013).

Para reducir los costos de la cerca, se puede construir una cerca natural con ramas espinosas de árboles y arbustos de la región, como por ejemplo con jarca (*Acacia visco*), algarrobo (*Prosopis laevigata*), churqui (*Prosopis ferox*) o cruz cruz (*Colletia spinosissima*). Además, se ha constatado que el agricultor protege la parcela mejor contra el ramoneo de ganado, si entre las hileras de árboles crece un cultivo con alto valor (p.ej. el orégano).

La inversión en la instalación de una parcela agroforestal tiene que ser repartida al menos por veinte años⁶ porque sus beneficios en cosechas, aprovechamiento de madera y otros se extienden al menos por este periodo. La diversidad del sistema y la capacidad de aprovechar mejor el agua, el almacenamiento de nutrientes en el suelo y la capacidad de autoproducción de materia orgánica, lo vuelven un sistema con elevada resiliencia frente a los efectos climáticos adversos y las consecuencias del cambio climático. El beneficio económico de una parcela agroforestal se compone de los cultivos bajo los árboles, de los frutos de los árboles frutales, del forraje producido por los árboles acompañantes, de la miel de abejas producida por las diferentes flores del sistema y de la leña y madera de los árboles acompañantes. Por la diversidad de la producción y el equilibrio que alcanza el sistema, el agricultor puede ahorrar los costos de insumos químicos y no depende tanto de los precios del mercado como los productores de monocultivos, a la vez que mejora la seguridad alimentaria de la familia con alimentos diversos y de buena calidad.

Otro objetivo de las parcelas experimentales en Tarata es obtener datos confiables sobre la economía de sistemas agroforestales en comparación con monocultivos del entorno en los valles semiáridos. Por ejemplo, se puede medir la producción de orégano en el sistema implementado y el sistema de producción de orégano en monocultivo que predomina en el entorno. Además, se puede medir indicadores de la fertilidad del suelo (materia orgánica, densidad aparente, profundidad del horizonte A_n) y la capacidad del suelo de captar (durante la época de lluvia) y de almacenar agua (durante la época seca).

Como referencia de otro contexto, se puede mencionar a Jacobi (2013) quien muestra varias diferencias entre la producción de cacao bajo sistemas agroforestales y en monocultivos. Ella ha constatado que bajo sistemas agroforestales, la profundidad del horizonte A_h es mayor, horizonte donde se encuentran las partículas finas de humus. Además, verificó que el suelo era menos compactado y que la fracción de raíces finas era más elevada bajo sistemas agroforestales. Se supone que las raíces finas son el insumo más importante para aumentar la materia orgánica en el suelo. Eso subraya el alto potencial de los sistemas agroforestales para fijar carbono en el suelo. La diferencia de rendimiento de cacao entre sistemas agroforestales y monocultivos alcanzó 160 kg / ha / año en favor de los sistemas agroforestales. Aunque estos datos no fueron significativos desde el punto de vista estadístico, remarcan otra vez más el potencial económico de los sistemas agroforestales.

Por su parte, la rentabilidad de la inversión en sistemas agroforestales también ha sido calculada en el proyecto PRISA-Bolivia, donde varios productores producen cacao bajo sistemas agroforestales (Knoblauch, 2011).

Los beneficios para la fertilidad del suelo, para la proliferación de agua subterránea y la fijación de carbono son difíciles de calcular, pero son importantes para reconocer el valor completo de todo el sistema. Se estiman también beneficios respecto a la captura de carbono y, por lo tanto, efectos de mitigación del cambio climático. En Perú, científicos calculan que con la implementación de árboles en sistemas de producción de cacao, los agricultores pueden aumentar el promedio de almacenaje de carbono de 75 - 90 toneladas por hectárea, hasta 120 toneladas por hectárea sin reducir la productividad. Este exceso de 30 - 40 toneladas por hectárea se puede vender a países que quieren comprar créditos de carbono (Pye-Smith, 2014). Jacobi (2013) mide una diferencia de reservas de carbono entre monocultivos y sistemas agroforestales sucesionales de 57 toneladas por hectárea.

Se ha demostrado que los sistemas agroforestales más complejos son válidos como alternativa de recuperación de suelos, sin embargo, significan una fuerte inversión con rendimientos inicialmente bajos para el productor, hasta lograr recuperar los nutrientes necesarios y suficientes en la tierra con el fin de contar con una rentabilidad adecuada (Knoblauch, 2011).

PARTE B: ESTUDIOS DE CASO

1. INTRODUCCIÓN



Fuente foto: Diego Barreiro (San Benito)

Se visitaron 15 familias productoras para la descripción de sus parcelas agroforestales, en total son 18 parcelas que fueron analizadas en la zona seca del Departamento de Cochabamba (ver Tabla N° 3). De cada parcela se describen ciertos aspectos generales, después se describen con más detalle las prácticas de manejo agroforestal en los casos pertinentes, con el objetivo de comprender a fondo y asumir las buenas prácticas agroforestales.

Tabla N° 3: Ubicación espacial de las experiencias visitadas

N°	Provincia	Municipio	Experiencia visitada	Latitud	Longitud
1	Chapare	Colomi	Abraham Chacón	S 17° 20' 42,7"	W 065° 50' 58,5"
2	Chapare	Colomi	Rafael Peredo	S 17° 21' 24,8"	W 065° 50' 59,9"
3	Chapare	Colomi	Claudio Pinto	S 17° 20' 05,2"	W 065° 52' 28,7"
4	Capinota	Capinota	Walter Angulo	S 17° 36' 35,1"	W 066° 16' 28,1"
5	Quillacollo	Vinto	Granja Modelo Pairumani	S 17° 21' 44,2"	W 066° 19' 14,9"
6	Punata	San Benito	Juan Pereira de la Fuente	S 17° 31' 16,1"	W 065° 54' 07,3"
7	Tiraque	Tiraque	Leónidas Colque	S 17° 28' 44,1"	W 065° 28' 31,7"
8	Quillacollo	Sipe Sipe	Simón Carvajal	S 17° 27' 50,9"	W 066° 22' 44,1"
9	Quillacollo	Vinto	Noemi Stadler - Kaulich	S 17° 21' 22,0"	W 066° 20' 51,1"
10	Arce	Sacabamba	Limber Zeballos	S 17° 49' 57,2"	W 065° 42' 54,4"
11	Chapare	Sacaba	Vladimir Rojas	S 17° 25' 18,9"	W 066° 03' 10,2"
12	Quillacollo	Sipe Sipe	Thika Hinojosa y Ronald Patzi	S 17° 27' 26,3"	W 066° 19' 54,6"
13	Quillacollo	Tiquipaya	Claudia Heid y David Tovar	S 17° 19' 15,3"	W 066° 12' 54,2"
14	Campero	Aiquile	Eusebio Gutiérrez	S 18° 10' 05,7"	W 065° 02' 22,8"
15	Arce	Sacabamba	Wilder Zurita	S 17° 48' 10,9"	W 065° 47' 24,9"

El código de cada parcela ayuda en la ubicación de la misma en la imagen satelital de la zona. Asimismo, cada parcela está marcada en una imagen satelital más próxima para poder apreciar la situación geográfica (ver Tabla N° 4).

La descripción de las parcelas se ha organizado según el tipo principal del sistema agroforestal que se maneja (en algunos se han identificado varios tipos de sistemas; en estos casos, se ha elegido el tipo de sistema agroforestal predominante para evitar repeticiones).

Tabla N° 4: Clasificación de los sistemas agroforestales identificados

N°	Tipo de sistema	Código de parcela	Nombre de productor
Sistemas con arreglo linear			
1	Cercas vivas	Cercas vivas 1	Abraham Chacón
2	Cercas vivas	Cercas vivas 2	Rafael Peredo
3	Cercas vivas	Cercas vivas 3	Claudio Pinto
4	Cercas vivas	Cercas vivas 4	Walter Angulo
5	Cultivos en callejones	Cultivo en callejones 5	José Sánchez
6	Cultivos en callejones	Cultivo en callejones 6	Juan Pereira de la Fuente
7	Árboles asociados a estructuras de conservación de suelos	Árboles sobre terrazas 7	Leónidas Colque
8	Árboles asociados a estructuras de conservación de suelos	Árboles sobre terrazas 8	Simón Carvajal
Sistemas deliberados			
9	Cultivos bajo cubierta arbórea	Cultivos bajo cubierta arbórea 9 ^a	Noemi Stadler Kaulich
10	Cultivos bajo cubierta arbórea	Cultivos bajo cubierta arbórea 9b	Noemi Stadler Kaulich
11	Animales y pastos bajo cubierta arbórea	Animales y pastos bajo cubierta arbórea 10	Limber Ceballos
12	Animales y pastos bajo cubierta arbórea	Animales y pastos bajo cubierta arbórea 9c	Noemi Stadler Kaulich
13	Huertos familiares	Huertos familiares 11	Vladimir Rojas
14	Huertos familiares	Huertos familiares 12	Thika Hinojosa y Ronald Patzi
15	Huertos familiares	Huertos familiares 13	Claudia Heid y David Tovar
16	Huertos familiares	Huertos familiares 14	Eusebio Gutiérrez
17	Huertos familiares	Huertos familiares 15	Wilder Zurita
18	Aplicación de terra preta	Terra Preta 9d	Noemi Stadler Kaulich

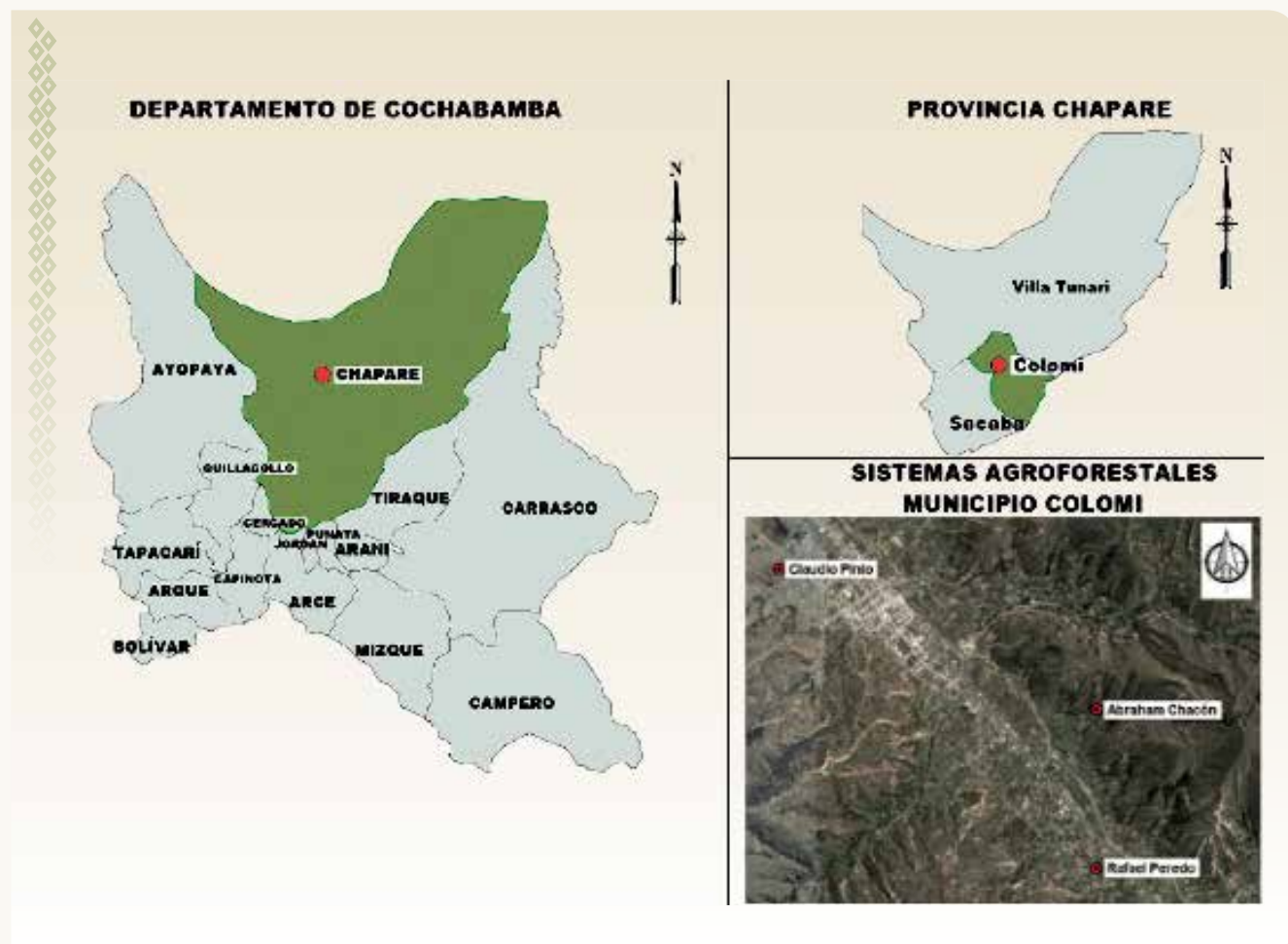
2. DESCRIPCIÓN DE LAS PARCELAS

2.1 Sistemas con arreglo linear

2.1.1 Cercas vivas

Colomi – Introducción

Según los habitantes de Colomi, esta zona es el único lugar en Bolivia donde se produce el guindo (*Prunus cerasus* ssp. *acida*), un árbol-arbusto frutal, originario de Europa del Este y que se ha adaptado muy bien a la zona. Esta especie fue introducida por los patrones. Antes de la Reforma Agraria solamente se encontraba en sus huertas. Después del 1953, los habitantes de la zona se adueñaron de este frutal y lo plantaron en hileras a lo largo de sus linderos y en sus huertas.



El guindo es un frutal que exige muchas horas de frío para la ruptura de la dormancia y para entrar en un ciclo nuevo de producción; asimismo, para la proliferación a través de retoños desde sus raíces o estolones. Con los años, la producción de los frutos fue reconocida de tal manera, que las empresas Dillman y Del Valle buscan la fruta del guindo para su transformación y comercialización.

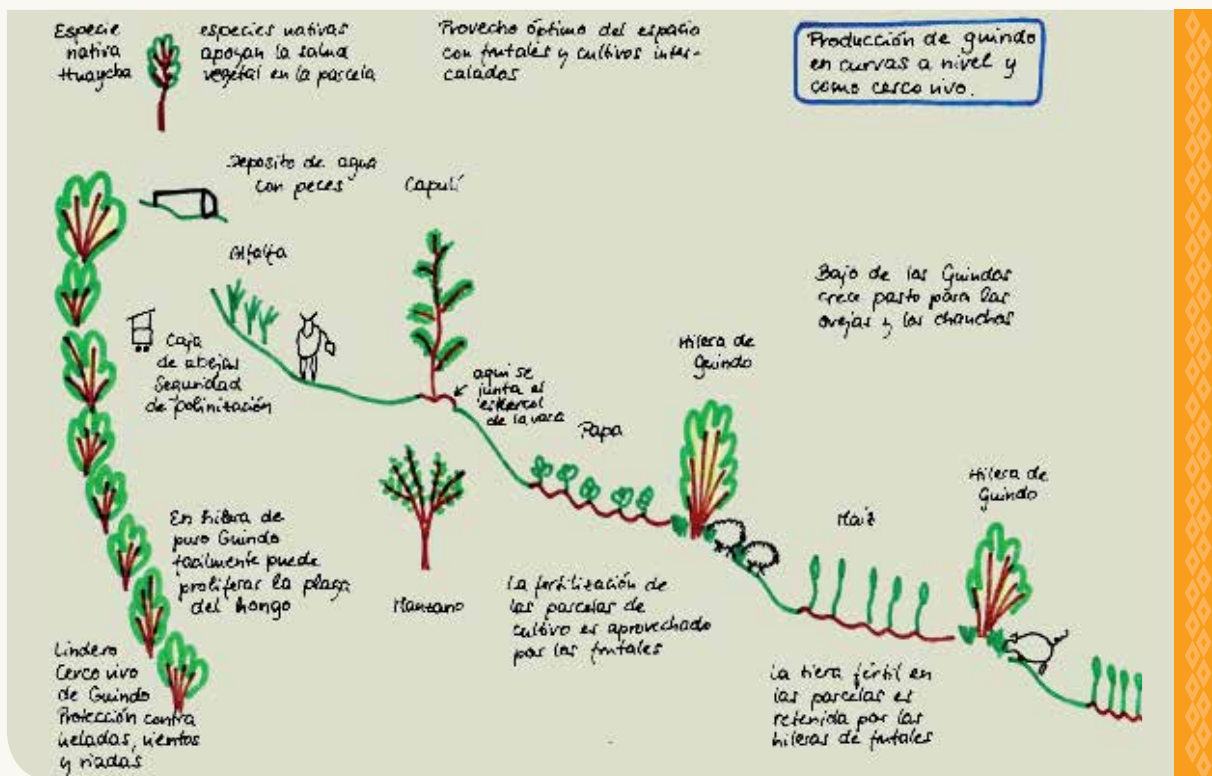
Hasta hace unos años la producción era muy buena, lamentablemente, desde hace tres a cinco años la producción ha bajado considerablemente a causa de un hongo (posiblemente *Erwinia* sp.) que ataca las flores durante su proceso de transformación en fruto (cuajado). Los daños que causa el hongo son mayores en el caso de mayor humedad.

Esta enfermedad causada por los hongos se difunde sobre todo bajo las siguientes condiciones: mucha densidad que evita la ventilación y causa un exceso de humedad, además de la presencia abundante de una misma especie vegetal hospedera del hongo especializado. Por ello, se aconseja realizar la poda enfocada en dos partes: ralea los fustes y las ramas para mejorar la ventilación entre los árboles y cortar, a lo mejor después de la cosecha, las puntas donde se albergan las esporas del hongo para la siguiente temporada de fructificación. Se aconseja que se queme el material de poda en el mismo lugar. Estas prácticas de poda deben realizarse cada año y por todos los productores de guindo, para tratar de mitigar o incluso erradicar este mal.

En la zona de Colomi existen árboles grandes de saúco (*Sambucus nigra*), de mucha edad. En octubre están cargados de flores blancas. La gente acostumbra a hacer mermelada de los frutos que maduran en los meses de febrero y marzo.

El saúco no presenta ninguna enfermedad ni plaga. Podría ser una especie que contribuya a la diversidad en la plantación de los guindos para encontrar un balance natural que apoye la salud vegetal.

Además, se aconseja plantar, por ejemplo en la fila de los cercos vivos, el árbol nativo de la zona llamado huaycha (*Weinmannia boliviana*) para reforzar la diversidad, con el fin de lograr un control biológico fitosanitario.



PARCELA

Cercas Vivas 1: COLOMI



Código de identificación de la Parcela:	Cercas vivas 1
Fecha de toma de datos:	22.10.2013
Nombre del productor:	Abraham C hacón
Edad:	55 años
Ubicación:	Municipio de Colomi/ Comunidad Huaychani
Altura:	3.355 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17° 20' 42,7" W 065° 50'58,5"
Clima:	Temperatura máxima: 25 °C; Temperatura mínima:-5 °C
Heladas:	mayo-julio
Fecha de implementación de la parcela:	1993
Tamaño de la parcela:	½ hectárea

Palabras claves: producción de guindo (*Prunus cerasus* ssp. *acida*), plantación en filas para lograr la formación lenta de terrazas y como cerco vivo, sistema agroforestal tradicional.

Visión del sistema agroforestal: seguir la tradición de los abuelos, intensificar el sistema productivo a través de la incorporación de manzano, durazno, ampliación de hileras con guindo.

Descripción del sistema agroforestal: hileras de árboles de guindo en terrazas de formación lenta con ambos lados en rotación de cultivos de papa, haba, cebada y alfalfa.





La parcela que se encuentra en una ladera con una inclinación fuerte tiene $\frac{1}{2}$ hectárea, y se ubica en un terreno propio donde fueron implementadas aproximadamente en 1993 filas de guindo (*Prunus cerasus* ssp. *acida*) para la formación lenta de terrazas y un cerco vivo. Las plantas de guindo fueron renovadas constantemente con retoños de las raíces de plantas adultas. Existe la posibilidad de riego a través de un estanque de agua propio, que se alimenta de una laguna en la cual se crían peces.

Propósito de la parcela: la producción diversificada de un cultivo anual en las chacras ubicadas en terrazas como: la papa, haba, cebada y alfalfa en combinación con la fruta del guindo, aprovechan de esta manera el espacio y mantienen estables las terrazas.

Objetivo de la asociación con árboles: el guindo sirve de cerco vivo y retiene el suelo fértil formando terrazas. Bajo los guindos crece pasto que sirve como forraje para ovejas y cerdos.

Manejo: en el caso de una sequía prolongada se riegan los cultivos en las terrazas, de esta manera las plantas de guindo también reciben agua. Las chacras en terrazas son abonadas con gallinaza comprada o con el estiércol de los animales. Los cultivos son rotativos con la secuencia: papa, cebada, haba y en otra chacra es sembrada la alfalfa, una especie perenne.

No se realizan podas, solamente se reemplazan plantas viejas de guindo con los retoños o estolones de la raíz de las plantas adultas de la misma especie, que aparecen espontáneamente por el pie de la planta madre.

Por problemas de hongos en el cultivo de la papa, se aplica el agroquímico *RIDOMIL*, un fungicida de acción sistémica y de contacto.

En casos que se necesite mucha mano de obra, como por ejemplo en la siembra y la cosecha, se realiza una clase de trabajo común, llamado *ayni*.

En el lugar es nativo el árbol huaycha y lastimosamente ya no se encuentran muchos ejemplares de esta especie. Don Abraham ha buscado una plantita y la ha plantado como cerco vivo para que proteja su parcela contra el mal tiempo. Esta iniciativa es buena, porque la diversidad de especies nativas apoya el equilibrio natural del lugar, que a su vez aporta a la salud vegetal del sistema productivo.

Don Abraham tiene pocas vacas, ovejas y cerdos que son alimentados con forraje de alfalfa, producido en una de las chacras en terrazas. Bajo los árboles de guindo crecen gramíneas que sirven de pradera para los animales. Además, tiene una caja de abejas; éstas aseguran la polinización de los frutales.

En los últimos años, Don Abraham está experimentando con otras especies frutales como el capulí (*Prunus serotina*) que ha traído desde el Perú y con variedades de manzano. Hasta el momento, estos frutales se han mostrado resistentes contra el hongo que causa pérdida de la cosecha en los guindos.

Distancia de las especies perennes: el promedio de distancia entre las plantas de guindo varía entre 20 a 50 centímetros, una distancia que favorece la proliferación del hongo que causa pérdida en este cultivo.

Fitosanidad del sistema agroforestal: tanto el cultivo de la papa como los árboles de guindo están con problemas de hongo. La papa se fumiga desde hace muchos años contra este mal. Don Abraham utiliza para esto el fungicida *RIDOMIL* y también aplica el biopesticida *Caldo de Ceniza*, elaborado por él mismo.

Hasta hace unos tres años atrás, los guindos daban muy buena producción. A partir del año 2010, fueron atacados por un hongo que hace secar el fruto cuando empieza a formarse. Antes se cosechaban 100 arrobas, hoy en día son apenas 7 arrobas. La empresa que compra la fruta del guindo para envasarla ha visitado la parcela, tratando de analizar el problema de sanidad vegetal y recomiendan fumigar con el mismo producto que se utiliza para combatir el hongo en la papa.

Buena práctica: la plantación del árbol nativo huaycha es una iniciativa interesante, porque al multiplicarse esta especie nativa, podría apoyar el equilibrio natural del sistema productivo por albergar los organismos antagonistas o enemigos naturales de plagas y enfermedades.

Lección aprendida: mientras mayor edad y densidad tienen las filas de guindo, más se presentan afectadas por el hongo, indicando la necesidad de un raleo intensivo y del corte de las puntas de las ramas para lograr frenar este mal.

Novedad agroforestal: la plantación de hileras de guindo en la ladera, para formar terrazas, es una práctica que favorece la fertilidad del suelo, evita la erosión del mismo, permite aprovechar al máximo el agua de riego y el espacio. La plantación de hileras de guindo, como cerco vivo, es una práctica muy provechosa, que además protege todo el sistema productivo del viento y las heladas.

Descripción de la parcela agroforestal: la parcela agroforestal del productor Abraham Chacón tiene una extensión de ½ hectárea y se ubica en una ladera con bastante precipitación. En este lugar, su abuelo plantó y cuidó el guindo, un frutal originario de Europa, que durante el tiempo de la colonización solamente era permitido en el patio del patrón. A través de las hileras de guindo a poca distancia (entre 20 hasta 50 cm) en curvas de nivel, se han formado terrazas. Además, el guindo está ubicado como cerco vivo en el lindero.

Don Abraham sigue la misma práctica como lo hacían sus antecesores. Sus árboles de guindo tienen hasta 50 años de edad. Él renueva periódicamente las plantas viejas utilizando los retoños que salen por la raíz a poca distancia de las plantas adultas. En las terrazas, entre las hileras de guindo, siembra papa, haba, cebada y alfalfa, de este modo, aprovecha el espacio y conserva el suelo de su terreno en pendiente. A través del estiércol de los propios animales (ganado vacuno, ovino y porcino) o con gallinaza comprada, fertiliza, antes de las siembras, el suelo de sus chacras en terrazas entre las hileras de guindo. Al regar estos cultivos, también los frutales aprovechan la humedad.

En la parcela agroforestal, la asociación del guindo, con los cultivos a corto plazo, aprovecha de forma muy eficiente el espacio disponible, permitiendo además un área para amarrar las vacas. El pasto que crece por debajo de los guindos es para el pastoreo de las ovejas y un par de cerdos. Las mismas hileras de guindo hacen que la lluvia no pueda arrastrar el estiércol de los animales, sino que éste sea depositado al pie de los frutales. Aunque no se aplica la poda, los frutales tienen una altura que no quita la luz al cultivo de papa.

Desde hace muchos años, en esta zona, la papa tiene problemas de ataque de hongos (posiblemente *Erwinia sp.* y *Botritis sp.*). Hoy en día, los productores se ven obligados a fumigar sus cultivos de papa cada dos o tres semanas para asegurar la cosecha. Desde hace cinco años Don Abraham ha decidido de aplicar un biopesticida, que no afecta mucho al medio ambiente. El caldo de ceniza, que él mismo prepara, le genera buenos resultados para combatir el hongo en sus cultivos de papa.

A Don Abraham le gusta experimentar. Hace 7 años, trajo del Perú el capulí (*Prunus serotina*), este parece ser bastante resistente al hongo que ataca al guindo. También ha empezado a experimentar con la producción de manzana.

Recomendación: Muchas veces el problema de hongos es causado por mucha humedad y la falta de ventilación. Parecen ser estas dos razones que favorecen la proliferación del hongo en el guindo, provocando la desecación de las puntas de los frutales, quiere decir las hojas y los frutos en proceso de cuajado. La humedad del ambiente depende del clima que no se puede influir. La ventilación si se puede mejorar a través de la poda, raleando los tallos y ramas desde el centro de la planta que tiende a crecer como arbusto. A través de la poda, también se puede quitar el extremo de las ramas, donde las esporas del hongo suelen sobrevivir. La poda de unos 50 cm del extremo de las ramas colgando hacia fuera y de una buena parte de los tallos y las ramas desde su fondo para obtener el efecto del raleo debería realizarse poco después de la cosecha del fruto del guindo, es decir en el mes de abril.

En la parcela de Don Abraham no existe mucha diversidad de especies, esto puede ser otra razón para la proliferación tan rápida del hongo que afecta seriamente la rentabilidad del sistema. Por esto, la recomendación de insertar mayor diversidad de especies frutales como el saúco (*Sambucus nigra*), que existe en la zona en forma de árboles antiguos y que no son atacados por el hongo. En el mes de octubre, los saucos florecen abundantemente y se encuentran llenos de frutas en febrero/marzo. Los habitantes en la zona saben utilizar las frutitas negras para elaborar mermeladas. Otros frutales para lograr mayor diversidad de especies podrían ser el capulí y el manzano.

Habría todavía otra manera de lograr mayor diversidad en el sistema productivo a través de un cerco vivo que contenga las especies nativas del lugar. Existen varias especies de arbusto, además del árbol huaycha (*Weinmannia boliviana*), endémico de sitios boscosos húmedos de la Cordillera boliviana, que son muy aptos para este fin.

PARCELA

Cercas Vivas 2: COLOMI



Código de identificación de la Parcela:	Cercas vivas 2
Fecha de toma de datos:	22.10.2013
Nombre del productor:	Rafael Peredo Terceros
Edad:	53 años
Ubicación:	Municipio de Colomi
Altura:	3.325 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17° 21'24,8" W0 65°50'59,9"
Clima: Temperatura máxima:	25 °C; Temperatura mínima: -5 °C
Heladas:	mayo-julio
Fecha de implementación de la parcela:	1979
Tamaño de la parcela:	el predio tiene un total de 6 hectáreas.

Palabras claves: *árboles de guindo como cerco vivo*

Visión para aplicar la agroforestería: *"Lo hago por la tradición, mi padre ha producido así."*

La parcela del productor Rafael Peredo Terceros se encuentra en terreno propio y tiene una dimensión de 6 hectáreas de suelo fértil en la parte plana de la zona de Colomi, no lejos del pueblo. La fila de guindo que fue instalada hace 34 años (en 1979) y forma un cerco vivo hacia el noroeste, desde donde vienen los aires fríos y heladas. Hay disponibilidad de agua de riego.

Propósito de la parcela: produce de forma rotatoria papa, haba y cebada en sus chacras que se encuentran delimitadas por la fila de guindo.





Objetivo de la asociación con árboles: la fila de guindo sirve de cerco vivo, protege contra animales ajenos y el mal tiempo, sobre todo las heladas y olas de frío desde la cordillera.

Manejo: las plantas de guindo son renovadas cuando envejecen con brotes de las raíces de plantas adultas, que aparecen espontáneamente al pie de la planta madre.

Diversidad de especies: combinación de cultivos (rotación de papa - haba - cebada) con el frutal guindo.

Distancia: la distancia entre las plantas de guindo es de 20 a 50 cm.

Fitosanidad: hay problemas con un hongo en la papa y el guindo que se combaten con fungicida. Además, hay problemas con insectos, por esto se aplica el insecticida KARATE.

Planificado al futuro: Don Rafael está planificando ampliar la fila de guindo en el lindero.

Descripción de la parcela agroforestal: la parcela de Don Rafael Peredo y su esposa Valentina Olivero es típica para la zona de Colomi, cerca de la carretera nueva entre Cochabamba y Santa Cruz: parcelas cuadradas de tierra negra profunda y húmeda muy apta para la producción de papa con rotación de haba y cebada. Las chacras tienen un cerco vivo de la especie de guindo para proteger los cultivos de las olas de frío que suelen venir desde la Cordillera en el noroeste. El guindo se prolifera a través de setos o brotes de sus raíces tanto dentro de la fila como hacia la chacra. Las plantitas que se meten a las chacras son sacadas para renovar las plantaciones existentes o para implementar otras filas de este frutal. A pesar que los guindos son afectados seriamente por el hongo que provoca la momificación de los frutos por cuajar, Don Rafael planifica ampliar las filas de guindo en el lindero de sus chacras.

Recomendación: se produce el guindo prácticamente como monocultivo en las filas dentro de las chacras donde se rotan los cultivos de papa, haba y cebada. La falta de diversidad favorece la proliferación de la enfermedad causada por un hongo. Aparte de realizar la poda de raleo y de las puntas de las ramas, se recomienda intercalar las filas de guindo con otras especies frutales, que según observación son resistentes a este mal, como el saúco y el capulí. También, es recomendable aumentar la diversidad local con especies nativas de la zona como el árbol huaycha.

PARCELA

Cercas Vivas 3: COLOMI



Código de identificación de la Parcela:	Cercas vivas 3
Fecha de toma de datos:	22.10.2013
Nombre del productor:	Claudio Pinto
Edad:	por los 80 años
Ubicación:	Municipio de Colomi
Altura:	3.305 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17° 21'24,8" W0 65°50'59,9"
Clima:	Temperatura máxima: 25 °C; Temperatura mínima: -5 °C
Heladas:	mayo-julio
Fecha de implementación de la parcela:	1998
Tamaño de la parcela:	1.000 m ²

Palabras claves: huerto familiar con el frutal guindo; experimentar la especie guindo y comparar con otros frutales, sistema agroforestal tradicional.

Visión para la agroforestería: experimentar todo lo posible, incorporar más frutales (ciruelos), podar drásticamente los árboles enfermos de guindo, plantar guindo de forma separada y no en hilera.

La parcela agroforestal es un huerto de frutales detrás de la casa, tiene alrededor de 1.000 m² y ha sido implementada hace 15 años. Hay disponibilidad de agua para riego y tiene un cerco de alambre de púa.





Propósito de la parcela: en la parcela se produce una variedad de frutas como el guindo (*Prunus cerasus* ssp. *acida*), el manzano (*Malus* sp.), el saúco (*Sambucus nigra*), el capulí (*Prunus serotina*) y el ciruelo (*Prunus domestica*) para el autoconsumo y para la elaboración del Guindol, un aguardiente a base de la fruta del guindo. Además, se produce alfalfa para los conejos de castilla que se encuentran en un rincón de la parcela.

Objetivo de la asociación con árboles: A Don Claudio le gusta experimentar, por esta razón ha implementado este huerto con diferentes especies frutales.

Manejo: el manejo de la asociación de diferentes frutales varía según la especie. Los manzanos reciben poda, mientras que los guindos no son podados.

Al contrario, los guindos tienen problemas con el hongo que les ataca, mientras que los otros frutales son resistentes contra este mal.

Diversidad de especies en la actualidad: guindo (*Prunus cerasus* ssp. *acida*), manzano (*Malus* sp.), saúco (*Sambucus nigra*), capulí (*Prunus serotina*) y el ciruelo (*Prunus domestica*).

Distancia: los manzanos, ciruelos, capulí y saúco están plantados a unos 3 x 3 metros, las plantas de guindo están a una distancia de 20 hasta 40 cm, debido a su proliferación por brotes de sus raíces.

Fitosanidad: se observa el problema del hongo en el guindo pero es controlado con un fungicida.

Buena práctica: las plantas jóvenes recién injertadas son cercadas con estacas de thola para su protección contra pisadas y exceso de insolación.

Novedad agroforestal: El productor experimenta con la asociación de diferentes especies: manzano (*Malus* sp.), saúco (*Sambucus nigra*), capulí (*Prunus serotina*) y ciruelo (*Prunus domestica*).

Descripción de la parcela agroforestal: Don Claudio es una persona de edad avanzada y mucha experiencia en la agricultura, además le gusta experimentar. Por esta razón, hace 15 años, detrás de su casa, ha implementado una huerta de unos 1000 metros cuadrados con frutales. Ahí también están las jaulas de los conejos de castilla y unos gladiolos blancos para llevarle a su esposa al cementerio. En su

huerta, Don Claudio tiene árboles de guindo (*Prunus cerasus* sub. *acida*), manzana, saúco (*Sambucus nigra*) y capulí (*Prunus serotina*). Todos los frutales rinden gracias al suelo oscuro, profundo, fertilizado con gallinaza y regados cuando es necesario. Fuera de la huerta, la gran cantidad de plantas de guindo le hace imposible el control de la plaga con agroquímicos.

Es obvio que el hongo solamente ataca a las plantas de guindo. Estas, además, se encuentran en un solo lugar del huerto y con bastante densidad. La densidad se genera por los rebrotes de plantas nuevas, a través de los estolones de la raíz. Pero la presencia de muchos ejemplares de una misma especie en un mismo lugar favorece la proliferación de una plaga o enfermedad, porque no hay obstáculo que inhiba la difusión de la plaga, ni tampoco existe la ventilación necesaria para impedir la enfermedad fúngica.

Recomendación: por esta razón, se recomienda la poda de raleo y la poda de las puntas de las ramas, además de tratar de asociar las plantas de guindo con otras especies que se han demostrado resistentes ante el hongo.

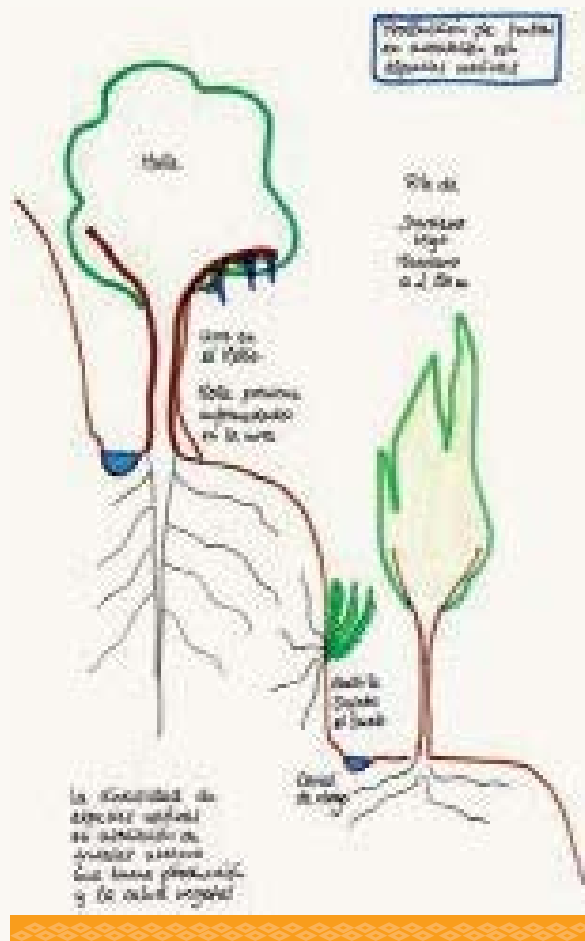
Palabras claves: producción de frutas en combinación con especies nativas, enfocando la asociación del molle con la uva.

Visión para la implementación del sistema agroforestal: “Los árboles son parte de la vida”

La edad de Walter Angulo es difícil de calcular, ya que tiene una mente joven y la típica sonrisa de un chiquillo. Su respuesta a la pregunta del por qué involucró árboles a su sistema productivo es: “El mundo necesita los árboles como un motor necesita al filtro.” Según esta conciencia, Don Walter está aprovechando con un sistema



agroforestal el borde muy accidentado en el lado este del terreno donde se produce alfalfa para las vacas lecheras, propiedad de su esposa. Desde 2007, ha formado dos terrazas de 1,5 metros de ancho, 1,5 metros de altura y 500 metros de largo con sus propias manos, pala, picota y una carretilla. La tierra en estas dos terrazas está consolidada por árboles de molle (*Schinus molle*) antiguos y especies con raigambre extensa como la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y el aloe (*Aloe vera*). Al lado de todos los árboles de molle fueron plantados plantas de vid. En los espacios libres sobre las terrazas desarrolla una diversidad de frutales en una distancia entre 2,5 y 3 metros en la fila, entre estos manzanos (*Malus sp.*), durazneros (*Prunus pérsica*), granadas (*Punica granatum*), higos (*Ficus carica*) y cítricos. A lo largo de las dos filas de especies frutales y nativas en las dos terrazas hay un canal de riego que se alimenta constantemente con el agua del Río Rocha.



Don Walter subraya que él respeta y cuida todas las especies nativas de regeneración natural. De esta manera, su sistema agroforestal está compuesto de un buen número de especies nativas. Esto se nota en la salud vegetal, no presentan plaga ni enfermedad. Don Walter cuenta que uno de los saberes ancestrales dice que el molle previene de enfermedades en la vid. La ausencia de plagas y enfermedades de sus terrazas, también se dan gracias al microclima bajo los árboles nativos. Cuando los frutales no tienen que resistir temperaturas extremas les queda más fuerza para su desarrollo y la producción. Según Don Walter, las especies nativas incluso protegen de la granizada.

Es obvio que Don Walter está muy contento con su huerta, aunque reconoce que a veces carece de la fuerza necesaria para hacer un manejo adecuado de los frutales. La mayoría de los árboles frutales tienen una altura que dificulta la cosecha y ni hablar de las uvas que ya han trepado los molles. No obstante, Don Walter tiene planificado para el futuro seguir plantando y sobre todo la apicultura.

Don Walter pide más apoyo por parte del Municipio de Capinota, a los productores que trabajan respetando la naturaleza y la Madre Tierra en vez de explotar los recursos naturales. En su zona, se puede observar en el río la explotación de grava para la construcción de la doble vía Cochabamba – Parotani y en los cerros la explotación de piedras calizas. Ambas actividades destruyen muchos árboles y suelos construidos a lo largo de siglos. *“Cuando yo era niño,”* cuenta, *“el valle de Capinota era un paraíso, hemos cosechado higo y uva llenando canastas grandes”*. La motivación para trabajar duro día tras día en su huerta se debe también a su sueño de recuperar algo de este paraíso perdido.

Recomendación: Producir sin la aplicación de pesticidas químicos, sino respetando la naturaleza y la regeneración natural de las especies nativas que tienen sus bondades para la producción de frutas.



2.1.2 Cultivos en callejones o Alley Cropping



PARCELA

Cultivo en callejones 5: PAIRUMANI (VINTO)¹¹



Código de la Parcela:	Cultivo en callejones 5
Fecha de toma de datos:	19.11.2013
Nombre del productor:	José Sánchez, Jhonny Vela
Altura:	2.635 m.s.n.m.
Edad:	alrededor de 50 años
Coordenados:	S 17°21'44,2"
Ubicación de la parcela:	Municipio Vinto, Pairumani W0 66° 19'14.9"
Clima:	Temperatura máxima: 32°C; Temperatura mínima: -5°C
Heladas:	en las madrugadas unos 10 días al año
Precipitación promedio anual:	500 mm
Fecha de implementación de la parcela:	2009
Tamaño de la parcela:	5 ha

¹¹ Fuente fotos: Diego Barreiro

Palabras claves: sistema agrosilvopastoril con especies forrajeras, frutales, nativas y acompañantes exóticas, con el fin de mejorar el suelo en pendiente y diversificar el sistema productivo integral.

Visión para la implementación de la parcela agroforestal: la parcela agrosilvopastoril es un complemento al organismo agrícola integral que considera el ser humano, el animal y la planta, para lograr una mayor diversidad que brinda una mayor autonomía al sistema productivo.

La parcela se encuentra en el predio de la Granja Modelo Pairumani, tiene una pendiente suave y una superficie total de aproximadamente 5 hectáreas. Este espacio grande fue dividido con cinco terraplenes para la formación lenta de terrazas. Los árboles se encuentran sobre los terraplenes. En cada terraplén hay dos filas de frutales intercalados con especies nativas y exóticas como acompañantes, además de un cerco vivo a lo largo de los terraplenes y paralelo a las filas de frutales con acompañantes, consistiendo de especies forrajeras. Ahí, el tagasaste (*Chamaecystis proliferus ssp. palmensis*) y la *Leucaena leucocephala* intercalados a un metro de distancia en la fila permiten el ramoneo para el ganado vacuno y, al mismo tiempo, protegen los frutales contra los animales.

La implementación de la parcela agrosilvopastoril fue realizada como una actividad práctica, con el fin de dejar huella con los casi 300 participantes del 1er Congreso Nacional de Sistemas Agroforestales, en el mes de agosto de 2009.



Propósito de la parcela: producción biodinámica y diversificada de forraje para el ganado vacuno y de frutas para la elaboración de yogurt frutado. La superficie grande de unas 5 hectáreas fue dividida para formar terrazas, con el fin de mejorar la fertilidad del suelo, porque anteriormente, por su pendiente, presentaba problemas de erosión hídrica al regar por inundación y durante la época lluviosa.

Objetivo de la asociación con especies perennes: protección del suelo que forma terrazas a través de los árboles en curva de nivel y buscando sinergias entre las especies, por ejemplo las leguminosas que aportan con la nitrificación del suelo al desarrollo y la producción de los frutales; además es importante la producción de una diversidad de forraje para el ganado vacuno y la sombra de los árboles para las personas que cuidan las vacas.

Manejo: la implementación de la parcela se realizó cavando hoyos de 50 x 50 cm con una máquina especial. Los hoyos fueron llenados con un sustrato mezclando la tierra del lugar con cuatro palas de compost biodinámico de elaboración propia. Después de la plantación, las especies frutales y acompañantes son regadas periódicamente con una cisterna y podadas según la necesidad. El material de poda es picado y depositado en la placa circular alrededor de los árboles frutales para mantener la humedad y mejorar la fertilidad del suelo. Ni en los árboles ni en el cultivo se utilizan agroquímicos. Toda especie de regeneración natural como el molle (*Schinus molle*), la chacatea (*Dodonaea viscosa*), la thola (*Baccaris sp.*) o la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*), cuya semilla se origina en las palmeras en el lindero del terreno, cuando aparece por sí misma sobre los terraplenes, es mantenida. Para el manejo de la parcela agrosilvopastoril, se utiliza mano de obra contratada. Cuando el área de cultivo está con alfalfa y termina su ciclo, el ganado vacuno pastorea en el terreno, y en el futuro pueden ramonear los árboles forrajeros, lo que significa una diversificación de su alimento y el ejercicio de una práctica característica del animal de pradera.

A medianos del 2009, se había realizado el cambio del manejo de la parcela descrita, que anteriormente era una sola. Las divisiones se realizaron con terraplenes, para lograr la formación lenta de terrazas con el fin de proteger el suelo contra la erosión que se presentaba al regar este terreno y mejorar la fertilidad del suelo, a través de la materia orgánica de las especies arbóreas plantadas en curva de nivel. Las especies consisten en frutales, forrajeras y acompañantes nativas y exóticas. Como resultado se puede constatar que fue frenada la erosión y que está mejorando la fertilidad del suelo.

Hay disponibilidad de abundante agua para el riego por inundación o por aspersor grande, según las disponibilidades de maquinaria y mano de obra y según las necesidades.

Diversidad de especies en la actualidad: asociación de cultivos de ciclo corto en siembra de rotación: alfalfa-papa-maíz-alfalfa o avena-haba-veza-avena en las terrazas. Como frutales están el duraznero (*Prunus pérsica*), la higuera (*Ficus carica*), el manzano (*Malus sp.*), el ciruelo (*Prunus doméstica*) y el peral (*Pyrus communis*). Forrajeras ya existen algunos ejemplares de tagasaste (*Chamaecystis proliferus ssp. palmensis*) y se sembrará la *Leucaena leucocephala*. Como acompañantes nativas de regeneración natural existen el molle (*Schinus molle*), la chacatea (*Dodonaea viscosa*) y la thola (*Baccaris sp.*). Como acompañantes nativos fue plantada la kewiña (*Polylepis sp.*), y como acompañantes exóticos fueron plantados la *Acacia floribunda*, *Acacia melanoxylon*, *Acacia saligna* y el fresno (*Fraxinus americanus*).

Distancia: la distancia entre los frutales es de 4 metros, y entre frutal y especie acompañante son 2 metros en la misma fila. La distancia en la fila de las forrajeras intercaladas, tagasaste y *Leucaena leucocephala* es de 1 metro. La distancia entre las dos filas de frutales con acompañantes en cada terraplén es de 4,5 hasta 5 metros, lo que significa que deja fácilmente pasar un tractor con la cisterna

de agua de riego. La distancia entre las filas de frutales hasta las filas exteriores con las forrajeras varía entre 2,5 hasta 4 metros.

Problemas con el suelo: cuando el terreno era uno solo, el suelo presentaba erosión hídrica cada vez que se regaba por inundación o por aspersor, también por lluvias torrenciales en la época de lluvia, llevando la capa arable hacia la parte baja. Por esta razón, se habían hecho cinco divisiones con terraplenes, que fueron plantadas con especies frutales, forrajeras y acompañantes para consolidar el suelo, producir forraje y frutas y lograr la diversificación de las especies en el lugar, consiguiendo de esta manera mayor autonomía del sistema de producción integral.

Planificado al futuro: aumentar las filas de forrajeras en los lados de los frutales con acompañantes y establecer con el tiempo una parcela demostrativa de producción de forraje y de pastoreo, en combinación de frutales para la elaboración de productos lácteos saborizados con materia prima de producción biodinámica. Se estima que esta parcela atraerá el interés de granjeros de mayor tamaño con disponibilidad de maquinaria. Como este grupo de personas en su mayoría producen de forma convencional con todas las consecuencias negativas para el medio ambiente, esta parcela agrosilvopastoril tendrá mucho valor significativo.

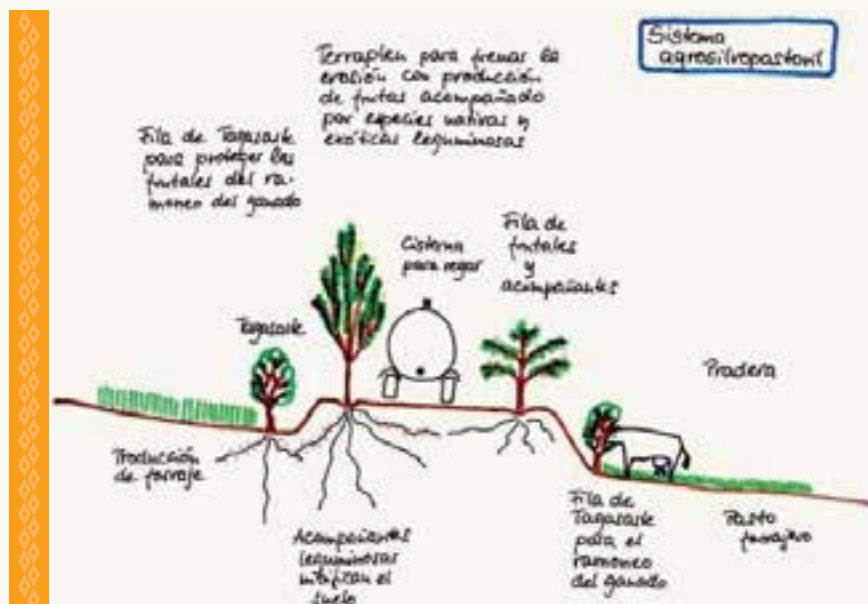
Problemas: un problema de consideración para el manejo de esta parcela agrosilvopastoril por causa de su tamaño y su diversidad es la falta de disponibilidad de mano de obra calificada.

Buena práctica: protección por el ramoneo del ganado vacuno en las especies frutales, a través de un cerco vivo de especies forrajeras como el tagasaste y la *Leucaena leucocephala*.

Lección aprendida: para el manejo satisfactorio de una parcela tan diversificada y tan grande se debe asegurar el tiempo y la mano de obra calificada.

Novedad agroforestal: la combinación de especies frutales, forrajeras y acompañantes nativas y exóticas es innovadora y hace sentido, porque ambas especies forrajeras y también las acacias pertenecen a las especies leguminosas que nitrifican el suelo, aportando a la fertilidad del suelo y al desarrollo y la producción de los frutales.

Recomendación: una poda drástica de la fila de Jacarandá que limita la parcela hacia el oeste para eliminar las plantas epífitas que anidan en estos árboles de edad y que podrían contaminar a los frutales, bajando su producción.





PARCELA

Cultivo en callejones 6: SAN BENITO¹²



Código de la Parcela:	Cultivo en callejones 6
Fecha de toma de datos:	27.11.2013
Nombre del productor:	Juan Pereira de la Fuente
Altura:	2.705 m.s.n.m.
Edad:	66 años
Coordenadas:	S 17°31'16,1"
Ubicación de la parcela:	Municipio de San Benito W0 65°54'07,3"
Clima:	Temperatura máxima: 31°C; Temperatura mínima: -2°C;
Heladas:	sí, en 2012 y 2013 se ha sentido un poco
Precipitación promedio anual:	500 mm
Fecha de implementación de la parcela:	desde 1965
Tamaño de la parcela:	el predio tiene un total de 2 hectáreas

¹² Fuente fotos: Diego Barreiro

Palabras claves: producción intensiva de duraznero en sistemas agroforestales.

Visión para la aplicación agroforestal: experimentar la diversidad de las variedades del duraznero y producir con cariño.

Juan Pereira de la Fuente, productor de durazno desde hace 48 años, no se deja vencer por sus durazneros; siempre tiene su podadora en el estuche de su cinturón. En su huerta no hay árbol frutal con una estatura mayor a 3 metros y ninguno tiene ramas o gajos no deseados, como por ejemplo chupones. El manejo de

los durazneros es impecable. No en vano Don Juan ha trabajado durante 29 años en la Estación Experimental de “San Benito” en el Valle Alto. Desde que se ha casado se compró un terreno para experimentar y practicar por su propia cuenta lo que era su trabajo diario.

Don Juan tiene varias parcelas y todas las variedades de durazneros aptos para las condiciones en el Valle Alto. Siempre sigue los mismos pasos en la implementación de la parcela frutal. Al principio, en la plantación de los durazneros tiernos que él mismo está produciendo e injertando. Don Juan ha experimentado con las distancias. Tiene parcelas con durazneros plantados desde 2 metros de distancia en la fila y 3 metros de distancia entre las filas hasta 5 x 5 metros. Lo mejor le parece una distancia de 3 x 3 en bolillo.

Durante el tiempo de juventud de las plantas frutales, se aprovecha el espacio entre las filas con la producción de papa, avena, tomate, otras verduras y flores. Cuando los frutales son adultos y sus



copas han cerrado el cielo en la parcela, crecen las hierbas de regeneración natural que son cortadas periódicamente, dejando todo el material cortado en el suelo, preferiblemente sobre la placa circular alrededor del pie del árbol frutal, donde actúa como mulch y por su descomposición fertiliza el suelo. Cuando el duraznero tiene la edad de 20 a 25 años y se hace notable el cansancio de producción, es arrancado para ser remplazado por un arbolito joven.

Con mucha sinceridad, Don Juan comparte todos sus conocimientos sobre el manejo de los durazneros. La época de producción empieza en el mes de agosto con la poda periódica, después sigue la fertilización con el estiércol de vaca u oveja en una cantidad de una bolsa que equivale a una carretilla llena por árbol adulto; los árboles jóvenes reciben algo menos según su tamaño.

El abono natural es incorporado ligeramente en la zona del anillo alrededor del pie del árbol y seguido por un buen riego. En casos especiales como por ejemplo un duraznero con la aptitud de mucha producción, Don Juan aplica el abono químico BLAUKORN, que es un abono complejo NPK 15-0-20+3 Mg con micronutrientes en forma granulada y de gran solubilidad, también aplica el abono foliar. Después del cuajado de las frutas, aplica una primera fumigación con una mezcla del insecticida DIMETOATO de acción de contacto e ingestión, muy eficaz en el control de insectos masticadores, minadores y chupadores en frutales, y un fungicida para prevenir el pulgón y el oídio. La última aplicación de esta mezcla de fungicida e insecticida es en diciembre. Entre noviembre y diciembre se realiza la poda de verano.

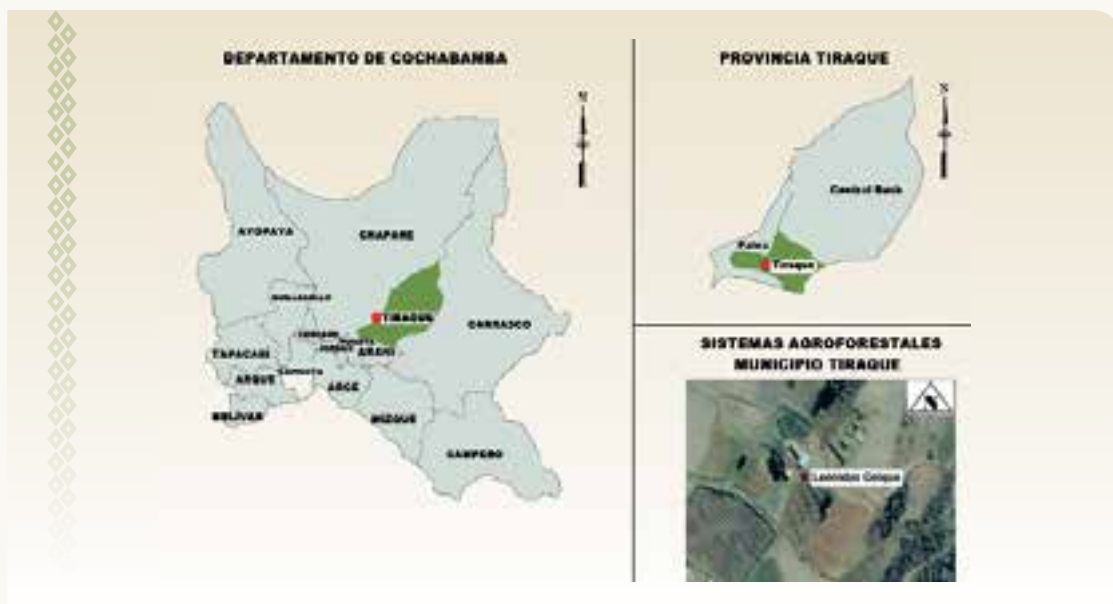
Entre enero y marzo es la cosecha de las frutas, que son seleccionadas según su tamaño y empacadas en cajones de madera. En el mes de abril, los durazneros reciben un último riego antes de entrar en dormancia. El ciclo productivo de los durazneros termina en el mes de junio con la pintura blanca para los troncos de los durazneros. Es aplicada una mezcla de cal con cola y sulfato (receta: mezclar 2 bolsas de cal con 2 kg de cola que utilizan los carpinteros y ¼ kg de sulfato). Esta pintura blanca protege la corteza del tronco contra las rajaduras que se pueden dar con el frío de la noche y el calor de los rayos solares durante el día en la temporada de sequía, porque durante la dormancia esta especie pierde sus hojas, dejando el tronco sin sombra ni protección contra el mal tiempo.

Para el futuro, Don Juan planifica ampliar sus huertas de frutales, porque tiene mucho éxito con el manejo y el apoyo fiel de sus familiares.

Recomendaciones:

- Asistir a los cursos y no dejar de experimentar y aprender en la fruticultura.
- No sembrar alfalfa (*Medicago sativa*) entre los frutales, porque sus raíces aprietan a los durazneros.
- Solamente cortar las hierbas en las parcelas de los durazneros adultos y dejar el material cortado en el suelo, sobre todo en la placa circular alrededor del pie del árbol.
- Empezar el ciclo productivo del duraznero con la poda y la fertilización en agosto, y no abonar a destiempo, por ejemplo en abril, como es recomendado por algunos técnicos.

2.1.3 Árboles asociados a estructuras de conservación de suelos



PARCELA

Árboles sobre terrazas 7: PAIRUMANI (TIRAQUE) ¹³



Código de la Parcela: Árboles sobre terrazas 7

Fecha de toma de datos: 29.10.2013

Nombre del productor: Leónidas Colque

Edad: alrededor de 55 años

Ubicación de la parcela: Municipio de Tiraque

Altura: 3.418 m.s.n.m.

Coordenadas: S 17°28'44,1" W0 65°28'31,7"

Fecha de implementación de la parcela: 1998

Tamaño de la parcela: ½ hectárea

Institución de apoyo: CIF (Centro de Investigación en Forrajes)

¹³ Fuente fotos: Diego Barreiro

Palabras claves: tagasaste y pasto falaris en el borde de terrazas de formación lenta.

Visión para aplicar la agroforestería: dejar un terreno en buenas condiciones a los hijos, gracias a las terrazas con barreras vivas.

La parcela fue implementada en 1998, tiene una superficie de ½ hectárea y es parte de un terreno propio de 14 hectáreas. Para el riego, hay disponibilidad de agua que se acumula en un atajado propio. Por encima de la parcela existe un cerco vivo conformado por especies nativas.



Propósito de la parcela: producción diversificada de verduras y frutillas y con rotación de papa, haba, arveja, cebolla, maíz, cebada y avena.

Objetivo de la asociación con especies perennes: las especies perennes tagasaste (*Chamaecystis proliferus* ssp. *palmensis*) y pasto falaris (*Phalaris tuberinacea*), en curva de nivel, fijan el borde de las terrazas de formación lenta, además producen forraje todo el año para el ganado.

Manejo: cuando es necesario se riegan los cultivos en las terrazas de la parcela, dejando aprovechar al tagasaste y pasto falaris el agua de riego; ambas especies son podadas y cortadas periódicamente para servir de forraje para los animales (bovino, ovino y cuyes). La parcela es abonada con el estiércol de los animales propios. En caso de ataque del piqui piqui (*Epitrix* sp.) en el haba y la papa, es aplicado el insecticida FOLIDOL.

Diversidad de especies en la actualidad: en las chacras de las terrazas se cultivan de forma rotativa la papa, el haba, la arveja, el maíz y diferentes variedades de verduras y la frutilla.



Distancia: los tagasastes en el borde de las terrazas fueron plantados a una distancia de 5 metros en la fila, ahora la distancia es desde 10 hasta 15 metros, porque una mayor parte de las plantas se han secado sin haber sido renovadas.

Problemas con plagas: el piqui piqui es combatido con el insecticida FOLIDOL y la polilla de la papa con EXTERMIN.

Aplicación de agroquímicos: se aplica herbicida para controlar las malezas en los cultivos de zanahoria y otras verduras.

Planificado al futuro: Don Leónidas tiene planificado multiplicar el pasto falaris para renovar esta especie en los bordes de las terrazas y para vender plantines, lo mismo con el tagasaste; además quiere ampliar la producción de frutillas, sembrar mayor variedad de verduras (lechugas) y plantar otras especies frutales como el guindo.

Problema: se observa un número reducido de tagasastes en los bordes de las terrazas. Bajo las condiciones del lugar, una parte de los árboles de tagasaste ha terminado su ciclo de vida tempranamente. No fueron renovadas las plantas, a pesar de haber germinación espontánea.

Buena práctica: en dos casos se pueden observar la regeneración natural del tagasaste bajo la protección de la thola.

Lección aprendida: la esposa del productor pensaba que el pasto falaris invadiría las chacras en las terrazas y le ha costado aceptar esta especie en su terreno, hasta que ha reconocido que el pasto falaris solamente se multiplica por sus raíces o esquejes y no por semilla.

Novedad agroforestal: la combinación de pasto falaris (primero) y tagasaste (al año) en curva de nivel para la formación lenta de terrazas.

Recomendación: completar la fila de tagasaste con plantas que aparecen cerca de la planta madre como regeneración natural, para asegurar el borde de las terrazas y tener más forraje para los animales.

Descripción detallada del Sistema Agroforestal: en 1998, a través del Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF) y otras entidades, fueron introducidas al país semillas de la especie *Chamaecytisus proliferus* ssp. *palmensis*, que tienen los nombres populares: tagasaste, árbol falso de alfalfa, alfalfa arbustiva. Esta especie originaria de las Islas Canarias, es una leguminosa forrajera con un valor nutritivo antes de su floración, similar a la alfalfa (*Medicago sativa*), además es melífera, y resistente a la sequía, a las temperaturas extremas, a la poda y al ramoneo partir de una altura de 1,20 metros.

Para experimentar con el tagasaste, fueron elegidos productores interesados con terreno propio en pendientes fuertes en las cabeceras del valle del Municipio de Tiraque. Estos laboreaban sus chacras en pendiente sin protección contra la erosión. En el primer año, durante los ensayos de producir plantitas, fueron divididas las chacras en parcelas de unos 6 metros de ancho. En las curvas de nivel fueron plantados esquejes de pasto falaris, también llamado pasto brasileiro (*Phalaris tuberinacea*). En algunos casos, el productor beneficiado no estaba conforme con la implementación del pasto falaris, porque pensaba que esta gramínea se propagaría de manera agresiva igual que las malezas. Pero el pasto falaris solamente puede ser multiplicado por medio de esquejes que son plantados en el lugar deseado, porque no produce semillas viables. La implementación del pasto falaris fue provechosa para los agricultores por su alto valor forrajero y por el efecto de proteger los bordes de las terrazas en formación.

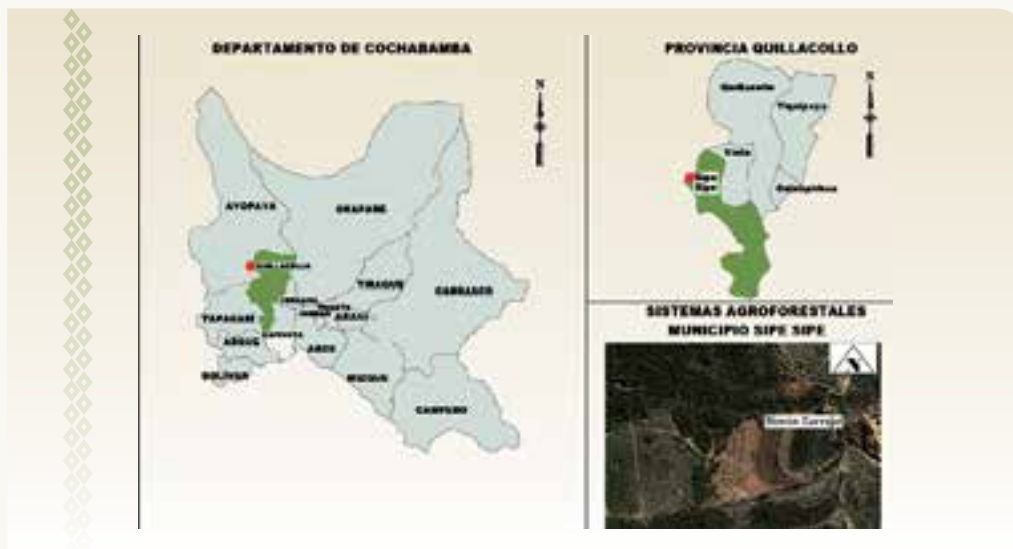
En mayo del 2000, las líneas de pasto falaris en curvas de nivel fueron aumentadas con plantas de Tagasaste de dos años de edad por encima del borde de las terrazas en formación lenta, con una distancia de cinco metros entre cada ejemplar. El objetivo de esta práctica fue la investigación participativa sobre la adaptación de esta especie en la localidad, su aptitud para consolidar el terreno terraceado y su capacidad de producir forraje. A los 30 y 60 días después de la plantación en el lugar definitivo, el prendimiento de las plantas de tagasaste fue de 100% (Rodríguez, F. et al, 2007). Las temperaturas bajas en los meses junio y julio solamente quemaron las puntas de las ramitas. Los vientos fuertes en la misma estación hicieron necesario el uso de tutores, porque las plantas tenían un tamaño mayor de 1,5 metros con tallos bastante delgados todavía.

El seguimiento de la investigación participativa de pasto falaris y tagasaste en curvas de nivel, para la formación lenta de terrazas y la producción de forraje en esta zona se realizó hasta 2001. Durante la visita de fines de octubre 2014 se constata in situ lo que ha quedado de esta iniciativa. El productor Leónidas Colque reconoce directamente a los ingenieros que le habían acompañado en la implementación de las barreras vivas, estas se presentan bastante incompletas.

Parece que la especie tagasaste, bajo las condiciones locales, tiene un ciclo de vida de solamente 15 años. Don Leónidas cuenta que los árboles faltantes han empezado a perder sus hojas y después se secaron. A pesar que el mismo agricultor indica que hay una abundante regeneración natural en la chacra por debajo de los tagasastes, estas plantitas no han sido trasplantadas al borde de las terrazas para completar las filas de esta especie; solamente permanecen aquellas plantitas que por casualidad aparecen sobre el borde de las terrazas. Dos plantas de tagasaste, una en la parcela y otra en el borde de un bosquecillo de pino y eucalipto del mismo productor, se han desarrollado en la protección de una planta de thola.

En los bordes de las parcelas el pasto falaris está completo. Las plantas que invaden la chacra son vendidas por Don Leónidas. El pasto falaris es cortado con hoz para alimentar los animales. Esta práctica de cortar el forraje parece ser mucho más difícil de realizar en el tagasaste. Los cuatro árboles restantes están en floración, lo que indica que no se ha realizado la cosecha de las ramas a tiempo, dado que con el desarrollo de la flor las hojas del tagasaste se vuelven picantes y ya no son palatables para el ganado.

Recomendación: Podar las ramas de tagasaste constantemente siempre antes de que florezca para asegurar su palatabilidad para el ganado.



PARCELA

Árboles sobre terrazas 8: SIPE SIPE ¹⁴



Código de la Parcela:	Árboles sobre terrazas 8
Fecha de toma de datos:	15.11.2013
Nombre del productor:	Simón Carvajal
Edad:	53 años
Ubicación de la parcela:	Municipio Sipe Sipe, Link'u
Altura:	2.768 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17°27'50,9" W0 66°22'44,1"
Clima:	Temperatura máxima: 33 °C; Temperatura mínima: -3 °C;
Heladas:	puede haber en las madrugadas
Precipitación promedio anual:	500 mm
Fecha de implementación de la parcela:	2011
Tamaño de la parcela:	1 hectárea
Institución de apoyo:	Parroquia de Sipe Sipe

14 Fuente fotos: Diego Barreiro

Palabras claves: sistema agroforestal sucesional, con mucha diversidad sobre terrazas en un barranco por arriba de la ciudad de Sipe Sipe.

Visión para aplicar la agroforestería: mantener el suelo, cosechar fruta, verdura y madera y disfrutar las flores.

La superficie de la parcela es de 1 hectárea y se encuentra en un terreno con pendiente en un barranco por encima de Sipe Sipe que es de propiedad del productor y su hijo. La parcela fue instalada en terrazas en noviembre del 2011 y cuenta con bastante agua de riego, que viene desde un tanque de agua propio que se llena por una vertiente.



Propósito de la parcela: producción de manzana y otras frutas, granos, papas, verduras, lechuga y madera de manera diversificada para impedir la proliferación de plagas y enfermedades, mantener el suelo, mejorar la fertilidad y aprovechar al máximo el agua de riego y el espacio. Son aprovechadas varias especies nativas como cerco vivo, para la producción de hojarasca, la recolección de medicinales y aromáticas.

Objetivo de la asociación con especies perennes: la parcela está cercada con un cerco vivo de especies nativas como la chacatea (*Dodonaea viscosa*), tuna (*Opuntia ficus indica*) y molle (*Schinus molle*), que en el futuro protegerán los cultivos en la parcela contra el mal tiempo y aportarán materia orgánica para mejorar la fertilidad del suelo. La asociación con especies leguminosas como las acacias, la jarca, el tagasaste y el ceticio (*Cytisus racemosa*) tienen el beneficio de acumulación de nitrógeno en el suelo. Las demás especies perennes como el jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), el soto (*Schinopsis haenkeana*) y el cedro (*Cedrela odorata*) son netamente maderables bien valoradas.

Manejo: el productor tiene a disposición bastante agua de riego que es utilizada con aspersores que funcionan con baja presión. Ya que las plantas todavía están bastantes pequeñas, hasta el momento no



se han podado, pero Don Simón sabe que el manejo de la parcela exige esta práctica y que el material de la poda servirá para aumentar la materia orgánica en el suelo.

Junto con la siembra y la plantación, Don Simón aplica el biofertilizante Bokashi (“Bokashi” es una palabra japonesa, que significa materia orgánica fermentada), elaborado por él mismo con el estiércol de sus propios animales: ovejas y vacas. Cada planta de regeneración natural es protegida. En el caso que nazca en un lugar de la parcela destinado para el cultivo de granos y papas, entonces Don Simón trasplanta el retoño al borde de la parcela para complementar el cerco vivo.

Diversidad de especies en la actualidad: Don Simón está probando todas las especies que puede conseguir. En la parte baja de la parcela ha sembrado y plantado 33 diferentes especies diferentes (maíz, rábano, haba, arveja, frejol, remolacha, yacón, papa, cebolla, zanahoria, alfalfa, tártago, chirimoya, manzano, duraznero, níspero, higo, acacias, tagasaste, ceticio, gladiolos, rosas, diente de león y muchas otras). Tanta densidad no deja espacio para las malezas.

Distancia: la distancia de los manzanos en la fila es de 2,5 metros y de los durazneros es de 3 metros. Las filas de árboles se encuentran siempre al borde de las terrazas. En la terraza de abajo hay dos filas de frutales intercalados, con especies acompañantes con una distancia entre las filas de 4 metros.

Problemas con el suelo: el productor no está contento con la fertilidad actual del suelo, sabe que le hace falta mucha materia orgánica. Esta falta de humus provoca que el suelo no pueda almacenar satisfactoriamente la humedad.

Problemas con plagas/enfermedades: hasta el momento no hay plagas ni enfermedades. Según Don Simón, es la diversidad de especies que inhibe su proliferación.

Planificado el futuro: aumentar el número de plantas de todas las especies, formar un cerco vivo muy denso con las plantas de regeneración natural, sobre todo los molles y la chacatea y empezar con la apicultura.

Problemas: las hormigas, los animales silvestres y las aves están atacando a los cultivos, los árboles y las verduras. Para proteger las verduras, Don Simón ha instalado un huerto con una red de semi sombra y una malla de gallina.

En la región cae muchas veces la granizada; la última de hace unos 10 días ha afectado los injertos de los frutales, sobre todo en la chirimoya.

Buena práctica: la implementación de la terraza que queda más abajo fue realizada según uno de los principios de la agroforestería sucesional, sembrando y plantando la mayor diversidad posible (33 especies) y con tanta densidad que no queda espacio para especies no deseadas (malezas). Además, de esta manera está aprovechado al máximo el espacio y el agua de riego.

Lección aprendida: se ha experimentado que el pasto falaris (*Phalaris tuberinacea*) no desarrolla bien en esta parcela, porque el clima es bastante cálido; por esta razón, se planifica reemplazar el pasto falaris por la maralfalfa, también llamado pasto sugar (*Pennisetum purpureum*) que debería rendir mejor en las condiciones climáticas locales.

Novedad agroforestal: a razón del cambio climático que trae más días con calor, en esta parcela produce maní (*Arachis hypogaea*), camote (*Ipomoea batatas*) y sandía (*Citrullus lanatus*).

Recomendación: cubrir el suelo alrededor de los pies de los árboles frutales con una capa gruesa de paja o ramas de chacatea para evitar la evaporación de la humedad, lograr que aumente la materia

orgánica en el suelo para mejorar la fertilidad y su capacidad de almacenar la humedad, apoyar un microclima templado para los organismos en el suelo y mantener libre esta zona de gramíneas.

Descripción detallada:

Para llegar a la parcela de Simón Carvajal en Sipe Sipe hay que subir durante una media hora el barranco en el norte de la comunidad. Al llegar se nota, que ahí, en una hectárea de terreno propio con pendiente, Don Simón hace dos años ha empezado a crear un pequeño paraíso. La inspiración recibió a través de un viaje a Sapecho, donde durante un curso realizado por ECOTOP conoció la agroforestería sucesional con su gran diversidad de especies y mucha densidad en la implementación de las parcelas. Primeramente, él niveló la pendiente con la construcción de terrazas en curva de nivel delimitadas con piedras del lugar y barreras vivas de pasto falaris (*Phalaris tuberinacea*). La parcela está rodeada de especies nativas como el molle (*Schinus molle*), la chacatea (*Dodonaea viscosa*) y la tuna (*Opuntia ficus indica*) como cerco vivo. Como le gusta experimentar, Don Simón está llevando todas las especies que puede encontrar, con el afán de aumentar aún más la diversidad y densidad en su parcela.

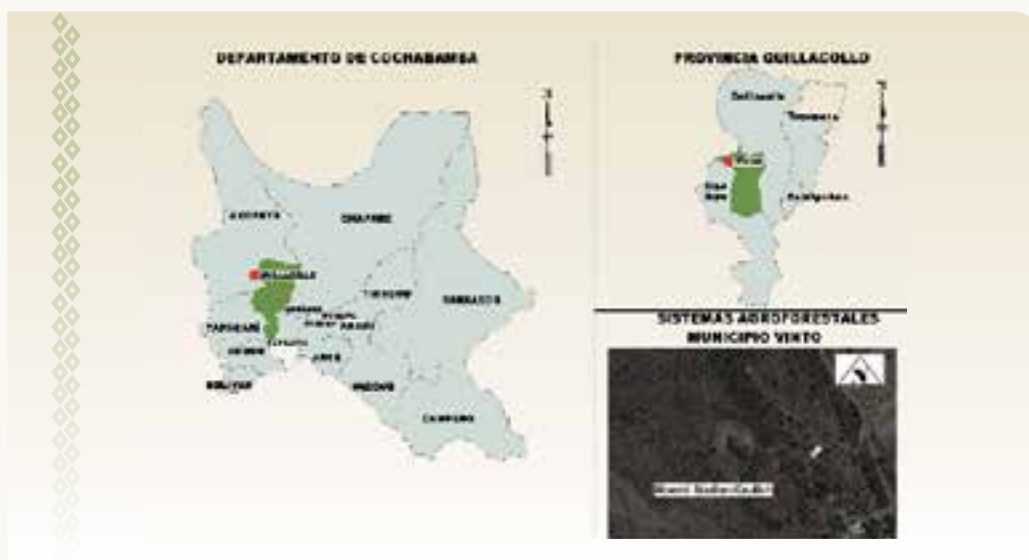
En la parte alta de la parcela hay una construcción liviana de postes, malla de gallina y una red semi sombra. Adentro fueron sembradas lechugas y otras verduras fuera del alcance de roedores y pájaros. En la parte más baja de ésta y todas las otras terrazas fueron plantados frutales, la mayor parte son manzanos. En la placa circular alrededor de los frutales fue sembrado un zapallo u otra especie rastrera que cubre el suelo y aprovecha el agua de riego. En la terraza de más abajo fue implementado un sistema agroforestal sucesional con 33 diferentes especies. Se sembró maíz, rábano, haba, arveja, frejol, remolacha, yacón, papa, cebolla, zanahoria, alfalfa, tártago y otros, y se plantaron frutales como la chirimoya, el manzano, el duraznero, el níspero y el higo de manera intercalada a 2,5 metros con árboles leguminosas acompañantes o maderables como las acacias, tagasaste y el ceticio (*Cytisus racemosa*). Además, hay flores como gladiolos, rosas, diente de león y otras floreciendo con bellos colores y agradables perfumes. Tal densidad tiene esta parcela sucesional que especies no deseadas como las llamadas malezas y gramíneas no tienen campo para establecerse. Cabe mencionar que la implementación de especies leguminosas como las acacias, el tagasaste y el ceticio resulta favorable por la nitrificación del suelo a través de las bacterias en sus raíces.

La tierra de la parcela agroforestal se presenta de color rojizo, es arenosa y liviana y contiene muy poca materia orgánica. Don Simón es consciente que la falta de materia orgánica hace que su suelo no pueda almacenar satisfactoriamente el agua de riego. Para enriquecer la tierra con materia orgánica, él aplica el compost Bocashi y busca la hojarasca de las plantas de chacatea en la vecindad. Además respeta toda regeneración natural de molle, chacatea y otros, que pronto producirán hojarasca. Si la planta aparece en medio de las parcelas, donde cultiva papa, maíz y otras especies, se la trasplanta al borde de la parcela. Al futuro, la diversidad de especies acompañantes como las acacias, jacarandá, jarca, kewiña, fresno y otros le darán mucha materia orgánica a través de la poda.

Planes para el futuro: Don Simón planifica aumentar las especies en su parcela, experimentando con plantas arbóreas y flores que traerá del mercado y de sus viajes a otras regiones; además, quiere instalar algunas colmenas para la producción de miel.

2.2 Sistemas deliberados

2.2.1 Cultivos bajo cubierta arbórea



PARCELA

Cultivos bajo cubierta arbórea 9a: COMBUYO (olivos)¹⁵



Código de la Parcela:	Cultivos bajo cubierta arbórea 9a
Fecha de toma de datos:	21.10.2013
Nombre de la productora:	Noemi Stadler-Kaulich
Edad:	56 años
Ubicación de la parcela:	Municipio de Vinto, Combuyo
Altura:	2.784 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17° 21'22,0" W 0 66°20'51,1"
Clima:	Temperatura máxima: 32 °C; Temperatura mínima: -5 °C;
Heladas:	algunas horas en la madrugada
Precipitación promedio anual:	500 mm
Fecha de implementación de la parcela:	2001
Tamaño de la parcela:	2.500 m ²

¹⁵ Fuente fotos: Jocelijn François

Palabras claves: sistema agroforestal sucesional, regeneración de un suelo degradado por mucha carga animal, recuperación de la flora y fauna nativa, producción de leña, madera, fruta y miel a mediano plazo, producción de aceitunas a largo plazo.

Visión para aplicar la agroforestería: producir en armonía con la Madre Tierra.

La parcela se encuentra en un terreno propio con una pendiente leve.



El propósito de la parcela: en un terreno degradado y erosionado fue instalado un sistema agroforestal con una diversidad de frutas, enfocado en la producción de la aceituna. La pluralidad de especies acompañantes, entre ellas muchas nativas, a causa del equilibrio natural fitosanitario permite una producción agroecológica. La diversidad de especies acompañantes y productivos busca la mejora de la fertilidad del suelo y del ciclo del agua.

Objetivo de la asociación con especies perennes: protección del suelo y del conjunto de las plantas contra la insolación, viento, granizada, helada; aprovecha el espacio y fomenta la simbiosis entre las especies.

Producción diversificada de olivo (*Olea europea*), guayaba (*Psidium guajava*), higuera (*Ficus carica*), limonero (*Citrus sp.*), tuna (*Opuntia ficus-indica*) nopal (la penca tierna de la Tuna), leña, forraje, madera, hojarasca y hierbas medicinales.

Manejo: por la poca disponibilidad de agua para riego, en las primeras tres temporadas secas, los frutales tiernos fueron regados periódicamente con un balde de 10 litros de agua, mientras que en las temporadas secas de los años siguientes solamente se regaron los limoneros una vez al mes.

Cada año hay una poda general en toda la parcela, tanto de los frutales como de las especies acompañantes; durante el año se controla si los frutales tienen bastante espacio. El material de poda es colocado alrededor de los pies de los frutales. El 2013, los cítricos han recibido alrededor de su pie una aplicación de tres palas de estiércol de oveja.

La buena salud vegetal hace innecesaria la aplicación de un agroquímico o biopesticida.

Para la implementación de la parcela y para la poda general se contrató mano de obra.

El pasto nativo *Melinis repens* actúa como cobertura del suelo. Cuando hay disponibilidad de mano de obra, este pasto es cortado y depositado sobre el suelo como mulch.

La placa circular alrededor del pie de todos los árboles, sobre todo en los frutales, tiene una capa de mulch gruesa de alrededor de 10 cm del material de poda de otras especies y/o del pasto nativo.

Dada la densidad en la implementación de la parcela, en la poda genera, en septiembre del 2012, fueron extraídos algunos ejemplares de chacatea con su raíz.

Es protegida la regeneración natural de molle (*Schinus molle*), chirimolle (*Zanthoxylum coco*) y durante los primeros años también de la chacatea (*Dodonaea viscosa*), además la regeneración natural de las hierbas medicinales y aromáticas.

Durante los años 2012 y 2013, esta parcela (entre otras) fue pradera para un pequeño rebaño de ovejas. Se ha podido observar que las ovejas mordisquean la corteza de los olivos y de otras especies, lo que puede secar a la planta. Por esto, no conviene dejar sueltos a animales en una parcela con árboles frutales, sino manejarlos amarrados o en pastoreo observado.

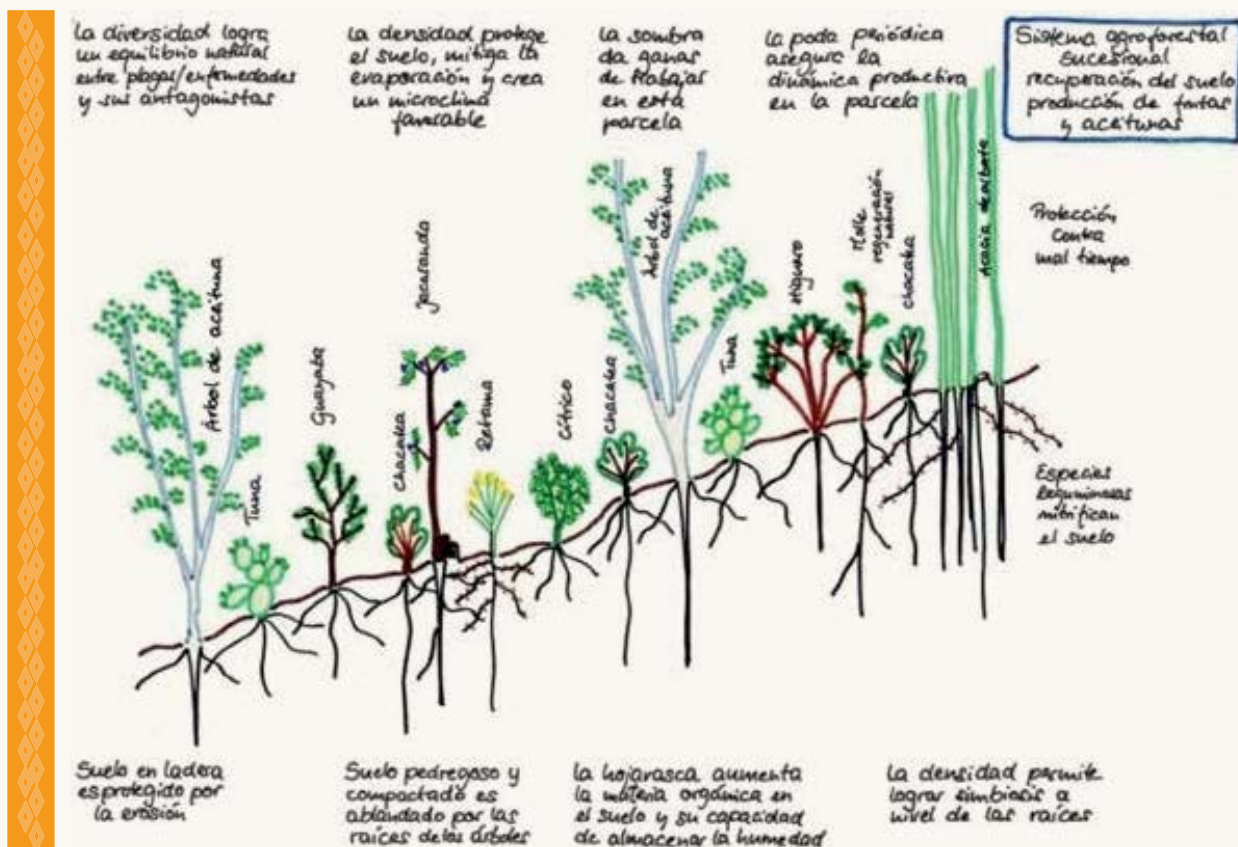
Cambios en el manejo en el curso del tiempo: anteriormente, se había protegido toda clase de regeneración natural. Desde que la parcela tiene 10 años, la densidad de la vegetación en la parcela hace necesario limpiar una parte de la regeneración natural de la chacatea.

Causas de los cambios de manejo: hay demasiada chacatea en la parcela, esto tapa la luz para la tuna que necesita para producir frutas. Además, la chacatea estaba quitando el espacio para que desarrollen los frutales debidamente.

Los resultados: mayor espacio para el desarrollo de los frutales y más luz para la tuna, con el fin que produzca mayor cantidad de frutas.

Diversidad de especies en la actualidad: asociación de frutales como olivo, guayaba, higuera, limonero, tuna con especies acompañantes, tanto nativas como jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), chacatea (*Dodonaea viscosa*) y thola (*Baccaris sp.*) y exóticas como *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon* y retama (*Spartium junceum*). En los espacios libres crecen como regeneración natural algunos ejemplares del árbol de molle (*Schinus molle*) y chirimolle (*Zanthoxylum coco*), además el pasto nativo *Melinis repens* y varias hierbas medicinales como la WiraWira (*Achyrocline ramossissima* o *Pseudoguaphalium viravira*).

Distancia: el promedio de distancia entre los olivos es de 6 metros, los frutales tienen una distancia de por lo menos 4 metros. Las especies acompañantes de los frutales se encuentran plantadas a 1 metro de distancia; por la regeneración natural, en algunos casos, no hay más que 0,50 metros de distancia entre las especies.



Situación del suelo: la fertilidad del suelo y su capacidad de almacenar la humedad ha mejorado considerablemente, pero sigue siendo insuficiente, aún se debe descomponer mucha materia orgánica para formar una capa de suelo arable.

Problemas con plagas/enfermedades: no existen.

Aplicación de agroquímicos/biopesticidas: la producción es netamente agroecológica.

Planificado al futuro: seguir con la parcela porque tiende a mejorar el suelo y su capacidad de almacenar humedad y con esto la productividad; es un ejemplo de recuperar un suelo degradado sin grandes inversiones, y producir sin necesidad de mucho riego y en armonía con la Madre Tierra.

Problemas: en los primeros años, la hormiga corta hoja ha causado pérdidas en la parcela; con el tiempo se ha aprendido que este insecto es un ayudante del agricultor, porque aumenta la materia orgánica en el suelo.

Buena práctica: la poda drástica periódicamente en el mes de agosto/septiembre provoca en la parcela una dinámica de desarrollo fuerte: “*No hay que tener miedo de podar, ¡porque con la poda se gana!*”

Lección aprendida: lucha chacatea quita el sol para la tuna hasta que ésta ya no produce bien.

Novedad agroforestal: la *Acacia dealbata*, una leguminosa sumamente resistente a la sequía, es muy buena maderable y al cortar un tronco se reproduce vigorosamente por retoños de su raíz (puede producir 100 plantitas hasta en 20 metros de distancia).

Explicación detallada de la parcela agroforestal: en 2001, este era un lugar que había nada más que piedras y un par de árboles de molle. Hoy en día, es un bosquecito. Los árboles no son tan grandes, porque periódicamente son podados. Lo que resalta es la diversidad de especies, la densidad de la plantación y el vigor en la parcela. Todas las especies se encuentran con rebrotes recientes y todas las plantas son sanas. No hay plagas. Toda la vegetación muestra una dinámica singular.

Es una parcela agroforestal sucesional. La sucesionalidad se genera por la forma de haber implementado la parcela: en una misma temporada fueron plantadas y sembradas especies pioneras, secundarias y primarias. La especie primaria es el olivo (*Olea europea*) que fue plantado a unos 6 metros de distancia en la fila y entre la fila. En la mitad del espacio en la fila de los olivos se ha plantado jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), a sus dos lados una chacatea (*Dodonaea viscosa*) y entre ésta y el olivo se colocó una tuna (*Opuntia ficus-indica*). Las filas entre medio de los olivos también tienen jacarandá, chacatea y tuna, además un frutal (guayaba, cítrico, higuera) o una acacia (*Acacia dealbata* o *Acacia melanoxylon*). De esta manera en todas las filas la distancia entre las plantas no es mayor a un metro, lo que permite que las raíces se entrelacen para establecer comunicación y formar sinergias.

Mucha gente pregunta: “*Están tan cerca las plantas, ¿no hay competencia?*” Pero no es así. En ese caso habrían plagas, enfermedades o estrés de sequía y falta de nutrientes. Aquí las plantas se apoyan mutuamente. La competencia por nutrientes sí la hay en un monocultivo, quiere decir cuando en un cierto espacio desarrolla solamente una misma especie, porque todas tienen las mismas necesidades. En un espacio con diversidad de especies es lo contrario; tanto por encima como dentro del suelo las plantas se protegen y cuidan una a la otra, porque necesitan que todo el grupo desarrolle bien para asegurar el desarrollo propio y cada especie aporta con su talento a favor de todo el grupo.

Es parecido a una sociedad sana de seres humanos, la naturaleza funciona de esta manera. Por ejemplo, la especie resistente a la sequía por su raíz pivotante puede chupar agua desde mucha profundidad, como es el caso de la chacatea y de esta manera asegura cierta humedad en el suelo

superficial beneficiando a las especies con raíz poco profunda. Otro ejemplo: Las bacterias en las raíces de las especies leguminosas como las acacias acumulan nitrógeno en el suelo, que también es aprovechado por las plantas vecinas. Entonces, en un lugar con mucha diversidad hay nutrientes y humedad para todos y existe un equilibrio natural que favorece la salud vegetal, reduce el ataque de plagas y enfermedades y estabiliza el sistema a través de un dinamismo en el desarrollo que beneficia a todo el consorcio de plantas.

Un beneficio muy importante en parcelas agroforestales con mucha densidad es la gran cantidad de materia orgánica disponible para mejorar la fertilidad del suelo. Tanto las especies caducas como las perennes dejan caer sus hojarascas. Los primeros, al principio de la estación de sequía para no tener mucha evaporación. Las hojas de las especies perennes se sueltan de la planta durante todo el año. Además hay mucha materia orgánica por la práctica de la poda. La poda periódica de la vegetación en la parcela agroforestal es una práctica de suma importancia. El material de poda se deposita en el suelo, donde juntamente con la hojarasca actúa como mantillo, evitando la evaporación de la humedad, protegiendo el suelo de la erosión hídrica y eólica y manteniendo el suelo a una temperatura constante, lo que favorece a los organismos dentro del mismo. Con el tiempo esta cobertura se descompone y aumenta la materia orgánica en el suelo, apoyando considerablemente su capacidad de almacenar humedad. Además, el material orgánico descompuesto o humus contiene toda la cantidad de dióxido de carbono que la planta de origen ha acumulado y que ahora queda capturado en el suelo, mitigando los efectos del cambio climático.

Existe una posibilidad de mejorar aún más el sistema productivo: elaborando carbón vegetal a partir del material de poda. Un gramo (1 gr) de carbón vegetal tiene 300 m² de superficie interna, mientras que el mismo peso de compost tiene nada más que 24 m². Se puede imaginar al carbón como un edificio gigante con muchos departamentos y en cada uno hay muchos cuartos. Estas cavidades albergan los organismos del suelo y gotas de agua. El carbón vegetal dinamizado con compost mejora la estructura, la fertilidad y la capacidad de almacenar humedad en el suelo. Además, el proceso de carbonización hace fijar el dióxido de carbono (CO₂) firmemente en la estructura del carbón, o en otras palabras: el carbón es un sumidero de dióxido de carbono y por esta razón apoya en gran medida también a la mitigación del cambio climático.

Resumiendo, se puede constatar lo siguiente: la agroforestería sucesional logra un dinamismo que imita la naturaleza en su búsqueda de superar constantemente la bondad del estado anterior, para culminar en un punto que tiene una estabilidad máxima debido a albergar un exceso de energía. Este estado es el bosque, el clímax del sistema natural. Pero cuidado: un sistema agroforestal productivo nunca debe llegar al estado de clímax, porque de la cima ya no se puede llegar más arriba. Por esto, el buen manejo de un sistema agroforestal consiste en la poda periódica que busca cada vez rejuvenecer el sistema para mantener el dinamismo de desarrollo que es el origen de su productividad.

El estado de clímax todavía queda muy lejos para la parcela con los olivos, porque estos, como fueron generados a partir de estacas, recién están empezando a producir. Quienes ahora dudan de la rentabilidad de este sistema deben saber que el olivo puede producir durante 250 años.

Las condiciones para la implementación de la parcela fueron muy difíciles. El suelo había sido muy erosionado y sigue siendo sumamente pedregoso. Por esto la preparación de los hoyos no era fácil. Cuando se implementó la parcela, solamente se disponía de 15 minutos del caudal de agua de riego por mes para todo el predio de 16 hectáreas. Por esta razón, en la estación de sequía cada frutal fue regado una vez al mes con un balde de 10 litros. La experiencia enseñó que no solamente es importante este riego, sino también la visita activa a la planta. En las temporadas siguientes se regaba de igual manera,

pero solamente a aquellos frutales que demostraban estrés de sequía, con el fin de exigir que todas las plantas echen raíz. Las especies nativas tenían que esforzarse desde el primer año en formar una raíz profunda para buscar ellos mismos la humedad que necesitaban para sobrevivir la temporada seca.

En los primeros tres años, con el fin de apoyar la transformación de las condiciones del suelo de un sistema de acumulación hacia un sistema de abundancia, en los espacios entre las plantas perennes se sembraron especies pioneras. En el primer año se sembró una mezcla de arvejas con haba, en el segundo una mezcla de cebada con avena y en el tercer año girasol. La meta no era la cosecha, sino de apoyar el proceso de formación del suelo (pedogénesis). Posteriormente se dejó crecer el pasto nativo *Melinis repens*. Éste, cuando hubo mano de obra disponible, se cortó una o dos veces al año, depositando la paja sobre la placa circular alrededor del pie de los frutales para servir de mulch, quiere decir mantener este lugar libre de gramíneas, evitar la evaporación y mejorar la condición del suelo. En los espacios entre las plantas se puede observar una regeneración natural sorprendente de hierbas medicinales como la wirawira (*Achyroclina ramosissima*), khatarí papa (*Asterostigma pavonii*), muñi blanco (*Bidens pseudocosmos*), tiantian (*Trixis aggragata*) y la hierba aromática quirquilla (*Porophyllum ruderale*). Desde 2008 se pueden encontrar especies de regeneración natural que indican condiciones mejoradas del suelo como la garetilla, el layu y la ayacanamachu (se desconocen los nombres científicos). Desde entonces, también las especies secundarias chacatea (*Dodonaea viscosa*) y la retama (*Spartium junceum*) se están proliferando fuertemente a través de sus semillas. Se encuentran también algunos ejemplares de regeneración natural del molle (*Schinus molle*) y chirimolle (*Zanthoxylum coco*), que son especies primarias en sistemas de acumulación.

El objetivo de involucrar la chacatea (*Dodonaea viscosa*) en el sistema agroforestal fue de tener mayor diversidad de especies nativas. Con el tiempo se ha podido experimentar, que la chacatea es una planta con mucho talento para ser madre de acogida. Por su crecimiento rápido puede dar sombra a plantas que crecen más lentamente. A través de la poda que tolera muy bien, no quita espacio a las plantas que protege. Constantemente deja caer hojarasca que cubre el suelo como mulch y al descomponerse aumenta la materia orgánica en el suelo. Por último se ha observado que las especies frutales que pueden desarrollarse bajo la protección de la chacatea, quiere decir plantadas en el sur-oeste de la misma, tienden a secarse mucho menos durante la estación seca.

En esta parcela, se ha experimentado con la especie *Acacia dealbata*, es una especie de uso abundante en las calles de La Paz, donde tiene una copa bajita y curvada a causa del clima. En asociación estrecha con otras especies se ha podido observar, que es emergente, de crecimiento más rápido que el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y también superando a aquél tanto en el diámetro del tronco como en la dureza de la madera. Los primeros troncos han demostrado una resistencia mucho mayor a la pudrición que los bolillos de eucalipto. Una sorpresa más ha sido que al cortar el tronco madre de la *Acacia dealbata*, esta especie ha proliferado por retoños de su raíz por lo menos 100 veces, cada uno con crecimiento más rápido que el árbol antecesor y que tiene la potencialidad de multiplicarse igualmente por retoños de su raíz. Además, la *Acacia dealbata*, una especie leguminosa que nitrifica el suelo, se ha demostrado muy resistente a la sequía, con un desarrollo vigoroso aún en suelos degradados y además muy tolerante a la poda. El único problema observado es que parece ser bastante palatable para el cuy silvestre (kitacuy) y el conejo de orejas largas, lo que puede provocar pérdida en plantas tiernas.

Las retamas (*Spartium junceum*) en esta parcela agroforestal tienen la función de trampa del pulgón negro. En esta parcela, este insecto solamente se encuentra en la retama. En parcelas donde no hay ejemplares de retama el pulgón negro es cultivado por las hormigas en una variedad de otras especies,

incluso en la kewiña (*Polylepis sp.*). Cabe informar, que el pulgón negro no puede proliferar como plaga, dado que en el predio existe una cantidad mayor de su enemigo devorador llamado mariquita.

El chirimolle (*Zanthoxylum coco*) es una especie con un olor muy fuerte y sumamente desagradable. Se pudo observar que actúa como repelente contra insectos chupadores. Además, esta especie, el molle, la chacatea y también el jacarandá son acompañantes de alto valor bajo las condiciones secas en el Valle de Cochabamba por ser sumamente resistentes a la sequía, dinamizadores por su crecimiento rápido, tolerando muy bien la poda y ofreciendo mucha materia orgánica producto de la poda para cubrir y fertilizar el suelo.

Costos de implementación y cuidado: en esta parcela de 2.500 m² fueron plantados unos 300 ejemplares arbóreos por cada 1.000 metros cuadrados, quiere decir un total de 750 plantines. De estos, unos 150 ejemplares eran especies frutales como el olivo (*Olea europeae*), cítricos (*Citrus sp.*), higuera (*Ficus carica*), guayaba (*Psidium guayaba*), ciruelo (*Prunus domestica*) y tuna (*Opuntia ficus-indica*) y los demás (600 ejemplares) eran especies acompañantes como jacarandá (*Jacaranda acutifolia*), *Acacia melanoxylon*, *Acacia dealbata* y retama (*Spartium junceum*). La chacatea fue implementada por semillas del lugar.

Los gastos para las plantas significaron un promedio de unos 25 Bs. por cada especie productiva (150 ejemplares a 25 Bs. cada uno, hacen un total de 3.750 Bs.) y unos 2 Bs. por especie acompañante (600 ejemplares a 2 Bs. cada uno hacen 1.200 Bs.), dando un total de 4.950 Bs. para todas las plantas.

La mano de obra para la excavación de los hoyos y la plantación fue de dos jornaleros durante seis días, significando con los precios de 2001 de 60 Bs. por jornal, un total de 720 Bs. El manejo de la parcela necesita unos 15 jornales/año, que significan alrededor de 1.500 Bs. por año, basado en un promedio de un jornal de 100 Bs. Desde 2001 hasta fines de 2013 son 12 años de manejo, lo que significa un total de 18.000 Bs. en jornales. Entonces, desde la implementación hasta el fin del año 2013 se ha gastado 23.670 Bs. en esta parcela de 2.500 m² con un sistema agroforestal sucesional con frutales y olivos.

Las especies frutales en esta parcela ya han dado los primeros frutos, en una cantidad que basta para el autoconsumo. Además, en esta parcela ya se ha podido cosechar leña, una docena de bolillos de *Acacia dealbata*, especies medicinales y las flores de las diferentes especies han aumentado la producción de miel de las colmenas propias. La especie *Olea europeae* recién entrará en producción a partir de sus 15 años de desarrollo con una producción que puede alargarse hasta 250 años.

Hasta el momento no se puede hablar de un retorno económico en esta parcela de agroforestería sucesional, porque la producción de la especie *Olea europeae* es a largo plazo. Ya que no se sabe el precio de venta de sus productos, es decir de las aceitunas, es aventurado realizar actualmente una mirada al futuro en este sentido. Solamente se tiene la certeza que la producción en esta parcela es sostenible y que el resultado más sobresaliente hasta el momento es la constante recuperación de la fertilidad del suelo.

PARCELA

Cultivos bajo cubierta arbórea 9b: COMBUYO (frutales, forrajeras y miel)

Código de la Parcela:	Cultivos bajo cubierta arbórea 9b
Fecha de toma de datos:	21.10.2013
Nombre de la productora:	Noemi Stadler-Kaulich
Edad:	56 años
Ubicación de la parcela:	Municipio Vinto, Combuayo
Altura:	2.756 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17° 21'22,0" W 0 66°20'51,1"
Clima:	Temperatura máxima: 32°C; Temperatura mínima: -5°C;
Heladas:	algunas horas en la madrugada
Precipitación promedio anual:	500 mm
Fecha de implementación de la parcela:	2006
Tamaño de la parcela:	1 hectárea

Palabras claves: parcela en ladera con un suelo pedregoso, producción de una diversidad de frutas, forraje y miel, rejuvenecimiento de durazneros viejos, experimento de bondades de la tuna (*Opuntia ficus*) la señala como especie de acogida

Visión de SAF: “Producir protegiendo el suelo”

Tamaño de la parcela: 1 ha

La parcela fue implementada en el mes de noviembre de 2006, con una renovación de especies frutales (palta y pacay) en diciembre de 2012.

La parcela se encuentra en terreno propio.

Propósito de la parcela: producción diversificada y agroecológica de frutales: durazneros (en producción), pacay, paltos, guayabas, nísperos, nogales, vides; además de forrajeras y de especies melíferas.

Objetivo de la asociación con especies perennes: la parcela se encuentra en la ladera sobre un suelo pedregoso y sumamente degradado por su historia de carga animal excesiva. La aplicación de la agroforestería con acompañantes nativas tiene la meta de recuperar el suelo, mejorar tanto su fertilidad como su capacidad de almacenar la humedad y al mismo tiempo obtener productos como frutas, forraje, leña, madera y miel.

La agroforestería permite producir en diferentes estratos, aprovechar las bondades de las especies arbóreas nativas que crean un microclima en la parcela, logrando además sinergias entre las diferentes especies. Los troncos de los durazneros viejos sirven de tutor para las vides.

Manejo: durante la primera estación de sequía, después de la implementación de la parcela, todos los frutales recibieron cada mes un balde de 10 litros de agua. En la estación seca del segundo año

de la implementación solamente recibieron el riego los frutales que mostraron estrés hídrico. Desde entonces no fueron regadas las plantas, salvo la reposición de frutales en 2012.

En agosto de 2009, fueron podados por primera vez los ejemplares de *Acacia floribunda*, cortando las puntas para ensanchar la copa. En agosto de 2013, la *Acacia floribunda* recibió una poda fuerte.

En los frutales, según su desarrollo cada año en agosto / septiembre se aplica la poda de formación, producción o de rejuvenecimiento.

El material de poda es depositado alrededor del pie de otra especie vecina como cobertura de mulch. La práctica de depositar el material de poda al pie de otra especie vecina tiene la siguiente razón: al descomponerse las ramas y hojas de cierta especie son deliberadas sus moléculas que contienen información sobre la especie de origen, esta información es recibida por la especie vecinal, fortaleciendo la comunicación y el intercambio entre las dos especies vecinas.

En toda la parcela está sembrada la veza como rastrera que cubre el suelo.

Dado que muchos ejemplares de palto se secaron, en 2012 fueron plantados paltas y pacay del vivero propio a una distancia de 50 cm al sur de tunas adultas para experimentar su capacidad de especie de acogida.

En toda la parcela se cuida la regeneración de especies nativas como el molle (*Schinus molle*), el chirimolle (*Zanthoxylum coco*), la thola (*Baccharis sp.*) y la chacatea (*Dodonaea viscosa*); a esta última ya no se le deja proliferar porque da mucha sombra a la tuna. La parcela es pradera de un par de asnos.

Diversidad de especies en la actualidad:

Frutales: duraznero, guayaba, tuna, pacay, palto, níspero, nogal, vid.

Acompañantes nativas: fueron plantados jacarandá, jarca y fresno; por regeneración natural aparecieron: chacatea, thola, molle y chirimolle.

Como acompañantes exóticas fueron plantadas: *Acacia floribunda*, *Leucaena leucocephala*, retama.

Para cubrir el suelo y producir forraje fue sembrada la veza (*Vicia sp.*).

Distancia entre las especies perennes:

La distancia entre las especies de copa voluminosa es de mínimamente 6 metros (nogal, palta), mientras que las otras especies entre sí tienen una distancia de unos 4 metros (duraznero, níspero).

Se está experimentando plantar frutales (palta y pacay) a una distancia de 0,50 metros con una tuna adulta para ver la posible bondad de la *Opuntia* como especie de acogida.

Problemas con el suelo:

El suelo ha sido muy erosionado y degradado, y se encuentra en proceso de recuperación de su fertilidad y de su capacidad de almacenar humedad.

Problemas con plagas:

Durante los primeros años, la hormiga corta hoja ha atacado fuertemente a los arbolitos, sobre todo los frutales. Con el tiempo se ha calmado la actividad de este insecto. Mientras más vegetación había en la parcela, menos presencia de la hormiga corta hoja.

Aplicación de agroquímicos/biopesticidas: la producción en esta parcela, como en todo el predio Mollesneja, es netamente agroecológica. Además, la diversidad de especies alberga una gran pluralidad de insectos y microorganismos que como conjunto tienen el efecto de un control biológico que reduce la incidencia de enfermedades y plagas dentro del sistema de producción.

Planificado al futuro: se tiene planificado resembrar la veza y seguir con el manejo de la parcela como descrito más arriba.

Buena práctica:

- Colocar lana desgredada alrededor del tallo del arbolito en peligro de ser atacado por la hormiga corta hoja, para impedir de que ésta pueda trepar al mismo.
- Derramar alrededor de las plantas en peligro de ser atacadas por la hormiga corta hoja la descarga que se encuentra alrededor de un hormiguero lejano.
- Cortar el sunchu (*Viguiera lanceolata*) mientras es tierno, para que no ahogue los arbolitos tiernos en la parcela, además de que es difícil cortar cuando su tallo ha endurecido y cuando seca al terminar la temporada de lluvia suele volcarse al suelo y con esto puede aplastar los arbolitos recién plantados; los tallos cortados de sunchu deberían ser depositados como abono verde alrededor de los pies de los frutales; estos “nidos” de paja hacen más visibles la ubicación de los arbolitos frutales caducos durante la estación seca.
- Plantar frutales a unos 50 cm hacia el sur de la tuna adulta para que los arbolitos tiernos estén disfrutando la protección de esta especie nativa.

Lección aprendida:

Hay que impedir que la veza trepe a la tuna, porque al quitarle luz, la tuna ya no produce frutas; se debe aplastar la veza al suelo o cortarle para forraje.

Novedad agroforestal:

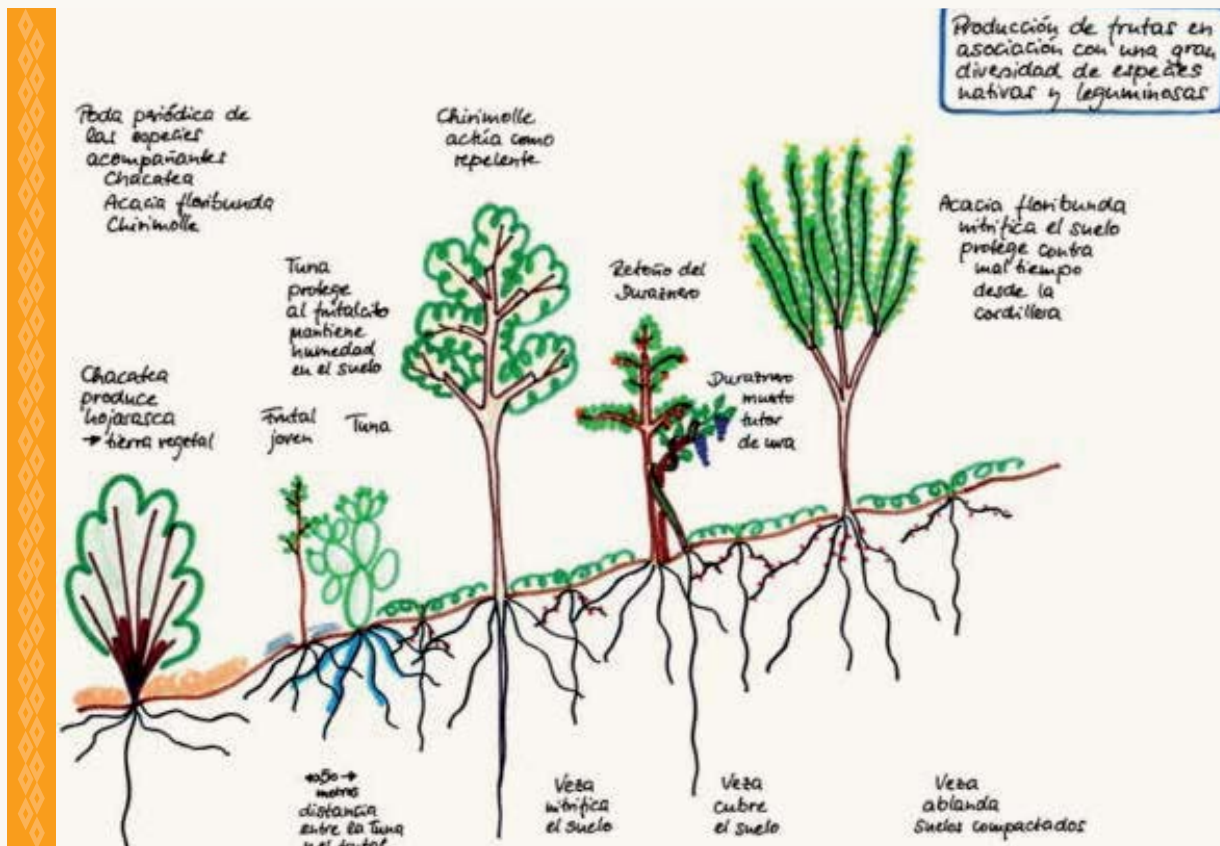
Dejar los troncos de los durazneros viejos para que sirvan de tutor a las vides, y podar el brote de rejuvenecimiento de los durazneros de tal manera que sirva de penumbra para las plantas de uva.

Descripción detallada de la parcela:

En 1999, al comprar el predio, en esta parcela en ladera se encontraban unos 100 durazneros de más de 25 años de edad plantados con una distancia de 4 x 4 metros. Estos frutales florecían pero ya no producían. En 2003, se instalaron en este espacio algunas tunas y se sembró la veza para cubrir el suelo y mejorar la fertilidad del mismo a través de la acción nitrificadora de las bacterias en sus raíces. En estos años también había una regeneración natural de algunos árboles de molle (*Schinus molle*), chacatea (*Dodonaea viscosa*), thola (*Baccharis sp*), tomate silvestre (*Solanum sisymbriifolium*), maracuyá silvestre (*Passiflora suberosa*) y quirquilla (*Porophyllum ruderale*).

En el mes de noviembre del 2006, se implementó la parcela agroforestal con 100 arbolitos de pacay (*Inga feuillei*), 100 arbolitos de guayaba (*Psidium guajava*), 50 arbolitos de nogal (*Juglans regia*), 50 arbolitos de níspero (*Eriobotrya japonica*), y 50 arbolitos de chirimoya (*Annona cherimola*), todos traídos del vivero del Sr. Hans Petersen en Sucre.

La plantación de los frutales fue a 4 y 6 metros de distancia, según la forma de su copa (el nogal y la palta necesitan mayor espacio que el duraznero). Como especies acompañantes, se plantaron



200 jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), 150 ejemplares de la *Acacia floribunda*, 100 ejemplares de *Leucaena leucocephala*, 40 jarca (*Acacia visco*) y 30 fresnos (*Fraxinus americanus*) en los espacios libres. Los durazneros viejos fueron sacados de raíz en el caso de presentar una corteza sumamente dañada. Otros ejemplares fueron cortados a una altura de 1,5 metros para servir como tutores para unas 20 estacas de uva (*Vitis vinífera*) provenientes de Tarija. Los durazneros que fueron podados drásticamente para servir como estacas han vuelto a brotar desde el mismo tronco y/o desde su raíz. Los rebrotes han sido formados como plantas y desde 2011 muestran una buena producción.

Durante la primera estación seca (2007) los arbolitos frutales recibieron una vez por mes un balde de 10 litros de agua. En la estación seca de 2008 solamente fueron regados con balde los frutales que demostraron mucho estrés hídrico. Los acompañantes nunca fueron regados. Los frutales y las especies acompañantes han podido aguantar las temporadas secas gracias a la cobertura gruesa del suelo, sea este la veza o la paja del pasto silvestre *Melinis repens* alrededor de sus troncos.

En el mes de marzo 2009, en la parcela se observa una regeneración natural abundante de sunchu (*Viguiera lanceolata*). Antes que endurezca su tallo fue cortado y depositado como abono verde alrededor de los pies de los frutales. Es importante realizar el corte del sunchu, una hierba que una vez empezadas las lluvias puede alcanzar rápidamente 2 metros de altura, para que ésta no ahogue los árboles frutales tiernos. No es tan importante cortar el pasto, porque al secarse en la temporada seca o a más tardar con la primera lluvia torrencial se dobla por sí mismo, formando una capa de mulch sobre el suelo. Solamente en lugares con muchos cuyes silvestres o conejos es recomendable cortar el pasto, para no permitir que estos roedores puedan acercarse a los arbolitos y comer su corteza.

En un terreno sin pasto emergente, estos animales temen mucho el peligro de ser víctimas de las aves de presa. El corte anual de las gramíneas y hierbas en un sistema agroforestal sin cultivo al principio de la estación seca tiene las siguientes ventajas: 1) se cubre el suelo con mulch, disminuyendo de

esta manera la evaporación, manteniendo una temperatura templada en el suelo donde se ubican las raíces, se aumenta la fertilidad del suelo por la descomposición la materia orgánica; y 2) muchas de las especies frutales son caducas y por esto resulta ser difícil de ubicarlas en la estación seca cuando son muy pequeñas; el “nido” de paja hace más visible el lugar de su ubicación para no pisar y lastimar las ramitas.

A principios de 2009, dos años y unos pocos meses después de la plantación, ya estaba floreciendo la *Acacia floribunda*. Sus flores son visitadas abundantemente por las abejas. En el mes de agosto del mismo año se hace el primer corte de las puntas de la *Acacia floribunda*, para que su copa se ensanche con el fin de dar más sombra a los frutales en la parcela. También los rebrotes fuertes de los durazneros reciben un corte de formación.

En esta parcela se hace la observación que un frutal plantado a una distancia de unos 50 cm de una tuna adulta no se seca durante la estación de sequía. Esto podría ser por efecto de “ascensor hídrico” (*hydraulic lift*) que presentan varias especies con mucha resistencia a la sequía, humedeciendo la capa superior del suelo a través de sus raíces con el agua que chupan en otras profundidades o por la penumbra de las pencas o por la suma de ambos efectos.

Para experimentar la bondad de la especie *Opuntia ficus-indica* como madre de acogida, en diciembre de 2012 fueron repuestos los frutales que se habían secado con unas 12 paltas y 15 pacay del vivero propio, que se plantaron a unos 50 cm hacia el sur de tunas adultas. Al sur de la planta protectora, porque durante la temporada de sequía el sol quema sobre todo desde el norte y las heladas y ventarrones también suelen venir de esta dirección.

Además fue renovada la siembra de la veza en esta parcela. La veza (*Vicia sp.*) es una especie leguminosa con raíces profundas, forrajera, melífera y rastrera que cubre el suelo eficazmente y de esta manera protegiéndolo de la erosión, evaporación y gramíneas. Solamente se debe tener cuidado que los retoños no trepen las tunas, porque éstas quieren recibir el pleno sol, y que tampoco cubran las plantas tiernas, ya que éstas podrían ser ahogadas. Siempre hay que bajarla al suelo y recortar los retoños de la veza, sobre todo durante la estación de desarrollo acelerado en la época lluviosa.

El desarrollo acelerado de la *Acacia floribunda* hacía necesario un corte fuerte en agosto de 2013. Se pudo comprobar, que esta especie, a pesar de su crecimiento rápido, tiene una madera muy dura. Las estacas cortadas sirven bien como tutores para otras especies.

Actualmente, la parcela da una buena impresión con un desarrollo vigoroso que indica un avance significativo en el proceso de recuperación de la fertilidad del suelo.

Los buenos resultados obtenidos en las primeras parcelas agroforestales dieron lugar a la instalación de otras parcelas, incluso se compró más terreno para ampliar las posibilidades de experimentar con la asociación de especies nativas y especies económicamente interesantes. De esta manera fueron implementadas hasta fines de 2013 un total de 30 parcelas con diferentes consorcios en superficies entre 2 Has y 5 m².

En el predio, no se puede regar por gravedad ya que el tanque de agua de riego – desde 2008 se tiene una mita de una hora que llega desde agosto hasta diciembre una vez al mes – queda sobre la calle, en la parte más baja del predio. Las especies nativas son plantadas al principio de la temporada de lluvia para poder desarrollar una buena raíz y en un lugar donde sea posible aprovechar la semisombra de un arbusto nativo para reducir el estrés hídrico de la planta durante la temporada seca. Las especies nativas no son regadas con el propósito de que desarrollen una raíz fuerte. Sabiendo que la información

epigenética sobre las condiciones es heredada ya en la primera generación, a través de semillas y estacas, se quiere llegar a producir arbolitos muy resistentes contra la sequía que no tendrán problemas bajo las condiciones del cambio climático.

Respecto al riego se ha podido experimentar otro fenómeno muy interesante: Cuando un frutal es plantado a una distancia de 0,50 metros de una tuna (*Opuntia ficus-indica*), la tuna no dejará secar al pequeño frutal. Algo parecido pasa con la chacatea (*Dodonaea viscosa*) y con el molle. Actualmente se está queriendo entender este fenómeno a través de una investigación por parte de una estudiante de tesis de la Universidad Católica Boliviana en Cochabamba.

En general se pueden observar muchos beneficios de las especies nativas en las parcelas agroforestales. En primer lugar las parcelas con un porcentaje de 50% de especies nativas o acompañantes se encuentran en un equilibrio de salud vegetal sin necesitar la aplicación de pesticidas ni fungicidas. En segundo lugar, a través de la regeneración natural de especies ya existentes y otras anteriormente desconocidas en el predio, se puede observar que año tras año se está mejorando la fertilidad del suelo y su capacidad de almacenar humedad. En tercer lugar, las especies frutales han empezado a producir en lugares pedregosos que se habían declarado no aptos para la producción de frutas.

La poda periódica de los frutales y sus acompañantes resulta ser de mucha importancia, sean estos nativos o exóticos. A través de la poda de las plantas, es dosificada la luz y es mejorada la fertilidad y la humedad del suelo por la descomposición del material orgánico depositado alrededor de la placa circular al pie de cada árbol, sobre todo en los frutales.

Todo el manejo de las parcelas agroforestales en el predio es realizado a mano sin maquinaria u otra ayuda tecnificada para demostrar a los productores que vienen a ver las experiencias que es posible realizarlo a bajo costo.

2.2.2 Animales y pastos bajo cubierta arbórea



PARCELA

Animales y pastos bajo cubierta arbórea 10: SACABAMBA¹⁶



Código de la Parcela:	Animales y pastos bajo cubierta arbórea 10
Fecha de toma de datos:	30.10.2013
Nombre del productor:	Limber Ceballos
Edad:	31 años
Ubicación de la parcela:	Municipio Sacabamba/Challaqui alto
Altura:	3.280m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17°49'57,2"W 65°42'54,4"
Precipitación promedio anual:	500 mm
Fecha de implementación de la parcela:	2001 / 2008
Tamaño de la parcela:	4 hectáreas
Institución de apoyo:	CIPCA

¹⁶ Fuente fotos: Diego Barreiro

Palabras claves: sistema agrosilvopastoril de eucalipto, aliso y pino con producción de hongo comestible (Callampa).

Visión para implementar un sistema agroforestal: haber experimentado el beneficio de tener mayor cantidad de precipitación, a causa del bosque por la plantación de pinos y eucaliptos en la cuenca de la represa.

La parcela agrosilvopastoril en un terreno propio de mucha pendiente y rocosa, tiene una superficie de unas 4 hectáreas. Los pinos fueron plantados hace 12 años en 2001 y los árboles de eucalipto hace 5 años en 2008; los alisos en el fondo del valle son de regeneración natural.



Propósito de la parcela: Producción de pasto nativo para el ganado ovino en los espacios entre los árboles, la producción de leña y madera de pino y eucalipto y la producción del hongo Callampa.

Objetivo de la asociación con especies perennes: protección del suelo en la ladera con mucha pendiente.

Manejo: son podadas las ramas de los árboles para formar troncos sin nudos. Todo material de poda se lleva a la casa para su utilización como leña.

Diversidad de especies en la actualidad: en el espacio entre los bosques de eucalipto, pino y aliso se encuentran especies medicinales como la wirawira, la muña y otras que son utilizadas en caso de enfermedades en recetas caseras.

Distancia: los árboles de pino y eucalipto fueron plantados a una distancia de 3 x 3 metros y 4 x 4 metros a bolillo, según las condiciones en el lugar, por ejemplo piedras.

Planificado al futuro: se seguirá con la plantación de pinos y eucaliptos, además se planifica poner colmenas para la apicultura.



Buena práctica: a partir del cuarto año, después de la forestación con pino, se encontró el hongo Callampa bajo los pinos, anteriormente no se conocía esto.

Lección aprendida: bajo los pinos se encontraron los hongos Callampa.

Recomendación: hacer el experimento de asociar el eucalipto con el pino, para evitar la degradación del suelo por su uso uniforme.

Descripción detallada del sistema agroforestal: la ladera es rocosa y tiene mucha pendiente. Se encuentra a unos 3.280 m.s.n.m. y a menudo hay granizada. En la parte de arriba de la ladera se encuentra un bosquecillo de pino (*Pinus radiata*), plantado a una distancia de 3 x 3 y 4 x 4 a bolillo, dependiendo de las condiciones del suelo. Bajo los árboles de 12 años de edad crece abundante pasto nativo. Dentro de unos tres años, estos pinos estarán listos para cosechar la madera.

A unos 30 metros por debajo de los pinos hay un bosquecillo de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), instalado hace 5 años, que también tiene bastante vegetación de gramíneas nativas dentro del arbolado. Estos dos bosquetes ocupan un espacio de aproximadamente cuatro hectáreas.

En el fondo de la cuenca crece abundantemente el aliso (*Alnus acuminata*) por regeneración natural. Limber Ceballos, tiene 31 años, ha instalado los bosquecillos de pino y eucalipto con una distancia de 3 x 3 metros y 4 x 4 metros a bolillo, juntamente con su padre en el terreno que pertenece a la familia. La razón por la cual se dedica a estas plantaciones por la represa que se había terminado de construir para que las 126 familias que habitan en esta zona puedan regar sus cultivos de forma intensiva. La gente fue sensibilizada que por encima de una represa es importante tener un área boscosa para evitar que las lluvias arrastren sedimento y se disminuya la capacidad de la represa. Limber reconoce que la plantación de árboles ha frenado la erosión en esta ladera.

Fue una bonita sorpresa para Limber y su familia que después de unos 4 años de haber plantado la especie *Pinus radiata* se puede cosechar el hongo comestible llamado Callampa. Sobre todo la madre de Limber, al pastorear las ovejas, recolecta este hongo tres semanas después de haber empezado la temporada de lluvia. Ella seca los hongos de manera artesanal encima de una malla de gallina que cuelga unos centímetros sobre el suelo y vende el producto seco a personas que vienen hasta la casa. La Callampa significa un ingreso adicional importante para la familia. La cantidad cosechada depende de las precipitaciones: cuanta más lluvia, mayor cosecha.

El pasto nativo dentro de los bosquecillos y en las franjas entre el pino, el eucalipto y el aliso es buena pradera para las ovejas de la familia. Donde antes había mucha roca, se ve la acumulación de materia orgánica y con esto una vegetación de regeneración natural cada año más abundante y diversa. Así que la familia puede ahí encontrar especies medicinales como por ejemplo la wirawira (existen varios nombres científicos: *Tussilago fárfara*, *Achyrocline ramossisima*, *Pseudoguaphalium viravira*), la muña (*Minthostachys tomentosa*, *Minthostachys mollis*) y otras.

La diversidad de especies también favorece la apicultura. Limber empezó a aprender este oficio con una colmena.

Limber cuenta que en los años pasados el municipio vecino de Mizque se ha enfocado mucho en la reforestación con pinos y eucaliptos. Desde entonces, ha incrementado la precipitación en la zona, está más húmedo el ambiente y hay un microclima más agradable. Los habitantes de Challaqui se han dado cuenta de este cambio hacia un clima más agradable y el incremento pluvial, razón por la cual se esfuerzan en forestar sus predios. Hoy en día se dice en esta comunidad: “*Los árboles atraen la lluvia*”.

Todas estas razones hacen que Limber esté dispuesto a ampliar las forestaciones en su terreno y de reponer las plantas en seguida después de haber cosechado la madera. Está esperando que la Alcaldía, igual que el año pasado, también en el año presente regale plantines a las personas interesadas en la forestación.

Recomendación: ya que los monocultivos de pino y eucalipto llevan a una degradación unilateral del suelo, sería conveniente experimentar la asociación de estas dos especies en la misma parcela. Incluso se podría experimentar introducir a este consorcio una especie que no solamente es maderable y de crecimiento rápido, sino también leguminosa, como la *Acacia dealbata* y la *Acacia melanoxylon*.

PARCELA

Animales y pastos bajo cubierta arbórea 9c: COMBUYO (asociaciones de árboles maderables y pasto)

Código de la Parcela:	Animales y pastos bajo cubierta arbórea 9c
Fecha de toma de datos:	21.10.2013
Nombre de la productora:	Noemi Stadler-Kaulich
Edad:	56 años
Ubicación de la parcela:	Municipio Vinto, Combujo
Altura:	2.833 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17° 21'22,0" W0 66°20'51,1"
Clima:	Temperatura máxima: 32°C; Temperatura mínima: -5°C;
Heladas:	algunas horas en la madrugada
Precipitación promedio anual:	500 mm
Fecha de implementación de la parcela:	2009
Tamaño de la parcela:	1 hectárea

Palabras claves: sistema de tres especies forestales maderables.

Visión para aplicar la agroforestería: producir y recuperar el suelo.

El propósito de la parcela: producir madera sin degradar el suelo. El monocultivo de pino (*Pinus radiata*) lleva a una acidificación del suelo. Los rodales de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presentan diversidad reducida y erosión del suelo. Se espera que la asociación de las tres especies maderables: pino, eucalipto y *Acacia dealbata* logren la producción de madera buscada en el mercado (pino y eucalipto), además de poder ofrecer la madera de alto valor de la *Acacia dealbata*, sin poner en peligro la capa arable muy delgada de la ladera de la Cordillera del Tunari.

Objetivo de la asociación con especies perennes: en el Municipio de Vinto, la ladera de la Cordillera del Tunari es la pradera de las vacas de las comunidades rurales que habitan en torno a la cota (2.750 m.s.n.m.) del Parque Nacional Tunari. La alta carga animal es la causa de una erosión fuerte, que incluso provoca deslizamientos en la zona. A través de esta parcela, se busca demostrar la rentabilidad de utilizar la ladera para la producción de madera en relación a su uso como pradera, sin poner en peligro el suelo existente en el lugar.

Manejo: la implementación de la parcela fue realizada en 2009. Se plantaron los plantines en el diseño tres bolillos intercalando las especies. El riego fue realizado durante la primera estación seca con baldes de 10 litros y se colocaron hojas de papel de periódico alrededor de los tallos de las plantas para impedir que los cuyes silvestres mordisqueen la corteza, lo que haría secar a las plantas.

Resultados: los árboles se están desarrollando muy bien. El espacio entre los árboles está ocupado por una alta diversidad de especies arbustivas: chacatea (*Dodonaea viscosa*), thola (*Baccaris sp.*), hierbas (wirawira *Achyrocline ramossisima* o *Pseudoguaphalium viravira*) y pastos nativos (*Melinis repens*) de la zona.

Situación del suelo: la diversidad de especies es la prueba de una fertilidad satisfactoria del suelo y su capacidad de almacenar humedad, porque no hubo pérdida de arbolitos a causa de sequía. En toda la superficie, el suelo está permanentemente cubierto por las especies nativas del lugar.

Planificado al futuro: por los buenos resultados obtenidos con la asociación de estas tres especies, tres años después, se ha implementado una réplica de esta asociación de especies.

Problemas: en la estación seca, los cuyes silvestres mordisquean la corteza de los pinos y de las *Acacias dealbata*, provocando la pérdida de los arbolitos.

Buena práctica: la asociación de tres especies maderables, como práctica para evitar la degradación unilateral del suelo y buscar enriquecer la capa arable del lugar.

Lecciones aprendidas: proteger los tallos de los arbolitos con papel periódico para evitar daños por la mordedura de los cuyes silvestre.

En el predio también se ha experimentado la combinación de sistemas agroforestales con animales. Los resultados con un pequeño rebaño de ovejas fueron tales, que les gustaba mucho mordisquear la corteza de todas las especies arbóreas hasta matar el árbol. Actualmente, se está experimentando la tenencia de dos asnos que hasta el momento solamente se interesan por pastos e incluso por las variedades de gramíneas más despreciadas como el chiqui. Otro animal de pradera que no daña los árboles, aunque sean muy pequeñas, son los gansos.

2.2.3 Huertos familiares



PARCELA

Huertos familiares 11: SACABA¹⁷



Código de la Parcela:	Huertos familiares 11
Fecha de toma de datos:	31.10.2013
Nombre del productor:	Vladimir Rojas Medrano
Edad:	46 años
Ubicación de la parcela:	Municipio de Sacaba, Thusca Pujio
Altura:	2.726 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17°25'18,9" W0 66°03'10,2"
Clima:	Temperatura máxima: 32 °C; Temperatura mínima: -5 °C;
Heladas:	algunas horas en la madrugada
Precipitación promedio anual:	450 mm
Fecha de implementación de la parcela:	desde 2010
Tamaño de la parcela:	el predio tiene una superficie total de 6 hectáreas

¹⁷ Fuente fotos: Diego Barreiro.

“Qué suerte de no haber tenido mucha plata en cierto momento” cuenta Vladimir Rojas. “De esta manera no he podido contratar la excavadora-oruga para eliminar los 200 algarrobos de unos 80 años de edad que he heredado de mi abuelo junto con este terreno de 6 hectáreas”. Sus amigos agricultores le habían recomendado limpiar toda la vegetación del lugar y luego sembrar con tractor maíz, trigo y otros cultivos de ingreso interesante a corto plazo.



¡Qué suerte no contar con el fondo necesario para hacer la limpieza drástica!. De esta manera, hoy Vladimir cuenta con una base sólida para emprender su visión: realizar un centro ecológico educativo y recreativo. Esta cantidad de algarrobos y muchas otras plantas adultas de especies nativas y exóticas, forrajeras, melíferas, maderables y medicinales son el punto de arranque para un emprendimiento agroecológico sostenible; además de tener una resiliencia marcada frente al cambio climático que se presenta en esta zona en la forma de más sequía, más heladas y más calor.

Hasta ahora, Vladimir de 46 años ha trabajado como ingeniero agrónomo asesorando varios proyectos agropecuarios. En su proyecto de implementar un centro ecológico educativo y recreativo incorporará todos sus conocimientos y experiencias de más de 20 años de profesional. Desde el año 2014, Vladimir piensa arrancar con la producción de huevos biológicos, después ampliará la parte pecuaria con cerdos, ovinos y vacas. Planifica alimentar los animales con el concentrado apropiado que tendrá un 20% de harina del fruto del algarrobo.

Los algarrobos no solamente aportarán en bajar los costos del forraje para los animales de granja. Esta especie, muy resistente a la sequía por su sistema radicular extendido y una raíz pivotante profunda, tiene muchas cualidades: su raigambre afirma el suelo protegiéndolo contra la erosión hídrica, lo mismo

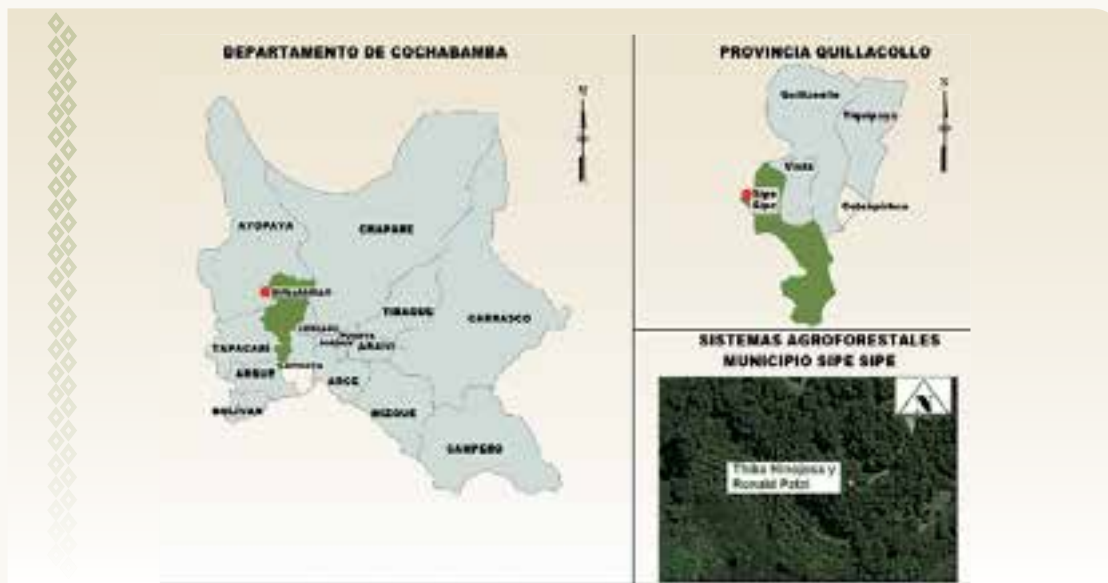


De igual manera, permite la producción de la mora y la frambuesa. Los cultivos no tendrán estrés de insolación, además de necesitar poca agua de riego, importante en el caso de Vladimir, que tiene en el predio un pozo donde, según la estación del año, el agua se encuentra a 15 hasta 20 metros de profundidad. Pero el caudal es poco, así que la producción a media sombra será una práctica importante para ahorrar agua de riego.

Planificación al futuro: Vladimir considera una producción integral para vivir y enseñar. Él estará realizando planes con el apoyo de su familia, sobre todo su esposa que tiene terrenos en el Chapare y está acostumbrada al trabajo de campo.

Recomendación: por las condiciones de clima, suelo y agua de riego se podría experimentar con las siguientes tres especies, todas resistentes a la sequía: el olivo (*Olea europea*), el alcornoque (*Quercus suber*) y la espina del mar (*Hippophear hamnoides*). A pesar que los dos árboles mencionados recién darán fruto a largo plazo, unos 15 años después de su plantación, su implementación es interesante porque apoyará la sostenibilidad a mediano plazo, sin necesitar mucha atención en los primeros años, cuando todavía no hay mucho presupuesto para mano de obra, además de aumentar la biodiversidad. La espina del mar es un arbusto muy apto para formar un cerco vivo, que además, plantando una planta macho por nueve plantas hembras, produce bayas muy ricas en Vitamina C y antioxidantes.





PARCELA

Huertos familiares 12: HUANCARANI¹⁸



Código de la Parcela:	Huertos familiares 12
Fecha de toma de datos:	12.11.2013
Nombre de los productores:	Thika Hinojosa y Ronald Patzi
Edad:	Irededor de 35 años
Ubicación de la parcela:	Municipio Sipe Sipe, Huancarani
Altura:	2.545 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17°25'18,9"W066°03'10,2"
Clima:	Temperatura máxima: 33 °C; Temperatura mínima: -10°C en la madrugada
Heladas:	10 días por año en la madrugada
Precipitación promedio anual:	500 mm
Fecha de implementación de la parcela:	2003
Tamaño de la parcela:	1.000 m ²

¹⁸ Fuente fotos: Diego Barreiro

Palabras claves: variedad de consorcios agroforestales en todo el terreno, agroforestería en asociación con árboles nativos adultos, sistema agroforestal con frutales en terrazas de formación lenta.

Visión del sistema agroforestal: consumir alimentos sanos

La parcela de frutales en terrazas de formación lenta tiene una superficie de 1.000 m² y es una de las muchas parcelas agroforestales en el predio de Thika y Ronald. Fue instalada en 2003 sobre terrazas de formación lenta con la tuna para afirmar el suelo en los bordes. En la terraza fue sembrada la alfalfa para ablandar y nitrificar el suelo, después se plantaron los frutales manzano, higuera y granada.



Propósito de la parcela: producción de fruta (manzana, higo, tuna, granada).

Objetivo de la asociación con especies perennes: aprovechar los recursos suelo y agua de forma optimizada bajo las condiciones de tiempo de dedicación limitado.

Manejo: el corte del pasto que ha asfixiado la alfalfa y la poda periódica de los frutales según sus requerimientos.

Diversidad de especies en la actualidad: manzano, higuera, granada, tuna.

Distancia: la tuna en el borde de las terrazas se encuentra a un metro de distancia. Los manzanos, higueras y granadas son plantados intercalados a una distancia de 2,5 hasta 3 metros en la fila.

Descripción detallada: la parcela agroforestal de unos 1.000 m², enfocada en la siguiente descripción, es una pequeña parte de las casi 6 Has de propiedad que desde hace 12 años están trabajando Thika y Ronald. En su predio tienen numerosas asociaciones de toda clase de especies frutales y árboles nativos. Algunas parcelas se encuentran bajo la media sombra de árboles de molle (*Schinus molle*), jarca (*Acacia visco*) y ciprés (*Pinus cipresus*) adultos y con un tamaño gigante porque fueron plantados por los bisabuelos de Thika. Una parte del terreno está ubicada en la ladera de un cerrito que se levanta al sur de la carretera que pasa por Sipe Sipe, la otra parte ocupa la planicie hacia los rieles que llevan de Cochabamba a Oruro. Por estas condiciones, los suelos en las diversas partes del terreno son muy diferentes. Hay suelos pedregosos, otros son profundos y sin piedras, los hay de poca profundidad con cascajo y también varía el color desde rojo, amarillo hasta oscuro. Hay bastante agua de riego que reciben día por medio desde un ojo de agua a poca distancia.

Tanto Thika como Ronald son ingenieros agrónomos y han experimentado y aprendido a través de la práctica, con el objetivo de comer sano. Desde el principio ellos respetaron la vegetación originaria del lugar; han recolectado plantas y semillas de otros lados con el fin de aumentar la diversidad en su predio. En la actualidad, toda la multiplicación de las especies es a través de semillas y plantines propios. De esta manera, han acumulado muchos conocimientos en el tratamiento de semillas para obtener un buen porcentaje de germinación y en la multiplicación de especies por estacas, brotes de raíces y otros medios. Además experimentaron con diferentes especies para lograr la semi sombra en los cultivos hortícolas, resultando la especie cina cina (*Parkinsonia aculeata*) como la mejor opción.



La aplicación de sistemas agroforestales en todo el predio se debe a la necesidad de mejorar el suelo, sobre todo respecto a su materia orgánica. Además se están enfocando en el uso óptimo del agua de riego. Esto se logra con una producción en la semi sombra de los árboles adultos y asociando especies de ciclo corto, como la lechuga típica de Suiza llamada *Feldsalat*, en la placa circular alrededor del pie de arbolitos en macetas, o poner una planta de zapallo al pie de un frutal que es regado periódicamente.

Hasta el momento, Thika y Ronald, han podido experimentar que en su predio crecen muy bien el manzano (*Malus sp.*), el membrillo (*Cydonia oblonga*), el peral (*Pyrus sp.*), el saúco (*Sambucus nigra*), la granada (*Punica granatum*), el níspero (*Eriobotrya japonica*), la palta (*Persea americana*), la morera (*Morus nigra*), la tuna (*Opuntia ficus indica*), la higuera (*Ficus carica*), diferentes variedades de cítricos (*Citrus sp.*), la zarzamora (*Rubus fruticosus*), la alfalfa (*Medicago sativa*) y la caña hueca. Además, por la calidad del suelo, hay buena producción de especies aromáticas como el tomillo (*Thymus vulgaris*), el orégano (*Origanum vulgare*) y el romero (*Rosmarinus officinalis*). La tara (*Caesalpinia spinosa*) tiene un desarrollo muy diverso, algunos ejemplares desarrollan bien, otros parecen estancados, igual a la chirimoya (*Annona cherimola*). La guayaba (*Psidium guajava*) y el nogal (*Juglans regia*) no se desarrollan bien en el predio; parece que esto se debe al frío que les quema en cada invierno.

Los problemas con plagas y enfermedades que mencionan los productores son las hormigas corta hojas, además un insecto que ataca el laurel (*Laurus nobilis*), la palta (*Persea americana*) y la tuna (*Opuntia ficus indica*); el pulgón que se encuentra en el duraznero, el limonero y en los coles de huerto, además de un hongo en la tuna, la vid y algunos durazneros. No se aplica ningún producto agroquímico, solamente en los casos de mayor manifestación de la plaga se aplica un biopesticida de elaboración

propia. Según Thika y Ronald, la infusión de las pepas del árbol paraíso actúa excelentemente contra cualquier variedad de hormigas, incluyendo las hormigas corta hoja, echando este mismo al hormiguero.

La asociación de plantines de frutales bajo árboles nativos adultos se muestra beneficiosa durante la juventud del frutal. Una vez que el frutal está bien enraizado y tiene la edad para empezar a producir, generalmente necesita cierta cantidad de luz para inducir la floración. Además, puede darse una influencia negativa desde un árbol adulto que se encuentra en la culminación de su crecimiento, en otras palabras en su clímax, hacia especies jóvenes en su entorno. El problema de hongo en los frutales como el duraznero, la tuna y la vid también puede ser causado por un exceso en densidad que causa la falta de ventilación. La disponibilidad de luz para la floración, la ventilación y el mantener un sistema agroforestal en un proceso de desarrollo depende del buen manejo de la parcela, que consiste sobre todo en la práctica de la poda.

Descripción detallada de la parcela: La parcela enfocada en el predio de Thika y Ronald se encuentra en una pendiente ubicada hacia el sur-este. Fue implementada hace 10 años en un suelo bastante degradado por la erosión a causa de falta de cobertura vegetal. Se instalaron terrazas entre 1,5 m y 4,5 m de ancho. A lo largo del borde de las terrazas fueron plantadas a una distancia de 1 metro en la fila pencas de tuna con el objetivo que su raigambre fije el suelo en esta parte. En el primer año, en las platabandas fue sembrada alfalfa (*Medicago sativa*) para ablandar el suelo hasta buena profundidad y para enriquecer el mismo con nitrógeno. Al año fueron implementadas las tres especies frutales manzano, higuera y granada a una distancia de 2,5 hasta 3 metros en la fila. Las terrazas angostas recibieron solamente una fila de frutales, mientras que en las terrazas anchas fueron plantadas dos filas con una distancia de 3 metros entre las filas. Los frutales se encuentran bastante bien, aunque la higuera aparentemente se congela con facilidad en la estación más fría. Actualmente las gramíneas han ahogado a la alfalfa.

Tanto Thika como Ronald consideran como buena práctica el terraceo de su predio en los lugares con pendiente. De esta manera, han podido frenar la erosión y han logrado la mejora de la fertilidad del suelo.

Como innovación mencionan el riego con una manguera de plástico que originalmente fue comprada para cortarla en pedazos y así obtener bolsas de vivero. Este material plástico resulta bastante resistente y es una alternativa económica para facilitar el riego.

Planificación al futuro: Para el futuro, Thika y Ronald, planifican plantar aún más árboles y generar ingresos a través de la instalación de un lugar para camping.

Recomendación: Viendo la disminución en producción de las especies que se encuentran bajo los árboles que han llegado a terminar su ciclo de desarrollo, se recomienda experimentar en un cierto espacio con una poda rigurosa con el fin de rejuvenecer estas especies. Se espera que el retoño de los árboles podados dinamice todo el consorcio, aumentando la producción de las especies frutales.



PARCELA

Huertos familiares 13: **MONTECILLO**¹⁹



Código de la Parcela:	Huertos familiares 13
Fecha de toma de datos:	23.11.2013
Nombre de los productores:	Claudia Heid y David Tovar
Edad:	51 y 55 años
Ubicación de la parcela:	Municipio de Tiquipaya
Altura:	2.788 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17°19'15,3" W 066°12'54,2"
Clima:	Temperatura máxima: 32 °C; Temperatura mínima: -3 °C
Heladas:	unos 5 días por año en la madrugada
Precipitación promedio anual:	500 mm
Fecha de implementación de la parcela:	2007
Tamaño de la parcela:	300 m ²

¹⁹ Fuente fotos: Jocelijn François

Palabras claves: sistema agroforestal sucesional con mucha diversidad de especies y la inclusión de especies nativas

Visión para la aplicación de la agroforestería: integralidad de la producción y una buena opción para la salud ambiental y el medio ambiente.

El 2000, Claudia Heid y David Tovar, se instalaron en un terreno propio con pendiente de casi $\frac{1}{2}$ hectárea en la parte alta de Tiquipaya, aunque el suelo de su terreno, al igual que los colindantes, estaba fuertemente degradado por la floricultura. En los años siguientes, ampliaron su predio hasta llegar a más de $\frac{3}{4}$ hectárea, experimentando la mejora de su fertilidad a través de la práctica agroforestal. Desde el principio tenían agua para el riego. Éste llega cada tres semanas y puede ser almacenada en un tanque de aproximadamente 50 mil litros que se encuentra en la parte noreste del predio. Cuando empezaron con las actividades agrícolas, Claudia y David tuvieron la oportunidad de consultar a Ernst Götsch, experto suizo en sistemas agroforestales sucesionales. Él les dio algunas pautas para lograr mejorar la fertilidad del suelo a través de la implementación de parcelas agroforestales. Claudia y David pusieron los buenos consejos en la práctica y hoy pueden cosechar los frutos de su arduo trabajo.



El primer consejo fue la construcción de terrazas. Estas fueron medidas con el nivel A y construidas con las piedras que se encontraban en el mismo terreno. Después fue plantado el pasto falaris (*Phalaris tuberinacea*), frutales y especies acompañantes en el borde de la terraza con el fin de sujetar el suelo. Éste había sido bastante degradado por la producción anterior de flores y por la aplicación de agroquímicos. Por esta razón consiguieron cáscara de arroz, aserrín y otro material orgánico, que con su descomposición apoyó la recuperación de la fertilidad del suelo. Actualmente se elabora periódicamente el abono Bokashi para reponer los nutrientes a las parcelas de producción intensiva de verduras y papa.

El segundo consejo fue la plantación de muchos árboles y dejar brotar las especies perennes de regeneración natural con el objetivo de sombrear el suelo y obtener, a través de la poda periódica, la materia orgánica para cubrir el suelo con un colchón grueso de restos vegetales. Este colchón también se llama *mulch* y protege el suelo de la erosión hídrica y eólica, evita que evapore la humedad del suelo, por su descomposición aumenta la materia orgánica en el suelo mejorando su fertilidad y aumentando su capacidad de almacenar la humedad y también disminuye la vegetación no deseada como las gramíneas y las malezas.

El tercer consejo fue la siembra de lo que deseaban cosechar y no dejar descubierto ningún espacio del terreno. Entonces, Claudia y David sembraron la mayor diversidad y densidad posible. Donde el suelo



se presentaba desnudo plantaron y/o sembraron especies rastreras, por ejemplo la veza (*Vicia villosa*), una especie utilizada como abono verde que nitrifica el suelo y lo afloja con sus raíces. Para mejorar partes del suelo que se encontraban en un estado muy degradado, sembraron avena para dejarla crecer hasta su punto de grano lechoso. Llegado a este estado, sembraron ahí dentro la diversidad de especies deseadas como girasol, haba, arveja, porotos, maíz y otros para cubrir estas semillas con los tallos verdes cortados de la avena. La mezcla de semillas germinó en la sombra y fue protegida por la paja de la avena cortada en estado de leche y desarrolló bien sin tener que competir con malezas o especies no deseadas.

Hoy en día, las diferentes parcelas en todo el predio reflejan una dinámica especial. El suelo es fino, blando, suave y con un porcentaje alto en materia orgánica. Solamente el desarrollo avanzado de algunos árboles frutales y acompañantes provoca la falta de espacio y luz para ciertas especies vecinas. Éstas expresan su malestar a través de un desarrollo limitado y con la presencia de hojas y ramas secas. Aunque esta depresión es puntual, provoca un efecto depresivo en otras especies en la misma parcela y en parcelas vecinas. A través de una poda drástica según las características y necesidades de cada especie se podría subsanar esta situación.

Es imposible describir detalladamente todos los consorcios agroforestales en el predio de Claudia y David. Por este motivo se enfoca el estudio en una parcela agroforestal de unos 300 m² que fue implementada hace seis años. La parcela se encuentra en dos niveles de terrazas. La terraza más alta está limitada por una sub-parcelita con verduras bajo una red de semisombra tendida sobre fierros de construcción en forma de media luna para proteger las lechugas contra los daños de los pájaros. Además son cultivadas actualmente en esta parte de la parcela la rubarba (*Rheum rhabarbarum*) y la alcachofa (*Cynaracardunculus* var. *scolymus*). Hacia el borde de la terraza hay una fila de frutales (palta: *Persea americana*, pacay: *Inga* sp., limonero: *Citrus* sp.) a unos 4 m de distancia entre árboles. La combinación de la palta y del cítrico con el pacay es muy favorable, dado que tanto el palto como el cítrico necesitan mucho nitrógeno que pone a disposición el pacay como especie leguminosa. Al medio de los frutales hay ejemplares de chacatea (*Dodonaea viscosa*). La hoja de esta especie nativa es utilizada en la preparación del compost Bokashi. El borde mismo de la terraza es sujetado por una fila densa de pasto falaris (*Phalaris tuberinacea*). En el rincón de la terraza superior con la más baja es conducido el canal de tierra donde llega el agua de riego. La mayor parte de esta terraza inferior está ocupada con un cultivo asociado de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*), arveja (*Pisum sativum*), haba (*Vicia faba*), lechuga (*Lactuca* sp.) e hinojo (*Foeniculum vulgare*).

El lindero hacia el otro extremo de esta parcela está determinado por una fila de chacatea y molle, el frutal chirimoya y la rastrera lacayote (*Cucurbita ficifolia*). Las raíces de las especies nativas sostienen el suelo, su hojarasca fertiliza el suelo y la semi sombra mitiga el estrés de insolación y temperaturas extremas en las hortalizas. La rastrera cubre el suelo, evita que evapore la humedad del suelo e impide el desarrollo de malezas y gramíneas.

La parcela agroforestal descrita por su diversidad de especies y la inclusión de especies nativas se presenta sin ninguna plaga ni enfermedad. Solamente los pájaros provocan alguna pérdida por picotear las frutas y verduras.

Lección aprendida: no dejar avanzar las raíces del pasto falaris dentro de las parcelas.

Recomendación: poda periódica para impedir que los árboles adultos lleguen a su punto de madurez que provoquen la depresión en las plantas vecinas, causante de una producción deficiente de los frutales.



PARCELA

Huertos familiares 14: **AIQUILE**²⁰



Código de la Parcela:	Huertos familiares 14
Fecha de toma de datos:	26.11.2013
Nombre del productor:	Eusebio Gutiérrez
Edad:	60 años
Ubicación de la parcela:	Municipio de Aiquile
Altura:	2.023 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 18°10' 05,7"W065°02'22,8"
Clima:	Temperatura máxima: 32 °C; Temperatura mínima: -3 °C
Heladas:	antes no había, ahora sí una vez en este año
Precipitación promedio anual:	400 mm
Fecha de implementación de la parcela:	2006
Tamaño de la parcela:	1.000 m²

²⁰ Fuente fotos: Jocelijn François.

Palabras claves: sistema agroforestal tipo huerta con diversidad de frutales.

Visión para la aplicación agroforestal: comer y vender frutas

El 2005, cuando todos los hijos se habían ido de la casa, Eusebio Gutiérrez y su esposa dejaron su parcela en Omereque y se fueron a la propiedad que anteriormente fue trabajada por los padres de Don Eusebio. Este terreno, ubicado en un vallecito a unos 15 km de distancia de Aiquile estaba en descanso durante 5 años y se encontraba lleno de monte. Primero se realizó

la limpieza, dejando un cerco vivo de especies nativas como el molle (*Schinus molle*), chilijchi o ceibo (*Erythrina sp.*) y varias especies espinosas hacia el lecho del río y los vecinos colindantes. En este cerco vivo fueron implementados unos pinos (*Cupressus sp.*), que en pocos años han alcanzado el buen tamaño de unos 15 m, dando testimonio de que el suelo está bastante fértil y que hay humedad.

Desde el principio, Don Eusebio empezó con la plantación de frutales en un $\frac{1}{4}$ ha del terreno cerca de la vivienda y el pozo, donde el agua queda a unos 5 metros de profundidad. Plantó chirimoya (*Annona cherimola*), palta (*Persea americana*), manzano (*Malus sp.*), duraznero (*Prunus pérsica*), papaya (*Carica papaya*), mango (*Mangifera indica*), pacay (*Inga sp.*) y cítricos (limonero, mandarino, naranjo) en filas con 3 a 4 metros de distancia entre las plantas y 4 metros de distancia entre las filas. Casi todas estas filas de frutales son de una sola especie. En el espacio entre los frutales Don Eusebio está produciendo verduras para el autoconsumo y la venta en el mercado de Aiquile, además alfalfa y pasto ratón como forraje para el ganado.

Don Eusebio produce frutas porque le gusta comer y por el buen mercado para este producto, sobre todo para la chirimoya. Anteriormente, se había inclinado mucho por la producción de manzanos, por haber recibido unos ejemplares por parte de Radio Esperanza en Aiquile. Hasta conocer las posibilidades económicas que se puede alcanzar con la producción de la chirimoya. Entonces, con las pepas de un árbol adulto de chirimoya ha producido un buen número de arbolitos de esta especie. Ya ha plantado la mayoría con una distancia de 4 x 4 metros ampliando la huerta de frutales hacia el terreno de cultivo colindante, donde actualmente produce papa, porotos, maní y maíz. Unos cuantos ejemplares de chirimoya esperan todavía el trasplante encontrándose en sus bolsas al pie de un árbol de chirimoya adulto.

Don Eusebio está contento con estos frutales, aunque le preocupa que actualmente dejen caer las flores después de haber florecido; teme que no se estén formando muchas frutas. Este fenómeno podría ser por la falta de insectos especializados en la polinización de la chirimoya. Como la flor de las anonáceas no produce néctar, las abejas de Don Eusebio buscan el dulce en otras especies. Es posible que los insectos polinizadores de la flor de la chirimoya fueran extinguidos por el insecticida sistémico CAPORAL que Don Eusebio aplica contra el pulgón negro que aparece en los cítricos y los cultivos. Como consecuencia podría ser necesario realizar la polinización a mano en la chirimoya.

Don Eusebio reconoce que muchos de sus árboles le están ganando, quiere decir que tienen una altura que dificulta la poda y la cosecha de la fruta. Todo material de poda es depositado en el suelo para su descomposición. Además, fertiliza el suelo alrededor de los árboles frutales con el estiércol de su ganado. A pesar de la fertilización, el suelo carece de materia orgánica. Especialmente cuando hay





escasez de lluvia. Las frutas no logran formarse ni desarrollarse porque el suelo carece de la posibilidad de almacenar el agua de riego.

En esta zona, el cambio climático se evidencia con temporadas de sequía dentro de la estación de lluvia, además de la helada, que ha caído por primera vez en este año. Don Eusebio reconoce que los árboles, sobre todo el cerco vivo de especies nativas, protegen su huerta del mal tiempo y de temperaturas extremas.

Recomendación: no plantar los frutales de forma concentrada en un mismo lugar, sino distribuirlos en todo el terreno para que pueda correr el aire.



PARCELA

Huertos familiares 15: MATARANI²¹



Código de la Parcela:	Huertos familiares 15
Fecha de toma de datos:	30.10.2013
Nombre del productor:	Wilder Zurita
Edad:	23 años
Ubicación de la parcela:	Municipio de Sacabamba - Matarani/ Mollepunku
Altura:	3.133 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17°48'10,9" W065°47'24,9"
Fecha de implementación de la parcela:	2007
Tamaño de la parcela:	1.700 m ²
Institución de apoyo:	CIPCA

21 Fuente fotos: Diego Barreiro.

Palabras claves: producción de frutas y verduras en un sistema agroforestal.

Visión para implementar un sistema agroforestal: producir alimentos sanos para el autoconsumo y el mercado.

Wilder es propietario de la parcela agroforestal, que mide 1,7 ha. La parte con los durazneros fue implementada hace 6 años, mientras que los manzanos hace 2 años. El agua de riego llega desde un atajado propio.



Propósito de la parcela: producción diversificada y agroecológica de durazno, manzana, frutilla, papa, verduras y alfalfa en un suelo degradado que necesita mejorar su fertilidad y su ciclo del agua.

Objetivo de la asociación con especies perennes: aprovechar el espacio productivo en diferentes niveles.

Manejo: poda de los frutales y riego por aspersor. El suelo es abonado con estiércol de los propios animales.

Diversidad de especies en la actualidad: actualmente, se encuentran en la parcela: cebolla, papa, acelga, alfalfa, frutilla, flores y los árboles de durazno y manzano.

Distancia: los durazneros y manzanos son plantados a una distancia de 2,5 x 2,5 metros.

Problemas con plagas/enfermedades: Arañuela: se cura con caldo sulfocálcico, un biopesticida de elaboración propia.

Planificado al futuro: la implementación de otra parcela con frutales y hortalizas para la venta.



Problemas: la parcela está quedando chica.

Buena práctica: Wilder ha pedido 1.000 ejemplares de la especie arbórea nativa *Podocarpus* sp. con el fin de plantar estos como cerco vivo alrededor de todo el terreno que pertenece a su familia, para que sirvan de rompevientos y protejan los cultivos contra el mal tiempo.

Lección aprendida: no plantar los durazneros tan estrechamente, porque así no tienen el espacio necesario para formar una copa de vaso, sino que se estiran hacia arriba.

Novedad agroforestal: la siembra de arveja y haba a lo largo de la manguera del riego por goteo de los árboles frutales para aprovechar al máximo la humedad.

Recomendaciones: cercar la misma parcela SAF con una diversidad de especies nativas para lograr la protección contra los vientos y el mal tiempo (crear un microclima) y asegurar así la polinización. Los durazneros deberían ser plantados a 3 x 3 metros, para poder formar una copa abierta. Para lograr la diversidad en la parcela se podría pensar en especies arbustivas para forraje como el tagasaste y otros frutales como el almendro y el saúco.

Descripción de la parcela agroforestal: las filas de durazneros de cinco años muestran un verde intenso, igual a los manzanos que habían sido plantados hace 2 años atrás. Los frutales reciben riego por goteo, el agua proviene de un atajado a unos 50 metros de distancia. A lo largo de las mangueras del sistema de riego por goteo, quiere decir en el espacio entre cada frutal, Wilder ha sembrado arveja y haba. En los espacios entre las filas de árboles frutales está cultivando alfalfa, arveja, haba, papa, cebolla, acelga, frutilla y algunas flores. Incluso produce su propia semilla de cebolla. De este modo, el agua de riego por goteo está siendo aprovechada al máximo.

Esta parcela agroforestal tiene una dimensión de 1,7 hectáreas. La visión de Wilder es la producción de frutas y verduras para el autoconsumo y para el mercado especializado en productos agroecológicos. Wilder no maneja agroquímicos. Logra la fertilidad del suelo con estiércol de sus propios animales (bovino, ovino y porcino en pequeña escala) y asegura la sanidad vegetal aplicando caldos y fertilizantes foliares permitidos en la producción agroecológica. Él sabe muy bien, que en la agroecología hay que trabajar de forma preventiva y no actuar recién cuando la plaga o la enfermedad se está manifestando. Así, al ver una arañuela, ya aplica el caldo sulfocálcico de preparación propia, evitando de esta manera la proliferación de la plaga.

Anteriormente, con el asesoramiento de otra organización, Wilder había producido en monocultivo, sembrando solamente una especie. Esta práctica estaba permitiendo la proliferación de plagas y enfermedades, por lo que Wilder se había visto obligado a utilizar agroquímicos. Con el uso de los plaguicidas se ha degradado su suelo, provocando que los cultivos sintieran estrés por la falta de sustrato fértil y una humedad constante. Esto a la vez aún ha agravado el problema de sanidad en el cultivo. La degradación masiva de su suelo ha hecho que Wilder busque una solución y la ha encontrado en la agroforestería. Asociando diversos cultivos con una variedad de especies perennes posibilita que el suelo recupere su fertilidad. Wilder está tan convencido de la práctica agroforestal, por lo que ha solicitado la donación de mil plantas de *Podocarpus sp.*²² para plantarlas como cerco vivo alrededor de todo el terreno que pertenece a él y su familia, para contar de esta manera con una protección de sus parcelas y cultivos contra vientos fuertes y el mal tiempo.

Recomendaciones: a pesar de que Wilder se ha dado cuenta de la bondad de diversificar su sistema productivo, todavía podría ampliar la diversidad de especies, por ejemplo a través de un cerco vivo de la parcela agroforestal con leguminosas forrajeras y melíferas, que además de nitrificar el suelo aportarán forraje, permitirán intensificar la apicultura y son de uso medicinal y ornamental, como es el caso del tagasaste (*Chamaecystis proliferus ssp. palmensis*), de la *Acacia floribunda* y de la retama (*Spartium junceum*).

La primera partida de durazneros fue plantada a una distancia de 2,50 x 2,50 metros, aunque se trata de la variedad Gumucio Reyes que permite una plantación estrecha, se observa que esta distancia

22 Existen varias subespecies del *Podocarpus sp.* nativos de Bolivia en la Alcaldía de Matarani; casi todos se encuentran en peligro de extinción.

no permite una copa en forma de vaso. Se puede observar que las ramas de todos los durazneros se están disparando hacia el cielo, inhibiendo de esta manera la fructificación abundante que caracteriza esta especie.

Se recomienda plantar futuros frutales con una distancia de al menos 3 x 3 metros y en el espacio en las filas aumentar por ejemplo la especie leguminosa forrajera y melífera denominada tagasaste (*Chamaecystis proliferus* ssp. *palmensis*).

Wilder es un joven muy ágil y dinámico, así que al preguntarle qué está sintiendo como problema actualmente, su respuesta es: “Ya queda muy chica mi parcela agroforestal”.

PARCELA

PARCELA Terra preta 9d: COMBUYO (verduras y terra preta)

Código de la Parcela:	Terra preta 9d
Fecha de toma de datos:	21.10.2013
Nombre de la productora:	Noemi Stadler-Kaulich
Edad:	56 años
Ubicación de la parcela:	Municipio de Vinto, Combujo
Altura:	2.783 m.s.n.m.
Coordenadas:	S 17° 21'22,0" W 066°20'51,1"
Clima:	Temperatura máxima: 32 °C; Temperatura mínima: -5 °C;
Heladas:	algunas horas en la madrugada
Precipitación promedio anual:	500 mm
Fecha de implementación de la parcela:	2009
Tamaño de la parcela:	36 m²

Palabras clave: producción intensiva de verduras con aplicación de terra preta.

Visión para aplicar la agroforestería: mejorar la fertilidad del suelo, a través de la elaboración de carbón vegetal a partir del material de poda de los árboles, dinamizando el carbón hasta obtener terra preta.

La parcela se encuentra en un terreno propio con una pendiente leve. Hay agua de riego disponible desde agosto hasta diciembre.

El propósito de la parcela: el predio Mollesnejta está ubicado en la ladera sur del Parque Nacional Tunari donde el suelo es sumamente pedregoso, lo que impide la producción de verduras porque éstas necesitan un suelo fértil y las especies que desarrollan la mayor parte de su masa bajo la tierra no lo pueden hacer en lugares pedregosos. Entonces se ha realizado una excavación de 3 metros de ancho, por 12 metros de largo y 0,70 metros de profundidad. Este hoyo fue llenado en el fondo con ramas gruesas de molle, material de poda para dar lugar al desarrollo de especies frutales. Estas ramas se descomponen lentamente y aumentan paulatinamente la materia orgánica en el suelo de la huerta de verduras; lo mismo pasa con las ramas más delgadas y la paja con que se siguió llenando el hoyo. Por encima se vertió la tierra del lugar cernida, para dejar las piedras fuera, mezclada con arena, tierra vegetal que fue recolectada por debajo de las especies de chacatea en el lugar y el carbón vegetal.

Dado que la tierra en el predio carece de materia orgánica, tiene poca fertilidad y facultad de almacenar humedad, entonces la producción, a pesar de un riego muy seguido, siempre es baja. Por esto se decidió aplicar la terra preta. Para esto se elaboró carbón vegetal con ramas gruesas proveniente de podas anteriores de los molles. Este carbón fue molido a través de golpes con un martillo de madera de autoconstrucción y mezclado con compost, hojarasca de chacatea y sopado en orina propia, que había sido guardada durante 3 meses para lograr el cambio de su pH y asegurar su esterilización. Esta práctica se llama dinamización del carbón vegetal, porque el carbón mismo no fertiliza el suelo, solamente le da la estructura para guardar la fertilidad en las cavidades que pueden albergar los macro y microorganismos y la humedad. El carbón vegetal dinamizado, también llamado terra preta, fue incorporado al suelo en el futuro huerto de verduras en una cantidad de cuatro palas por metro cuadrado.

Objetivo de la asociación con especies perennes: el huerto de verduras es una atracción muy fuerte para los pájaros. Sobre todo en la temporada de sequía picotean las lechugas y todo lo verde recién brotado, aguanoso y dulce. Por esto se instalaron cuatro fierros de construcción en media luna y sobre estos fue colocada una red de semi-sombra. Para asegurar el microclima en la huerta, a 1,5 metros al norte, donde queda la cordillera del Tunari y de donde llega el viento, la granizada y la helada, fue plantada una fila de ligustro (*Ligustrum vulgare*), además otra con pasto falaris (*Phalaris tuberinacea*) que queda a una distancia de 1 metro del borde de la huerta. Alrededor del huerto de verduras fueron plantadas varias especies repelentes (geranio: *Pelargonium sp.*, pissastop: *Coleus canina synon, Plectranthus caninus*) y en una esquina la lavanda (*Lavandula sp.*) para mantener fuera las plagas y lograr una producción netamente agroecológica. Para reforzar la semi-sombra, la protección contra el viento y para impedir la evaporación fueron plantadas alrededor del huerto dos variedades de enredaderas: la madreselva (*Lonicera sp.*) y la siempreverde (*Vinca sp.*). Además hay varios ejemplares de tara (*Caesalpinia spinosa*), molle (*Schinus molle*), chacatea (*Dodonaea viscosa*), un limonero (*Citrus limonum*) y una palta (*Persea americana*) plantados alrededor del huerto de verduras. Las taras, como especie leguminosa, nitrifican el suelo hasta dentro del huerto, los molles y especies de chacatea aportan materia orgánica, los frutales aprovechan el riego y la tierra fértil del huerto.

Manejo: la producción dentro del huerto de verduras es tan variada como las especies alrededor del mismo. Se asocian especies que engordan encima del suelo (lechuga, acelga, coles) con especies que producen dentro la tierra (cebolla, remolacha, nabo); se combinan especies de diferentes tamaños (tomate, rabanito) y se producen lado a lado especies que fácilmente son atacadas por plagas con otras que tienen una fuerte defensa contra plagas. Por ejemplo a través de aromas que actúan como repelente (por ejemplo: el ataque de la zanahoria por la mosca de la zanahoria se puede impedir con la asociación de la cebolla que emite un olor fuerte que repele a esta mosca).

El riego se aplica cuando se hace necesario, en general una vez a la semana con manguera a los pies de las plantas. Sobre todo al tomate no le gusta que se mojen sus hojas. Se ha visto que es mejor regar pocas veces bien profundo en vez de muchas veces superficialmente, porque esto solamente apoya la propagación de la babosa.

Resultado: practicando la producción de verduras, asociando diferentes especies que se complementan y se protegen mutuamente, y utilizando de manera sensata los recursos disponibles, se puede ahorrar mucho esfuerzo, agua de riego, espacio y gastos en insumos.

Planificación al futuro: ampliar el huerto de producción intensiva de verduras.

Recomendación: utilizar el material obtenido en la poda para la carbonización y experimentar su poder fertilizante en más lugares en el predio, sobre todo con la plantación de frutales.

BIBLIOGRAFÍA

ALBA, E., 2012. Evaluación del estado actual del suelo en relación a las propiedades físicas, químicas y biológicas en tres sistemas de manejo (agrobiológico, agroforestal y local) en el Municipio de Vinto. Tesis para obtener el título de Ing. Ambiental. Universidad Católica Boliviana San Pablo. Cochabamba.

ANDERSEN L.E., 2009. Cambio climático en Bolivia: Impactos sobre bosque y biodiversidad. Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo. Serie de Documentos de Trabajo sobre Desarrollo N° 11/2009.

BARREIRO, B. D., 2011. Un sistema agroforestal en pleno semiárido brasileño: multiplicando la agroecología y los cuidados con la naturaleza. La experiencia de Adão de Jesús Oliveira. In: Revista Acta Nova de la Universidad Católica Boliviana San Pablo, Vol. 5, N° 2, Cochabamba, Bolivia. Setiembre 2011.

BUDOWSKI, G., 1981. Cuantificación de las prácticas tradicionales y de las parcelas de investigación controlada en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE.

CHEPSTOW- LUSTY, A., WINFIELD, M., 2000. Inka Agroforestry: Lessons from the Past. Published by: Royal Swedish Academy of Sciences. AMBIO: A Journal of the Human Environment 29 (6): 322-328. 2000. www.ambio.kva.se

CHEPSTOW-LUSTY A. J., FROGLEY, M.R., BAUER, B.S., LENG M. J., BOESSENKOOL, K.P., CARCAILLET, C., ALI, A.A., GIODA, A., 2009. Putting the rise of the Inca Empire within a climatic and land management context. *Climate of the Past*, 5, 375–388, 2009. www.clim-past.net. Published: 22 July 2009.

CENTRO SABIÁ, 2010. Agricultura agroflorestal e criação animal no semiárido. Centro de desenvolvimento agroecológico Sabiá. Recife, 2010. 54 pág.

CORRALES A., 2013. Evaluación de parcelas agroforestales en la Granja Modelo Pairumani. Cochabamba.

FAO, 2007. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Pagos a los agricultores por servicios ambientales. Agricultura – 38. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 255 p.

GAIA Noticias, 2013. El INIAF apuesta por la agroforestería para paliar efectos de la deforestación. 04 de Enero de 2013. <http://www.fmbolivia.com.bo/noticia105082-el-iniaf-apuesta-por-la-agroforesteria-para-paliar-efectos-de-la-deforestacion.html>

GÓMEZ MONTES DE OCA, M. E.; KRISHNAMURTHY, L.; PERALTA SOLARES, A., 2009. Huertos caseros como una estrategia de manejo sostenible de tierra: Estudio de caso en zonas semiáridas en Zacatecas, México. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma de Chapingo. <http://www.chapingo.mx/cads/>

JACOBI J., SCHNEIDER M., BOTTAZZI P., PILLCO M., CALIZAYA P., RIST S. 2009. Agroecosystem resilience and farmers perceptions of climate change impacts on cocoa farms in Alto Beni, Bolivia. Cambridge University Press, Renewable Agriculture and Food Systems p. 1-14.

JACOBI J., 2013, The Contribution of Organic Cocoa Production to Social-Ecological Resilience in a Changing Climate. A Comparison of Organic and Non-Organic Cocoa Cultivation Systems in Alto Beni, Bolivia. Doctoral Thesis, Faculty of Science, University of Berne.

JACOBI J., BOTTAZZI P., SCHNEIDER M., HUBER S., WEIDMANN S., RIST S. (under revision). Social-ecological resilience in organic and non-organic cocoa farming systems in Bolivia. Agroecology and Sustainable Food Systems.

KNOBLAUCH B., 2011. Sistemas Agroforestales, una Alternativa Ecológica, publicado en Caminos de Aprendizaje, Experiencias de trabajo de la Cooperación Alemana en la Región Norte de La Paz / Beni. GIZ.

KÖPPEN W., 1931. Grundriss der Klimakunde. Walter de Gruyter. Berlin. 388 p.

Manual de Agroforestería para Zonas Secas y Semiáridas. 2009. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala/ Mecanismo Mundial de la UNCCD. 102 p.

MILZ J., 1997. Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales. DED Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica. Editora Grupo Design. La Paz, Bolivia.

MISEREOR, 2008. Orientaciones básicas de cooperación con Bolivia 2008 - 2013.

MONTES DE OCA I., 2005. Enciclopedia Geográfica de Bolivia. Editora Atenea S.R.L., La Paz – Bolivia.

MONTES DE OCA I., 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. Imprenta Edobol, 3ª. Edición. La Paz – Bolivia.

NAIR, P. K. R., KUMAR, B. M., & NAIR, V. D., 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* no. 172:10-23.

Plan Departamental Agropecuario del Departamento de Cochabamba (PDA), 2012. Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba, Secretaría Departamental de Desarrollo Productivo y Economía Plural, Dirección de Desarrollo Productivo Agropecuario. SNV-COSUDE.

PNUD, 2013. Avances en el conocimiento. El impacto del cambio climático en la biodiversidad (Bolivia).

PROAGRO-GIZ, 2014. Diagnóstico inicial de la situación actual en cuanto a gestión integrada de cuencas, sistema de riego, producción y comercialización agropecuaria en los Valles Secos Interandinos de Bolivia en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz. Consultoría por encargo.

PYE-SMITH C., 2014. Trees for Life. Creating a more prosperous future through agroforestry, World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya.

RODRIGUEZ F., MENESES R., ESPINOZA, J., ROJAS, C., SIMS, B. G., 2007. El Tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* ssp. *palmensis*), experiencias en la multiplicación y adaptación en los valles de Cochabamba, Forrajes y Semillas Forrajeras Vol. 11 / Marzo de 2007.

RODRIGUEZ, R. 2012. Línea base para la instalación de sistemas agroforestales en 5 parcelas piloto pertenecientes a los municipios de Vinto y Quillacollo (Xabier Rodríguez). Tesis para obtener el título de Ing. Ambiental. Universidad Católica de Bolivia San Pablo. Cochabamba.

SAGREDO, J. 2012. Establecimiento de un sistema agrosilvopastoril que incluye la identificación de enmiendas orgánicas más adecuadas dentro del Modelo Agrobiológico de la Granja Modelo Pairumani. Tesis para obtener el título de Ing. Ambiental. Universidad Católica de Bolivia San Pablo. Cochabamba.

SÁNCHEZ, J. 2011. Producción, Agrobiología y Educación. Tesis de grado para obtener el título de Doctor en Gestión de la Educación Superior. Universidad Autónoma del Beni “José Ballivian”

TERRONES, R., HERNANDEZ M., RIOS, S., s.d. Educación ambientales en traspatios agroforestales con arbustivas nativas: espacios para amortiguar la desertificación. Leído en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_02/24_rosario_terrones.pdf.

VARGAS A., G., 2013. La Tierra Madre que genera vida. Experiencias de familias campesinas de la zona andina en la protección de suelos. Parroquias “Jesús de Challa” y “Cristo de Ramadas” MISEREOR, SARA. Cochabamba, Bolivia.

VIDAL P., S. y G. VARGAS A., 2013. Huertas Familiares bajo Sistemas Agroforestales. Cómo producir nuestros alimentos y al mismo tiempo mejorar la fertilidad de nuestros suelos. Parroquias “Jesús de Challa” y “Cristo de Ramadas” MISEREOR, SARA. Cochabamba, Bolivia.

VILLAGARAY YANQUI S. M., 2014. Recuperación de terrenos degradados por el cultivo de coca (*Erythroxylum coca*) en VRAEM, Perú, con aplicación de Tecnología Agroforestal. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), Sede Pichari, Vraem, Perú. In: Revista Acta Nova de la Universidad Católica Boliviana San Pablo, Vol. 6, N° 3, Cochabamba, Bolivia. Marzo 2014.

WAFLA, 2006. Agroforestería y manejo de agua en zonas áridas y semiáridas de Latinoamérica. www.wafla.com

WILKES, F., 2012. Diseño de una metodología para evaluar Sistemas Agroforestales en zonas secas dentro del Proyecto Isabel – Módulo Pairumani. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Universidad Católica Boliviana San Pablo. Cochabamba, Bolivia.

WORDPRESS, 2013. <http://capinota.wordpress.com/2013/04/03/capinota-capital-de-guarapo-artesanal-y-tradicional/>

GLOSARIO

Adaptación al cambio climático: un ajuste en los sistemas naturales o humanos como respuesta a los estímulos climáticos reales o esperados, o sus efectos, los cuales moderan el daño o explotan las oportunidades beneficiosas (PNUD, 2011. *Tras las huellas del cambio climático en Bolivia. Estado del arte del conocimiento sobre adaptación al cambio climático. Adaptación en agua y seguridad alimentaria*. Documento de Reporte Técnico).

Ascensor hídrico (*hydraulic lift*): fenómeno generado por una especie vegetal con raíz pivotante, que al extraer agua de mucha profundidad humedece el suelo cercano a la superficie a través de la semipermeabilidad de las células vivas de las raíces a poca profundidad del suelo, favoreciendo a las especies vecinas.

Cambio climático: variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente por decenios o incluso por períodos más prolongados.

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en su artículo 1, lo define como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Clima seco: se caracteriza porque las precipitaciones anuales son inferiores a la evaporación. Para el cálculo hay que multiplicar la temperatura media anual por los doce meses y duplicarla, pues se considera un mes húmedo aquel en el que la precipitación en mm es más del doble de la temperatura en °C, de modo que para un año habrá de multiplicarse la temperatura media anual por veinticuatro. Según la clasificación climática de Köppen, el clima seco es un grupo climático que incluye áridos y semiáridos, y se representa con la letra B (Köppen, W., 1931).

Clímax de un árbol: etapa final de crecimiento y desarrollo de un árbol.

Clímax de un bosque: un bosque, en el cual los árboles han terminado su desarrollo (hay poco crecimiento de biomasa) y la comunidad arbórea ha llegado a un estado de estabilidad, se encuentra en su clímax (Fuente: Wikipedia).

Erosión eólica: el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento.

Erosión hídrica: la segregación, transporte y sedimentación de las partículas del suelo por las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial definen el proceso de erosión hídrica.

Especies acompañantes: especies vegetales que son aptas para acoger a otras especies, sobre todo frutales, ayudándoles en su crecimiento durante sus estadios tempranos de desarrollo, sea con la sombra, con la protección contra temperaturas extremas, vientos y heladas, además de ahuyentar posibles plagas, de contrarrestar posibles enfermedades, y de fertilizar y humedecer el suelo en favor del vegetal en crecimiento.

Especie leguminosa: en las raíces de especies leguminosas (haba, arveja, acacia, jarca, tara y otros) se encuentran bacterias, visibles como pequeñas pelotitas blancas, que atrapan el nitrógeno de la atmósfera y lo acumulan en el suelo (nitrificación), poniéndolo a disponibilidad de la planta que alberga estas bacterias y de las plantas vecinas; el nitrógeno es un nutriente elemental para el desarrollo de todas las especies vegetales.

Especies pioneras: gramíneas silvestres y otras especies con un ciclo de vida corto, máximo de un año.

Especies perennes: es una planta que vive durante más de dos años, son los árboles y arbustos.

Especies primarias: especies arbóreas con un ciclo de vida mayor a los 80 años.

Especies secundarias I: las hierbas con un ciclo de vida menor de 2 años.

Especies secundarias II: especies arbustivas y/o arbóreas que tienen un ciclo de vida mayor a 2 y menor a 20 años.

Especies secundarias III: especies arbóreas con un ciclo de vida mayor a 20 y menor de 80 años.

Estrés hídrico: situación en la que la demanda de agua es mayor que la cantidad de agua disponible durante un período determinado, o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad. Es también la situación en que una planta deja caer su guía y sus hojas porque dentro de éstas ya no hay suficiente humedad para mantenerlas erguidas.

Evapotranspiración: la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm por unidad de tiempo (Fuente: Wikipedia).

Humus: es la totalidad de la materia orgánica en el suelo; se encuentra principalmente en las partes superficiales de los suelos con actividad orgánica.

Manejo de Cuencas Hidrográficas: proceso por el cual se coordinan actividades de conservación, manejo y uso del agua, suelos y recursos relacionados, entre diferentes sectores y actores de una cuenca hidrográfica, con el objetivo de maximizar los beneficios sociales y económicos derivados de los recursos acuíferos de una forma equitativa, al mismo tiempo que se preservan y restauran - donde sea necesario- ecosistemas de agua dulce.

Mulch, acolchado o *mulching*: es el término utilizado en jardinería y agricultura para referirse a la cubierta protectora que se extiende sobre el suelo, principalmente para modificar los efectos del clima local (Fuente: Wikipedia).

Placa circular de los árboles: la parte redonda al pie del árbol, más o menos con la misma extensión de su copa.

Poda de educación: la poda que se realiza en los primeros años de vida de un árbol, con el fin de crear un fuste erecto y las ramas adecuadas para ser frutal o no desarrollar ramas en el caso de una especie maderable.

Poda de rejuvenecimiento: una poda drástica que se aplica en especies que han llegado al punto donde ya no crecen más, también llamado clímax, para que vuelvan a brotar ramas nuevas; en los frutales se puede estimular de esta manera que produzcan nuevamente frutas.

Seguridad alimentaria: la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen acceso en todo momento (ya sea físico, social y económico) a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa (Fuente: FAO).

Sistemas agroforestales (SAF): la agroforestería implica una serie de técnicas que incluyen la combinación, simultánea o secuencial, de árboles y cultivos alimenticios, árboles y ganado (árboles en los pastizales o para forraje), o todos los tres elementos (Fuente: FAO, 2007).

Sistemas agroforestales sucesionales (SAFs): son sistemas productivos que se basan en los principios de la naturaleza, imitando la sucesión natural, que es el orden en el cual en un claro se establecen las especies del lugar. La diferencia con la naturaleza es que en la implementación de una parcela agroforestal sucesional son plantadas y sembradas todas las especies (pioneras, secundarias y primarias) en una vez.

Sucesión natural: la secuencia natural de especies que aparecen en un lugar de claro o de tala rasa.

Terra preta (“tierra negra” en portugués): es un término que se utiliza para referirse a un tipo de suelo oscuro y fértil encontrado en la cuenca del río Amazonas y que consiste en una mayor proporción de carbón vegetal.

Zonas secas: áreas con precipitaciones inferiores a 400 mm anuales. El clima seco se divide generalmente en el clima semiárido, cuando las precipitaciones están entre 400 y 250 mm y el clima árido en el caso de precipitaciones inferiores a 250 mm por año, formando regiones desérticas o semidesérticas. (Fuente: Wikipedia)

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES ACOMPAÑANTES

Descripción y valoración de especies perennes favorables para sistemas agroforestales en zonas secas



> Fuente foto: Noemi Stadler-Kaulich (Molle)

A continuación, se describen las especies vegetales que son aptas para acoger a otras especies, sobre todo frutales, ayudándoles durante el estadio de juventud en su crecimiento, con la sombra, la protección contra temperaturas extremas, vientos, heladas, granizadas, además de ahuyentar posibles plagas, de contrarrestar posibles enfermedades y de fertilizar y humedecer el suelo en beneficio del vegetal en desarrollo. La aptitud como especie de acogida en sistemas agroforestales ha sido experimentada y aprobada en el predio Mollesnejta ubicado en Combuyo, Municipio de Vinto, Cochabamba. Para diferenciar estas especies de acogida de otras maderables se les llama por el nombre de *especie acompañante*.

Las descripciones de las especies acompañantes no son estrictamente botánicas, sino enfocan las propiedades y bondades de cada una de las especies como parte de un consorcio agroforestal. Además, se basan sobre todo en las experiencias y observaciones de la coautora Noemi Stadler-Kaulich. En el caso que el (la) lector(a) tuviera una observación o experiencias con otra especie no considerada en este estudio se solicita comunicarse por correo electrónico: nstadlerkaulich@googlemail.com para introducir la información pertinente en la próxima actualización de la presente publicación.

ACACIA DEALBATA²³²⁴



Nombres comunes: acacia nigra, acacia blanca (Bolivia)

Nombre científico: *Acacia dealbata*

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Especie secundaria III

Características de la especie: leguminosa, desarrolla muy rápidamente, su crecimiento es más vigoroso que el eucalipto; en la zona subtropical del Valle de Cochabamba florece y da frutos germinativos a partir de una altura de 3.300 m.s.n.m. por necesitar la inducción del frío, madera con fibra recta, muy dura y resistente a la podredumbre.

Clima: muy resistente a la sequía, desarrolla en zonas subtropicales desde los valles interandinos hasta en las alturas, como la ciudad de La Paz; tolera muy bien temperaturas bajo cero grado (0°C); según el clima varía la forma de su copa: en lugares fríos forma una copa frondosa y ancha, en lugares más calurosos su copa es emergente, donde hay viento la copa se inclina hacia dónde va el viento y la presencia de otra especie hace inclinar el tallo principal.

Suelo: desarrolla bien en suelos livianos, pedregosos, degradados y pobres.

Raigambre: tiene una raíz muy fuerte que puede penetrar en suelos compactados y pedregosos; después de haberse secado la planta suele volver a brotar desde la raíz; al cortar el tronco principal se multiplica por los rebrotes de las raíces hasta en un radio de 25 metros de distancia desde la planta madre.

Tronco: en lugares con un clima subtropical (como el Valle de Cochabamba) y con una distancia de 3 m con otra planta forma un tronco recto con pocas ramas que engrosa más rápidamente que el eucalipto.

Madera: sumamente dura, de fibra recta que no se tuerce al secar, tiene un color rojo oscuro, después de la tala es recomendable quitar la corteza y dejar secar en la sombra para evitar que la madera del tronco se raje.

Hoja: especie perenne que deja caer constantemente sus hojas.

Flores: globitos amarillos que aparecen en la primavera.

Frutos: vainitas delgadas con varias semillas negras aplanadas.

Crecimiento: sumamente rápido.

Altura del ejemplar adulto: puede alcanzar 30 metros.

Forma de la copa: según el clima puede ser emergente y raleada o baja y coposa.

23 NOTA: Existen aprox. 950 especies y/o variedades de Acacias en el mundo. La mayoría son originarias de Australia. Su identificación es sumamente difícil, también por variar su aspecto físico según los factores ambientales, por ejemplo el clima.

24 Fuente foto: Noemi Stadler-Kaulich.

Comportamiento ante la poda: tolera muy bien la poda.

Desarrollo: sumamente rápido, después de la poda en septiembre de un árbol de 6 años de edad las ramas crecen en poco tiempo hasta 5 metros de largo.

Utilización: su crecimiento es muy rápido e incluso supera al eucalipto, razón por la cual no es muy aconsejable para parcelas pequeñas y dentro de una parcela agroforestal, más aconsejable es su uso en parcelas de especies maderables, por ejemplo combinando el pino, el eucalipto y la *Acacia dealbata*, donde por ser leguminosa la Acacia mitiga la degradación del suelo causada por las otras dos especies, gracias a la nitrificación del suelo.

Bondades en un sistema agroforestal: nitrificación del suelo, amigable con otras especies, fácil de podar, recomendada para mitigar la degradación del suelo en la producción de maderables como el pino y el eucalipto.

Asociaciones exitosas: con el pino y el eucalipto a 3 bolillos.

Manejo: en esta especie es recomendable podar las ramas hasta la altura que se pueda para obtener un tronco sin ramificaciones.

Función en el ecosistema: abona y nitrifica el suelo.

Propagación: por su semilla, por los rebrotes de sus raíces después de haber podado drásticamente o talado el árbol madre.

Problema: en estado de juventud la corteza de esta especie es palatable para roedores silvestres, se puede proteger con un cartón o tres hojas de periódico a la vez alrededor del tallo (si se usa solamente una hoja el roedor mordisquea el papel hasta encontrar la corteza).

ACACIA FLORIBUNDA²⁵



Nombre común: sin datos

Nombre científico: *Acacia floribunda*

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Especie secundaria III

Características de la especie: leguminosa, desarrolla rápidamente con ramificaciones desde el suelo como un arbusto, florece durante todo el año, produce madera dura que tiende a astillarse.

Clima: muy resistente a la sequía, desarrolla en zonas subtropicales desde los valles interandinos hasta en la ciudad de La Paz, soporta temperaturas bajo cero grado (0°C).

²⁵ Fuente foto: Noemi Stadler-Kaulich

Suelo: desarrolla bien en suelos livianos, pedregosos, degradados.

Raigambre: después de haberse secado la planta suele volver a brotar desde la raíz.

Tronco: normalmente brotan varios troncos a la vez, quiere decir que tiende a ramificarse desde el suelo o a corta distancia por encima del suelo; para lograr un tronco maderable se debe podar las ramas continuamente.

Madera: dura y con tendencia a astillarse.

Hoja: especie perenne que deja caer constantemente sus hojas.

Flores: globitos amarillos durante casi todo el año.

Frutos: vainitas delgadas con varias semillas negras aplanadas.

Crecimiento: muy rápido.

Altura del ejemplar adulto: puede alcanzar 5 metros.

Forma de la copa: emergente, cuando las ramas son muy largas tienden a doblarse hacia el suelo.

Comportamiento ante la poda: tolera muy bien la poda.

Desarrollo: rápido, sobre todo después de la poda.

Utilización: nitrifica el suelo; su crecimiento rápido le permite ser una planta protectora para especies frutales que no desarrollan tan rápidamente; melífera.

Bondades en un sistema agroforestal: nitrificación del suelo, amigable con otras especies, fácil de podar según las necesidades de la especie vecina.

Asociaciones exitosas: con todos los frutales (incluyendo la vid).

Manejo: sin poda este arbolito tiende a tener una copa raleada con ramas largas que se doblan hacia el suelo; la poda efectuada a menudo favorece la formación de una copa más densa y una mayor floración.

Función en el ecosistema: abona y nitrifica el suelo, melífera.

Propagación: por su semilla.

Problema: en estado de juventud la corteza de esta especie es palatable para roedores silvestres, se puede proteger con un cartón o tres hojas de periódico a la vez alrededor del tallo (si se usa solamente una hoja el roedor mordisquea el papel hasta encontrar la corteza).

ACACIA MELANOXYLON²⁶



Nombre común: sin datos

Nombre científico: *Acacia melanoxylon*

Origen: Australia

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Especie secundaria III

Características de la especie: leguminosa, desarrolla rápidamente con un fuste recto y una copa densa, produce madera dura, de alta calidad y fácil de tallar.

Clima: muy resistente a la sequía; desarrolla en zonas subtropicales desde los valles interandinos hasta en la ciudad de La Paz;

soporta temperaturas bajo cero grado (0°C), desarrolla mejor en lugares fríos que cálidos.

Suelo: desarrolla bien en suelos livianos, pedregosos, degradados.

Raigambre: su sistema radicular es extenso y denso, con raíces superficiales fuertes, después de un corte drástico o de haber talado el tronco tiende a brotar desde la raíz a unos metros de distancia de la planta madre.

Tronco: crece recto sin ramificación hasta una buena altura lo que le hace una especie muy apta para la producción de madera.

Madera: dura, de alto valor, de color negro y fácil de labrar.

Hoja: especie perenne que deja caer constantemente sus hojas.

Flores: globitos de color amarillo claro.

Frutos: vainitas delgadas con varias semillas de color café oscuro con una chalina rojiza.

Crecimiento: rápido.

Altura del ejemplar adulto: en climas fríos como de La Paz puede alcanzar los 35 m, en climas más calurosos como el Valle de Cochabamba tiende a no crecer tan alto.

Forma de la copa: coposa y densa.

Comportamiento ante la poda: tolera muy bien la poda.

Desarrollo: rápido, sobre todo después de la poda.

Utilización: en cerco vivo, como maderable, melífera.

Bondades en un sistema agroforestal: en un cerco vivo su copa densa provee de una protección muy eficiente contra vientos, olas de frío y heladas; las raíces aferran y nitrifican el suelo; fácil de podar según las necesidades de la especie vecina; dado que su madera es de valor no hace mucho sentido de utilizar esta especie en parcelas agroforestales con frutales y/o cultivos que necesitan mucha luz.

²⁶ Fuente foto: Adriano Fernández

Asociaciones exitosas: en cerco vivo con otras especies acompañantes y para diversificar consorcios de maderables.

Manejo: en una asociación con maderables no necesita ninguna poda; en un cerco vivo debe ser podada para cumplir su función efectivamente.

Función en el ecosistema: abona y nitrifica el suelo; melífera; su copa densa y la ramificación natural desde una buena altura hace que los pájaros le busquen para nidificar.

Propagación: por semilla, y espontáneamente por los brotes de sus raíces debido a la estimulación por la poda, por haber talado el tronco madre o por acción del fuego.

Problema: en estado de juventud la corteza de esta especie es palatable para roedores silvestres, se puede proteger con un cartón o por lo menos tres hojas de periódico a la vez alrededor del tallo (si se usa solamente una hoja el roedor mordisquea el papel hasta encontrar la corteza).

CHACATEA²⁷



Nombre común: chacatea, chacataya

Nombre científico: *Dodonaea viscosa*

Origen: distribución cosmopolita en regiones tropicales, subtropicales y templadas.

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Secundario II en sistemas de acumulación con un ciclo de vida de unos 15 años.

Características de la especie: muy robusta y resistente a la sequía, rebrota con facilidad desde la raíz después de la tala o en el caso de haber sido arrasada por el fuego.

Clima: tolera todo tipo de clima y es resistente al frío.

Suelo: tolera toda clase de suelo, desarrolla muy bien en suelos degradados y pedregosos.

Raigambre: raíz pivotante y extensa, que es capaz de ablandar suelos compactados.

Madera: leña, carbón y mangos para herramientas.

Hojas: caen constantemente, la planta produce abundante hojarasca (tierra vegetal), las hojas segregan una sustancia resinosa.

Flores: cambian el color del amarillo al anaranjado rojizo.

Frutos: una cápsula de 1-2 cm de ancho, que al madurar es parda, tiene tres alas, contiene un número variable de pequeñas semillas negras.

Crecimiento: rápido, rebrote después de la poda alcanza 2 metros de altura en un año.

Altura del ejemplar adulto: máximo 3 metros en el caso de no podar.

Forma de la copa: extendida, a través de la poda se deja formar a gusto de la persona.

Comportamiento ante la poda: muy bien; recuperación rápida.

Desarrollo: rápido.

Utilización: acompañante de especies sensibles a la insolación, al viento, al frío y a la helada; tutor para especies menos estables; productor de tierra vegetal; recuperación de suelos degradados, formación lenta de terrazas, control de la erosión, frenado cárcavas y afirmación de terrenos en peligro de deslizamiento.

Bondades en un sistema agroforestal: especie amigable con toda clase de especies vecinas; protección para especies sensibles; producción de hojarasca que puede ser recolectada para elaborar tierra vegetal y usada en la mezcla del sustrato para bolsas de vivero; se observa función de ascensor hídrico.

Asociaciones exitosas: con toda clase de especies, sobre todo como protección durante sus primeras etapas de crecimiento.

Manejo: poda periódica para mantener el estado vegetativo; poda drástica cuando la planta vecina ya no necesita protección; en el caso de que la chacatea esté por demás en el sistema, cortarla un poco por debajo del nivel del suelo para evitar su rebrote.

Función en el ecosistema: abona el suelo; aporta materia orgánica; ascensor hídrico.

Propagación: por semilla.

Problema: la regeneración natural de la chacatea se da muy fácilmente y como tiene un crecimiento rápido tiende a dominar a otras especies, por lo que es importante el control periódico de esta especie en un sistema agroforestal.

CHIRIMOLLE²⁸



Nombres comunes: chirimolle, sauco hediondo

Nombre científico: *Zanthoxylum coco*, *Fagara coco*

Origen: Argentina y Bolivia

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Primario de sistemas de acumulación, se estima un ciclo de vida mayor a 80 años.

²⁸ Fuente foto: Noemi Stadler-Kaulich

Características de la especie: árbol perenne que puede llegar a 20 metros de altura; resistente a la sequía; desarrolla en suelos erosionados y pedregosos; toda la planta exhala un característico olor que para algunos es hediondo, para otros es agradable; el olor actúa como repelente; suele aparecer de regeneración natural cerca de un molle.

Clima: tolera el clima de los valles interandinos hasta un poco más frío que el molle, como indica su nombre Quechua, es el molle del frío (chiri = frío en Quechua).

Suelo: tolera toda clase de suelos.

Raigambre: raíz pivotante y extensa, raíces poco agresivas.

Tronco: tiene aguijones cónicos repartidos irregularmente.

Madera: muy dura, bien valorada.

Hojas: caen constantemente, produciendo hojarasca.

Flores: pequeñas de color blanco, cuelgan en racimos.

Frutos: perlas negras ubicados en racimos.

Crecimiento: lento en los tres primeros años, después rápido, recuperación rápida después de la poda.

Altura del ejemplar adulto: puede alcanzar unos 15 metros.

Forma de la copa: redonda, se puede podar según las necesidades en el sistema agroforestal.

Comportamiento ante la poda: tolera muy bien la poda.

Desarrollo: desarrolla rápidamente.

Utilización: sus hojas y frutas sirven para elaborar un insecticida natural, para esto se machuca el material verde y se deja reposar durante 15 minutos en agua caliente para después aplicarlo con la fumigadora.

Bondades en un sistema agroforestal: especie amigable con toda clase de especies vecinas, actúa como repelente de insectos.

Asociaciones exitosas: con toda especie que necesita protección en sus primeros años de vida.

Manejo: poda periódica para permitir a la especie que es acompañada de desarrollar libremente.

Función en el ecosistema: abona el suelo con su hojarasca, melífera, busca la asociación con otra especie.

Propagación: a través de semillas que han pasado por el intestino de un pájaro.

Problema: Cuidado al podar esta especie, porque sus aguijones son muy filosos y después de haberse lastimado puede infectarse la herida.

JACARANDÁ²⁹



Nombres comunes: jacarandá, tarco

Nombre científico: *Jacaranda mimosifolia*, *Jacaranda acutifolia*

Origen: América del Sur

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Primario de sistemas de acumulación.

Características de la especie: resistente a la sequía, caduco, florece abundantemente lila o blanco, desarrolla en suelos degradados, vuelve a brotar desde la raíz después de la tala o en el caso de haber

sido arrasada por el fuego.

Clima: templado, resistente a la sequía y heladas que no duran más de tres horas.

Suelo: se adapta a suelos pedregosos y degradados, aunque muestra un desarrollo lento en esos casos; no es apto para suelos con dificultades de drenaje.

Raigambre: Raíz pivotante muy fuerte que busca la humedad en la profundidad y que pueden ablandar suelos compactados, además tiene raíces alrededor de la base del tronco que no son agresivas.

Tronco: ramificación desde la base, fustes erectos.

Madera: muy valorada, liviana pero muy fuerte y resistente.

Hoja: pierde sus hojas en la temporada de sequía, es una hojarasca fina de descomposición rápida.

Flores: forma de campanita de color lila o blanco.

Frutos: por su apariencia son llamados “zapito”, tienen forma de castañuela, primeramente son verdes y cambian a color café claro al madurar.

Crecimiento: según la bondad del suelo (fertilidad y humedad) puede ser rápido o lento.

Altura del ejemplar adulto: hasta 20 metros.

Forma de la copa: siempre ralo, a veces muy extenso, a veces de forma piramidal.

Comportamiento ante la poda: tolera muy bien la poda y es fácil de podar.

Desarrollo: fuerte y rápido aún en situaciones difíciles, rebrota fácilmente desde su raíz en caso de haber soportado un fuego o después de que la vaca ha comido la parte que se encuentra cerca del suelo.

Utilización: ornamental, maderable, buscado por el picaflor.

Especie forrajera: es aceptado por el ganado en bajas cantidades.

²⁹ Fuente foto: Adriano Fernández

Bondades en un sistema agroforestal: desde octubre hasta junio provee de sombra ligera, produce mucha hojarasca de fácil descomposición, es amigable con otras plantas, fácil de podar y rápido en el retoño después de la poda.

Asociaciones exitosas: se puede asociar con todas las especies.

Manejo: poda periódica para mantener el estado vegetativo y para controlar el espacio de la especie asociada, dado que su desarrollo después de cada poda es muy rápido.

Función en el ecosistema: abona el suelo con su hojarasca; forrajera en pequeña escala; melífera; apoya la alimentación del picaflor; ascensor hídrico.

Propagación:

- 1.) por semilla que no necesita ningún tratamiento en bolsas, la experiencia ha demostrado que conviene realizar el transplante cuando la raíz pivotante no ha salido del fondo de la bolsa para no tener que cortarla, porque esto puede frenar considerablemente el desarrollo de esta especie.
- 2.) siembra directa en lugares con un suelo rico en materia orgánica.

Problema: después de cada poda el desarrollo del Jacarandá es más fuerte, lo que conviene para la producción de leña y madera, sin embargo al mismo tiempo significa cada vez más trabajo de poda.

MOLLE³⁰



Nombre común: molle

Nombre científico: *Schinus molle*

Origen: América del Sur

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Primario de sistemas de acumulación con un ciclo de vida mayor a 100 años.

Características de la especie: árbol perenne que abona la tierra alrededor de su tronco con la caída permanente de su hojarasca; crece en su juventud con muchas ramificaciones; soporta muy bien la poda; es sumamente resistente a la sequía; vuelve a brotar desde la raíz después de

la tala o en el caso de haber sido arrasado por un fuego.

Clima: en los primeros años de vida es sensible a temperaturas bajo cero.

Suelo: tolera toda clase de suelos, menos aquellos muy pesados con agua estancada.

Raigambre: raíz pivotante y abundante raigambre horizontal, su raíz principal tiene la fuerza de ablandar suelos compactados

Tronco: necesita la poda periódica para quitar las ramificaciones que suelen aparecer desde la base del tronco.

Copa: redonda, se puede podar según las necesidades del sistema agroforestal.

Hoja: abundante hojarasca aumenta la materia orgánica en el suelo alrededor del tronco; por ser picante, las hojas sirven bien para la elaboración de un bioinsecticida.

Flores: pequeñas, blancas.

Frutos: racimos de frutos rojos, las semillas se utilizan como “falsa pimienta,” al frotarse los frutos en la piel generan una sustancia que aleja los mosquitos.

Madera: muy valorada.

Crecimiento: rápido.

Altura del ejemplar adulto: unos 15 metros.

Forma de la copa: extendida.

Comportamiento ante la poda: tolera muy bien la poda y recupera rápidamente.

Desarrollo: desarrollo rápido; suele rebrotar de la raíz en caso que fuera lastimada la planta joven.

Utilización: melífero, leña, carbón, madera para herramientas y postes, depósito de heno en la temporada de sequía.

Bondades en un sistema agroforestal: especie muy amigable con toda clase de especies vecinas, protege otras especies contra el sol quemante, las lluvias fuertes, las heladas y granizadas ayudándoles a desarrollar durante su juventud; produce mucha hojarasca; su raíz ablanda la tierra.

Asociaciones exitosas: es tutor excelente para la vid, función comprobada en Camargo y Sipe Sipe/ Bolivia.

Manejo: poda periódica para mantener su estado de juventud.

Función en el ecosistema: abona el suelo con su hojarasca; melífera; ascensor hídrico.

Propagación: a través de semillas que han pasado por el intestino de un pájaro.

Problema: retoña fuertemente después de la poda, por este motivo se debe controlar periódicamente si no está quitando espacio a otra especie vecina.



Nombre común: pacay

Nombre científico: *Inga sp.*

Origen: zonas tropicales y subtropicales de América latina

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Secundario III

Características de la especie: frutal, leguminosa, perenne.

Clima: templado.

Suelo: se adapta a muchos tipos de suelos siempre y cuando sean bien drenados, incluso a suelos degradados.

Raigambre: tiene raíz pivotante y raíces cerca de la superficie del suelo, las que en simbiosis con bacterias nitrificantes fertilizan el suelo; estas raíces también tienen simbiosis con micorrizas, una clase de hongos que apoyan el ciclo del fósforo en el suelo, permitiendo reciclarlo en vez de ser fijado o lavado fuera de la capa arable.

Tronco: erecto, con ramificaciones desde poca altura.

Madera: apreciada para muchos fines, excelente leña y muy apto para elaborar carbón vegetal.

Hoja: de textura gruesa y descomposición lenta, la abundante hojarasca inhibe el desarrollo de gramíneas no deseadas en la placa circular alrededor del pie del árbol.

Flores: blancas con forma de pincel.

Frutos: una vaina verde oscuro; la masa que cubre las semillas y que se parece al algodón es comestible; tiene mucha demanda en los mercados.

Crecimiento: una vez establecido es rápido.

Altura del ejemplar adulto: unos 15 metros.

Forma de la copa: extendida.

Comportamiento ante la poda: soporta muy bien la poda.

Desarrollo: una vez establecido desarrolla rápidamente, puede volver a brotar de la raíz en el caso de haber sido quemado por el frío o haber sido pisoteado de un animal mayor.

Utilización: en el trópico húmedo es comprobada su función trascendente en sistemas agroforestales, sobre todo en la producción de cacao y café, por la sombra, la fertilización del suelo, como frutal y proveedor de leña y madera, melífera.

Especie forrajera: en bajas cantidades.

31 Fuente foto: Noemi Stadler-Kaulich

Bondades en un sistema agroforestal: la raíz pone a disposición de las especies vecinas el nitrógeno y el fósforo; la copa protege contra el mal tiempo y la insolación; la abundante hojarasca por su descomposición lenta cubre el suelo de manera muy eficiente y retrasa el crecimiento de gramíneas indeseadas; la materia orgánica de la hojarasca descompuesta aumenta la fertilidad del suelo y su capacidad de almacenar humedad.

Asociaciones exitosas: con todos los frutales que necesitan nitrógeno y fósforo, por ejemplo la palta y los cítricos.

Manejo: poda periódica para evitar que crezca muy alto, lo que haría difícil la poda y la cosecha de su fruto; en combinación con cultivos anuales de mucha necesidad de luz se puede mantener a una altura de 1,5 m a través de una poda periódica drástica.

Función en el ecosistema: las raíces nitrifican el suelo y apoyan el reciclaje del fósforo; es forrajera para rumiantes; melífera; aporta materia orgánica que mejora la fertilidad del suelo y aumenta su capacidad de almacenar humedad.

Propagación: por semilla: vale la pena utilizar la semilla del lugar para que la planta tenga mayor resistencia a condiciones adversas como olas de frío, heladas y sequías prolongadas.

Problema: durante su juventud esta especie es sensible al frío y es quemada por éste, generalmente vuelve a brotar de la raíz y cada vez crece más alto, hasta que el frío ya no le hace daño.

RETAMA³²



Nombre común: retama

Nombre científico: *Spartium junceum*

Origen: Mediterráneo

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Secundario III

Características de la especie: leguminosa arbustiva, resistente a la sequía, trampa del pulgón negro, raigambre mitiga el peligro de la erosión y deslizamientos.

Clima: clima templado, resiste algunas horas de temperaturas bajo cero grados Celsius.

Suelo: prefiere suelos sueltos, se adapta a suelos degradados y pedregosos.

Raigambre: raigambre fuerte y extensa que sujeta el suelo, no es agresiva.

³² Fuente foto: Noemi Stadler-Kaulich

Hoja: hojas muy pequeñas que se van perdiendo al avanzar la temporada de sequía, entonces la planta realiza la fotosíntesis a través de la corteza de las ramas verdes disminuyendo considerablemente la evaporación.

Flores: papilionadas de color amarillo.

Frutos: legumbres o vainas aplanadas de color café claro cuando están maduras.

Crecimiento: regular, más rápido en suelos más fértiles y húmedos que en lugares degradados y secos.

Altura del ejemplar adulto: hasta 5 m.

Forma de la copa: emergente y ralo.

Comportamiento ante la poda: soporta muy bien la poda.

Utilización: sujeta el suelo en cárcavas o en el borde de terrazas, sus flores amarillas son buscadas por las floristas.

Especie forrajera: es una forrajera muy palatable para el ganado vacuno, ovino y caprino.

Bondades en un sistema agroforestal: por ser leguminosa sus raíces nitrifican el suelo; es especie amigable y de acogida de otras más sensibles al clima andino; se puede podar según la necesidad de la planta vecina.

Asociaciones exitosas: se puede asociar con todos los frutales.

Manejo: poda periódica para mantener la especie en su tamaño y forma correspondientes.

Función en el ecosistema: abona el suelo a través de la nitrificación; forrajera; melífera; aporta materia orgánica.

Propagación:

- 1.) por semilla sin ningún tratamiento, trasplantar las plantas jóvenes cuando tienen unos 20 cm de altura.
- 2.) sembrar o esperar la regeneración natural después de la temporada de lluvia y proteger la planta tierna donde se encuentra con ramas u otro material para que el ganado no se alimente de ella.

Problema: la retama atrae el pulgón negro muy fuertemente, se podría decir que es una trampa para el pulgón negro; en las parcelas de Mollesnejta, donde hay retama, no hay pulgón negro, y donde no hay Retama está presente el pulgón negro aunque en ningún lugar como plaga.



Nombre común: tagasaste, árbol de alfalfa, falso árbol de alfalfa, árbol de lucerna, alfalfa arbustiva.

Nombre científico: *Chamaecytisus proliferus* ssp. *palmensis*

Características de la especie: leguminosa arbustiva perenne; abona el suelo con nitrógeno y material orgánico; forrajera rica en proteínas; tolera muy bien la poda; crecimiento rápido; resistente a la sequía; reproducción fácil por semilla; no se quema con facilidad porque se mantiene verde durante la estación seca.

Origen: Isla de La Palma/ Islas Canarias, introducido en 1998 por el Centro de Investigación en Forrajes CIF-UMSS/Cochabamba para la protección de laderas y como forraje para el ganado en temporada de sequía.

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Secundario III

Suelo: requiere suelos arenosos ligeros y bien drenados; se adapta a suelos degradados y pedregosos.

Raigambre: la raíz puede alcanzar más de 10 metros de profundidad, lo que explica su resistencia a la sequía; es necesario un buen drenaje porque es sensible a la asfixia radicular y ataques por hongos en circunstancias de saturación de agua.

Hoja: trifoliadas, parecida a la de la alfalfa.

Flores: blancas cremosas.

Frutos: vainitas de unos tres cm de largo y de color café oscuro, casi negro cuando maduras; al cosechar las vainitas se abren y saltan las semillas pequeñas.

Crecimiento: rápido.

Altura del ejemplar adulto: máximo 6 metros en el caso de no podar.

Forma de la copa: extendida.

Comportamiento ante la poda: muy bueno; recuperación rápida; en un árbol de cinco años el desarrollo de una rama puede ser alrededor de tres m de largo.

Desarrollo: en estado de juventud la planta es frágil, sensible a las heladas, al pisoteo y al pastoreo; como planta adulta puede soportar heladas hasta -9°C y desarrolla bien hasta 3.000 m.s.n.m.

Utilización: forraje rico en proteína (20-28%) sin problemas de toxicidad y muy palatable, sobre todo es utilizado para el ramoneo; acompañante de especies sensibles a la insolación, al viento, al frío y a la helada; útil en la formación lenta de terrazas.

³³ Fuente foto: Adriano Fernández

Bondades en un sistema agroforestal: enriquece el suelo con nitrógeno inmediatamente disponible para los cultivos; produce mucha materia orgánica; protege al cultivo y/o frutales contra el mal tiempo y la insolación.

Manejo: poda periódica para mantener el estado vegetativo.

Función en el ecosistema: abona el suelo; forrajera; melífera; aporta materia orgánica; ascensor hídrico.

Propagación:

- 1.) por semilla estratificada, sumergiéndola durante un minuto en agua hirviendo, en un sustrato arenoso y con buen drenaje; la poda de la raíz durante el repique o al plantar definitivo favorece a la misma; para el trasplante a campo definitivo la plantita debería tener unos 40 cm de altura; puede ser necesario el riego durante la primera temporada de sequía después del trasplante a campo definitivo.
- 2.) después de la temporada de lluvia, en marzo / abril alrededor del tronco debajo de la planta madre aparecen muchos hijuelos, estos son trasplantados a bolsitas de 15 cm de altura y llevados a un vivero, donde pueden desarrollar hasta su plantación a campo definitivo.

Problema: especie palatable que sufre ataques por cuyes silvestres y liebres; se puede mitigar este fenómeno cortando la paja y los arbustos bajos en el lugar para que los roedores no cuenten con protección contra aves de presa.

TECOMA STANS³⁴



Nombres comunes: tecoma amarillo, motomoto, lluvia de oro

Nombre científico: *Tecoma stans*

Origen: Continente americano con clima templado.

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Secundario III

Características de la especie: especie muy dócil, fácil de podar, produce mucha hojarasca, vuelve a brotar desde la raíz después de la tala o en el caso de haber sido arrasada por el fuego.

Clima: templado, resiste temperaturas bajo 0°C solamente durante pocas horas.

Suelo: se adapta a suelos degradados, prefiere suelos bien drenados.

Raigambre: raíz débil, no puede penetrar suelos compactados.

³⁴ Fuente foto: Noemi Stadler-Kaulich

Tronco: fuste erecto con una ramificación a partir de 1,5 metros de altura.

Madera: apreciada, fina y de dureza media, fácil de trabajar.

Hoja: caducifolia.

Flores: florece abundantemente, campanitas de color amarillo.

Frutos: cápsulas alargadas como vainitas que tienen color café claro cuando están maduras.

Crecimiento: rápido, ramas largas, la corteza de las ramas tiene numerosas lenticelas.

Altura del ejemplar adulto: hasta 15 metros, a pesar que en sistemas agroforestales rara vez se le deja llegar a esta altura.

Forma de la copa: según la poda: sin poda es piramidal y rala, mientras que con poda es coposa y globosa.

Comportamiento ante la poda: soporta muy bien la poda, incluso necesita ser podado periódicamente para formar una copa globosa.

Desarrollo: rápido.

Utilización: árbol de sombra y ornamental cerca de la casa, buena producción de materia orgánica.

Especie forrajera: en bajas cantidades.

Bondades en un sistema agroforestal: es una especie amigable con otras especies, produce mucha hojarasca que es de descomposición rápida.

Asociaciones exitosas: protege todas las otras especies, no da sombra en los meses de agosto/septiembre cuando en un cierto lapso de tiempo cambia todas sus hojas de una vez.

Manejo: poda periódica para formar una copa densa.

Función en el ecosistema: aporta materia orgánica a través de su hojarasca; forrajera; melífera; es buscado por el picaflor.

Propagación:

- 1.) por semilla sin ningún tratamiento en bolsas con sustrato en vivero, luego el trasplante a campo abierto cuando la planta tiene 25 cm de altura.
- 2.) sembrado en lugares donde el suelo tiene algo de materia orgánica y se mantiene la humedad.
- 3) por regeneración natural: la semilla es llevada por el viento a lugares favorables para la germinación.

Problema: Tiene potencial invasor en lugares con suelos fértiles y con una capa de materia orgánica que mantenga la humedad más allá de la temporada de lluvia.



Nombre común: tipa

Nombre científico: Tipuana tipu

Origen: Bolivia, Argentina, Paraguay

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: se estima que es una especie secundaria III

Características de la especie: leguminosa arbórea, resistente a la sequía, vuelve a brotar desde la raíz después de la tala o en el caso de haber sido arrasada por el fuego.

Clima: especie de regiones subtropicales.

Suelo: tolera casi todo tipo de suelos, incluyendo suelos degradados, excepto suelos con agua estancada o con problemas de drenaje.

Raigambre: raíz pivotante (en la literatura sus raíces son descritas como agresivas, lo que en el predio Mollesneja con especies de hasta 11 años de edad no se ha podido verificar).

Tronco: especie ramificada desde el principio del tronco, por lo tanto, para no obstaculizar las actividades agrícolas en la parcela, debería ser podada dejando la primera bifurcación lo más arriba que sea posible, porque sus ramas largas tienden a colgar hasta el suelo.

Madera: es valorada para la carpintería en general y para la elaboración de muebles, no es muy dura.

Hoja: en zonas con bastante lluvia o riego la especie está descrita como perenne, mientras que en lugares secos como el Valle de Cochabamba pierde sus hojas en julio, para volver a reverdecer en septiembre.

Flores: amarillas con una mancha rojita en el centro, forma amariposada, aparecen en octubre después que hayan brotado las hojas nuevas.

Frutos: una sola semilla en forma de un nudo con una alita de color café (tipo sámara), el viento en agosto y septiembre le lleva lejos, porque su forma favorece la dispersión por el viento.

Crecimiento: rápido una vez que se ha podido enraizar a partir del tercer año; su desarrollo depende mucho de la calidad del suelo y de la humedad disponible.

Altura del ejemplar adulto: hasta 30 metros.

Forma de la copa: porte ancho o extendido cuando se encuentra solitario y de porte emergente cuando se encuentra dentro de un bosque.

Comportamiento ante la poda: tolera muy bien la poda.

Utilización: muy melífera por su polen, amable con toda clase de especies vecinas, su copa ancha da semi sombra y protege de lluvias torrenciales y de la granizada; por ser especie leguminosa nitrifica el suelo.

Especie forrajera: las hojas son forraje para el ganado.

Bondades en un sistema agroforestal: nitrifica el suelo, su copa provee de sombra o semi sombra (según la poda) desde octubre hasta junio y protege especies tiernas vecinas contra el sol, el frío, la lluvia fuerte y la granizada.

Asociaciones exitosas: con todas las especies frutales.

Manejo: poda periódica para formar la copa que no obstaculice las actividades agrícolas ni el desarrollo de especies vecinas.

Función en el ecosistema: abona el suelo; forrajera; melífera; aporta materia orgánica; ascensor hídrico.

Propagación: por semilla sin que sea necesario ningún tratamiento.

Problema: su copa extendida puede proteger a especies en desarrollo, pero también obstaculizar cuando la especie vecina necesita más espacio, por este motivo es indispensable la poda periódica.

TUNA³⁶



Nombre común: tuna

Nombre científico: *Opuntia ficus-indica*

Origen: Centro América y/o estribación oeste de los Andes de Bolivia y Perú.

Clasificación relacionada a la posición en la sucesión natural: Especie secundaria III en sistemas de acumulación.

Características de la especie: Especie de cactus que puede llegar hasta los 3 metros de altura, sumamente resistente a la sequía, produce frutas, sus tallos jóvenes (nopales) son comestibles, el tallo adulto (penca) sirve de forraje, y vuelve a brotar desde la raíz

después de la tala o en el caso de haber sido arrasada por el fuego.

Clima: especie de regiones subtropicales secas.

Suelo: tolera mucha variedad de suelos aunque prefiere suelos bien drenados, es productiva en suelos degradados.

Raigambre: sistema radicular extenso que desarrolla rápidamente, pero no llega a mucha profundidad, penetra con facilidad en suelos duros y pedregosos, forma una red que aferra el suelo evitando su erosión o deslizamiento.

³⁶ Fuente foto: Adriano Fernández

Flores: florece en el mes de octubre y noviembre, las flores aparecen en la parte superior de la penca, tienen color amarillo, anaranjado, rosado o rojo.

Frutos: comestibles, pueden tener diferentes colores (verde, amarillo, rojo, guindo), de tamaño de un huevo de ganso, espinosos, pueden ser cosechados desde enero hasta abril.

Crecimiento: cada temporada crece la altura de una penca.

Altura del ejemplar adulto: unos 3 metros, para facilitar la cosecha de los frutos se debe mantener más bajo a través de la poda.

Comportamiento ante la poda: tolera muy bien la poda.

Desarrollo: la penca plantada necesita un año para enraizar, en el segundo año desarrolla pencas nuevas, puede dar fruto a partir del tercer año después de la plantación de la penca.

Utilización: fruta, forraje, mezcla para adobe; la penca depositada horizontalmente en el hoyo de plantar evita el escurrimiento del agua de riego en suelos muy sueltos, pedregosos y con mucha gravilla, y si depositada encima del suelo evita la evaporación del agua del riego.

Especie forrajera: muy buen forrajera, que además en temporada de sequía puede satisfacer la necesidad de agua del ganado.

Bondades en un sistema agroforestal: con sus pencas anchas protege contra la insolación, vientos, olas de frío y heladas, ascensor hídrico (difícilmente se seca un arbolito cercano a una tuna).

Asociaciones exitosas: con todos los frutales.

Manejo: poda periódica para mantener el estado vegetativo.

Función en el ecosistema: es una de las primeras plantas en lugares baldíos y desérticos; prepara el suelo degradado; evita la erosión y el deslizamiento de tierra; apoya a otras especies no tan resistentes a la sequía y al mal tiempo; melífera.

Propagación: mediante la penca cortada y secada al sol durante 10 días (darle la vuelta cada 4 días), que es plantada en temporada de sequía a partir de agosto en una franjita de suelo en forma “cabeza abajo” a una profundidad de un tercio de la propia penca.

Problema: en lugares donde anteriormente se producía la cochinilla, ésta puede infestar la planta y perjudicar su producción de frutas.

Con el apoyo de:



PROAGRO es implementado por:

