

Reflexión sobre el uso sostenible del suelo a través de sistemas agroforestales

Noemi Stadler-Kaulich¹, Martín Mamani

¹ Red Espacio COmpartido en Sistemas AgroForestales, ECO-SAF
e-mail: noemi.stadler-kaulich@t-online.de

1 La importancia del uso sostenible del suelo

Bolivia vive un proceso agudo de degradación y desertificación de los suelos. En el país también se hace notable el cambio climático. Este, con temporadas alargadas de sequía, lluvias torrenciales, granizadas destruyentes y vientos violentos aún acelera el problema de la pérdida de la capa arable del recurso suelo, indispensable para la nutrición humana.

Utilizar el recurso suelo de manera sostenible significa que las próximas generaciones puedan satisfacer sus necesidades alimentarias cultivando los terrenos disponibles, sin tener que destruir áreas protegidas. Es su derecho por la humanidad, que los hijos, nietos y bisnietos tanto podrán alimentarse saludablemente como disfrutar del aire limpio, la flora y fauna silvestre y tener la posibilidad de elaborar, a base de la biodiversidad conservada sustancias medicinales y otros importantes para su bienestar.

Generaciones anteriores habían sabido utilizar el suelo de manera sostenible. Recién con la revolución verde, la mecanización del labor agrícola, los agroquímicos y las supuestamente necesidades de consumo empezó el desastre que hoy en día es acentuado por el calentamiento global. Por el momento, la agricultura es realizada en su mayor parte de manera industrial, enfocando nada más que lo económico: cuanto de material es invertido, cuanto de mano de obra se necesita y cuanto de producción y rendimiento es alcanzable. Los daños colaterales como el suelo degradado por la mecanización, el ambiente contaminado por los agroquímicos, el agua disipado por un riego sobredimensionado, la pérdida de la biodiversidad por los monocultivos, la salud del hombre por el contacto con los agroquímicos y la calidad cuestionable de los alimentos tratados que ingiera no son parte de este cálculo, por la razón de no tener un valor monetario.

Los trabajos agrícolas, además son realizados como un eterno combate. Es enfrentado el suelo compactado y desnutrido, es erradicada la mala hierba y son eliminadas las plagas y enfermedades con productos sofisticados. Mientras, la naturaleza

a diario en lugares sin intervención del hombre, nos demuestra una manera de producción sumamente sostenible. Los principios de esta producción sostenible son: tratar lo menos posible la capa arable, el suelo siempre debe estar cubierto, se deben evitar los monocultivos y en caso de plagas y/o enfermedades vegetales son aplicados sustancias biodegradables.

La literatura indica que es posible alimentar la humanidad a través de la agricultura sostenible, quiere decir de manera agroecológica y preservando la naturaleza. Existen varias herramientas aprobadas para la producción sostenible, por ejemplo la agroforestería. Sistemas agroforestales buscan la forma de producir en equilibrio entre las posibilidades del lugar y las necesidades del productor, simplemente imitan la naturaleza. Consisten en uno o varios cultivos principales acompañados por una variedad de especies productivas y leñosas, entre ellos especies del lugar, quienes al consorcio proveen la diversidad necesaria para un control natural de plagas y enfermedades. Especies leguminosas en el consorcio a través de las bacterias radicícolas fertilizan el suelo. La siembra y/o plantación es realizada con un cierta densidad para asegurar una cobertura espesa del suelo, disminuyendo de esta manera los efectos de los rayos solares, la evaporación y la erosión. Es aprovechado cada espacio disponible, tanto verticalmente como horizontalmente, dando la oportunidad de cosechar en diferentes alturas o estratos. A pesar de la densidad, por la diversidad de especies no existe competencia entre las plantas, porque cada una tiene necesidades diferentes, además de alcanzar sus raíces diferentes profundidades. Al contrario, las especies dentro un consorcio se apoyan mutuamente. Las especies con raíces profundas por la caída de sus hojas y su material de poda alimentan el suelo con materia orgánica que por su descomposición enriquece el edafón, satisfaciendo a su vez las necesidades en nutrientes y humedad de aquellas especies de raíces superficiales. Entonces, en una parcela agroforestal se puede observar un ciclo de nutrientes y del agua.

En el país existen ejemplos modelo de producción en sistemas agroforestales: el cacao orgánico en Alto Beni, el café de excelencia por Caranavi y la producción frutal en Beni. Entonces, en lugares del trópico la aplicación de la agroforestería ya esta comprobada, mostrando primeros impactos a corto plazo.

2 Mitigación de riesgos con sistemas agroforestales

Mientras que los impactos de sistemas agroforestales bajo las condiciones caluroso-húmedo en el trópico boliviano dentro de pocos años se hacen notables, en los valles interandinos por las temperaturas extremas y temporadas alargadas de sequía recién son visibles a mediano plazo. No obstante, es justamente en estas regiones semiáridas, donde la aplicación de sistemas agroforestales tuviera mucho sentido, aliviando los siguientes riesgos:

- **El riesgo de la hambruna:** El cambio climático provoca estaciones de sequía alargadas, acompañados por temperaturas extremas altas y bajas, vientos fuertes, aguaceros y granizadas. Además, en medio de la estación de lluvia puede haber periodos largos de sequía. Todos estos fenómenos peligran los cultivos y la producción de forraje.

En parcelas con sistemas agroforestales existe un microclima equilibrado que disminuye el estrés de los cultivos por temperaturas extremas, son protegidos los mismos de los rayos solares y de las fuerzas hídricas y eólicas. Además, un suelo saturado de materia orgánica tiene una capacidad enorme de retención de humedad, asegurando la supervivencia de los cultivos agrícolas.

- El riesgo de la degradación del recurso suelo:

Los mismos fenómenos climáticos ponen en peligro el recurso suelo, provocando erosión, deslizamiento y desertificación. Bajo la protección física de una vegetación diversificada como suele ser en sistemas agroforestales, el suelo no solamente permanece intacto, sino aún mejora su fertilidad y aumenta su capacidad de retención de humedad.

- El riesgo de la pérdida del recurso agua:

El agua es un recurso indispensable para la vida. Cuando caen aguaceros encima de terrenos depredados y suelos compactados, esta agua de lluvia escurre superficialmente en vez de infiltrar en el suelo. Como consecuencia, el almacenamiento de agua subterránea no se recupera y las vertientes se secan, disminuyendo la disponibilidad del agua potable y del riego. En lugares de implementación de sistemas agroforestales el suelo esta suavizado y aun en terrenos con pendiente el agua puede infiltrar, asegurando las fuentes de agua.

- El riesgo de inundaciones y cambios del curso de ríos:

La cantidad de agua de las lluvias torrenciales que no logra rezumarse en los suelos compactados y desnudos, escurre superficialmente y llena los ríos provocando su desborde. En terrenos de producción con sistemas agroforestales puede infiltrar el agua de lluvia e la implementación de sistemas agroforestales a lo largo de los ríos aseguraría el curso del lecho por la estabilización de sus bordes.

- El riesgo de la salud humana:

Los monocultivos exigen aplicaciones periódicas de agroquímicos, como herbicidas, insecticidas, funguicidas y fertilizantes químicos. Estos contaminan el aire, el agua potable y los alimentos, poniendo en riesgo la salud del hombre. En sistemas agroforestales, el equilibrio natural por la biodiversidad protege contra la propagación de plagas. La diversidad de especies vegetales fomenta a su vez la diversidad y la actividad de microorganismos en el suelo, mejorando su fertilidad en todo sentido.

- El riesgo de la pérdida de la biodiversidad:

Bolivia es un país con *hot spots* de biodiversidad, una riqueza todavía subestimada que algún día podría ser de mayor beneficio para la humanidad. Los monocultivos, sobre todo aquellos que consisten en especies transformadas genéticamente, hacen peligrar los recursos genéticos originarios. Parcelas de sistemas agroforestales son lugares de refugio y protección de la diversidad de flora y fauna local. Además, la producción en sistemas agroforestales hacen perder la costumbre de la quema para

preparar el terreno agrícola (*chaqueo*), una práctica sumamente peligrosa para la biodiversidad y un factor provocador del cambio climático.

- El riesgo de la dependencia de agroquímicos:

Los agroquímicos, quiere decir los insecticidas, herbicidas y fertilizantes, son productos de importación, cuyos precios están relacionados a divisas extranjeras, que suben paulatinamente. Una mayoría de estas sustancias tienen etiquetas coloradas avisando el peligro de contaminación para el medio ambiente y el ser humano. En sistemas agroforestales, la fertilidad del suelo, el equilibrio natural entre los insectos benéficos y perjudiciales, la salud vegetal en general y la densidad de especies productivas, hacen innecesario estos productos.

Entonces, los sistemas agroforestales apoyan la seguridad alimentaria con alimentos saludables y diversificados, proveen de plantas medicinales, miel, forraje y leña, protegen los recursos suelo, agua, aire y biodiversidad, permiten cultivar terrenos con pendiente, aumentan la fertilidad del suelo y mejoran su capacidad de retención de humedad, reducen los riesgos de sequía, inundación e insolación, protegen el medio ambiente, capturan cantidades considerables de CO₂ y permiten la regeneración de lugares degradados. Además, el manejo de sistemas agroforestales requiere mano de obra, asegurando de este modo fuentes de trabajo en el área rural y mitigando la migración.

3 Un ejemplo práctico de recuperación de suelo a través de sistemas agroforestales

El hecho de que es posible volver a producir en suelos degradados es de mucha importancia, porque cada día el ser humano aumenta de número, mientras que los terrenos productivos no pueden ser ampliados, al menos sin invadir áreas protegidas. Un ejemplo de proceso de recuperar la fertilidad de un suelo sumamente degradado se está experimentando en el Valle de Cochabamba, Cantón Anocaraire, Combuyo Alto. En 2001 fue implementado en un terreno degradado y erosionado una parcela agroforestal de 1,25 ha. Las especies productivas plantadas en esta parcela son: olivo o árbol de aceituna (*Olea europaea*), cítricos (*Citrus aurantium*, *Citrus lemon*), higo (*Ficus carica*), guayaba (*Psidium guajava*), tuna (*Opuntia ficus-indica*), y ciruelo (*Prunus sp.*); las especies acompañantes son: jacarandá (*Jacaranda acutifolia*), acacias (*Acacia floribunda*, *Acacia melanoxinum*, *Acacia dealbata*, *Acacia saligna*), retama (*Cystisus scoparius*), tipa (*Tijuana tipu*), fresno (*Fraxinus americana*) y tres ejemplares de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en el lindero. Durante el estado juvenil de los árboles, se aprovechó el espacio libre con la siembra de cultivos de ciclo corto. A partir del cuarto año se dejó crecer el pasto nativo (*Melinis repens*), que apareció junto con una regeneración sorprendente de especies locales y medicinales como molle (*Schinus molle*), chirimolle (*Zanthoxylum coco*, *Tecoma sp.*), chacatea (*Dodonaea viscosa*), thola blanca (*Parastrephia lepidophylla*), wira wira (*Achyrocline ramosissima* Britton ex Rugby, *Gnaphalium dombeyanum*), khatari papa (*Asterostigma pavonii*), muñi blanco (*Bidens pseudocosmos*), tian tian (*Trixis aggregata*), misi ningri (*Portulacca sp.*), tomate silvestre (*Physalis peruviana*), quirquiña (*Porophyllum ruderale*), huaranguay (*Tecoma garrocha*) y

otros que solamente pudieron ser identificadas por sus nombres en Quechua (sunch'u, nujchu, muñi negro, llantín negro, suicu, chumu chumu, moajachi y rara rara, garetilla, layu, ayacana machu, yana thola).

Los resultados de esta experiencia de agroforestería sucesional experimentando la regeneración del suelo y de la biodiversidad local son muy prometedores. El suelo que anteriormente había sido sumamente degradado por erosión, quedando en la superficie nada más que piedras, dentro de ocho años, por el material orgánico depositado, ha recuperado una capa vegetal. Aunque hubo ataques serios de hormigas cortahoja, se aprendió de convivir con este insecto que en el subterráneo trabaja a favor de las plantas. También hay presencia del pulgón negro, aumentándose en mismo tiempo el número de las maraquititas, devorador de este insecto chupador. No existiendo otras plagas ni enfermedades en esta parcela, se puede concluir que se encuentra en un equilibrio natural saludable.

Las actividades de manejo de esta parcela eran al principio (2002 hasta 2004) la siembra de especies de ciclo corto como el girasol, haba y la arveja con el fin de tener para el autoconsumo y proveer el suelo con materia orgánica, quedándose toda paja tendida por el suelo (*mulch*). Posteriormente (2005 hasta 2007), una vez al año (en enero/febrero), se cortó la gramínea silvestre *Melinis repens*, cubriendo con la paja cortada el suelo y sobre todo la placa circular alrededor de los pies de los árboles productivos. Este trabajo efectuado con hoz debía ser realizado con sumo cuidado para no lastimar la regeneración natural. Por la alza del costo de mano de obra, a partir de 2008 ya no fue cortada la gramínea. La poda de formación y después la poda de manejo de las especies frutales se realiza anualmente desde medianos de julio, pasadas las heladas nocturnas. La poda de los arbustos y árboles de especies acompañantes se realiza en dos ocasiones durante el año, en enero y julio, cuidando proveer las especies productivas con el espacio necesario para su desarrollo adecuado y manteniendo la forma característica de las copas de las especies acompañantes. Todo material orgánico proveniente de la poda es picado y depositado en el suelo (*mulch*), sobre todo alrededor de los árboles productivos, dando protección física al suelo y alimentando el edafón. Durante el primer año, el riego fue realizado con balde de 10 L para los arbolitos que presentaban estrés por sequía. Los cultivos a corto plazo fueron regados por aspersor durante las noches, siempre y cuando fue necesario. En los siguientes dos años, durante la temporada de sequía, solamente los frutales recibían un balde de 10 L de agua por semana. Posteriormente, por haber exigido a las especies arbóreas un desarrollo intensivo y profundo de sus raíces, ya no había la necesidad de regar. Además, la densidad de las especies, junto con la capa de *mulch*, tiene un efecto protector de los rayos solares y los vientos secos, impidiendo la evaporación. Fuera de ello, con el tiempo la descomposición de la materia orgánica aumenta la capacidad de retención de humedad en el suelo.

Las especies acompañantes chacatea, thola, tipa, molle, jacarandá, acacias, retama e incluso el eucalipto, bajo las condiciones semiáridas del Valle de Cochabamba son de mucho valor en una parcela agroforestal, porque son resistentes a la sequía y apoyan el

crecimiento de las especies productivas por su protección de los rayos solares, el viento y el frío. También dinamizan el desarrollo del consorcio en la parcela, suavizan el suelo y soportando bien la poda, ofrecen mucho material orgánico para cubrir y alimentar el suelo. En marzo de 2007, 5,5 años después de haber implementado esta parcela, se podían cosechar las primeras frutas de tuna. En 2008, aparte de tunas ya habían algunos limones, aumentándose su cantidad en 2009. Además, cada año se presenta una mayor diversidad de especies locales de regeneración natural.

Con este experimento queda comprobado que sí es posible lograr que vuelva a producir un terreno sumamente degradado y en mismo tiempo realizar un servicio ambiental en forma de la recuperación de la biodiversidad local y de la protección de los recursos naturales.

4 Rentabilidad de la aplicación de sistemas agroforestales

Sistemas agroforestales son consorcios de una diversidad de especies quienes por su equilibrio natural no necesitan la aplicación de agroquímicos, razón por la cual la cosecha es de alta calidad nutritiva y saludable. A través de sistemas agroforestales pueden ser aprovechados terrenos sin valor para la agricultura mecanizada por estar sumamente erosionados, pedregosos y/o con una pendiente fuerte. La aplicación de sistemas agroforestales protege e incluso regenera la biodiversidad local, mejora la calidad del suelo, posibilita la infiltración del agua de lluvia, asegurando de este modo el afluente a las vertientes y el almacenamiento acuífero subterráneo, como también aporta a la captura de CO₂ a través del crecimiento de las especies y la humificación del suelo. Hasta la fecha, la sociedad no ha determinado un valor monetario para estos beneficios, aunque tales servicios ambientales y sociales deberían tener su precio.

El costo de la implementación de la parcela de 2.500 m² arriba descrita con alrededor de 300 plantas arbóreas por 1.000 m² fue de Bs 7.970 (7.250 para plantines y 720 para la mano de obra en la plantación). Respecto al manejo, este en los primeros tres años equivalía a 900 Bs/año (15 jornales c/u Bs 60), desde entonces ha disminuido a una tercera parte, equivalente a Bs 300 (5 jornales c/u Bs 60). Sumando los gastos, esta parcela hasta fines de 2009 ha costado un total de Bs 12.170.

En esta parcela, las especies de corto plazo y los árboles frutales han dado primeras cosechas para el autoconsumo. Además, fueron cosechadas plantas medicinales, leña y las flores han aumentado la producción de miel en las colmenas propias. La especie *Olea europea* recién entrará en producción a partir de sus 15 años de desarrollo para producir hasta 150 años de edad. La producción mínima anual por árbol en la literatura es estimada en 10 kg de aceitunas. El precio actual de la aceituna sin procesar en el mercado internacional es entre 3,5 hasta 20 Bs/kg, dependiendo de la calidad de los frutos, quiere decir del porcentaje de frutos con daños de la cosecha, su tamaño y el contenido de acidez. La cosecha se puede realizar a mano, sacudiendo las ramas hasta que se caen los frutos maduros sobre un toldo tendido bajo el árbol, o con maquinaria en forma de un gran peine que arrastra las frutas junto con hojas y ramitas. Multiplicando la cantidad mínima de cosecha por el valor de las aceitunas crudas da una

suma entre 35 y 200 Bs/árbol. Entonces, el número de 20 árboles de aceituna en esta parcela cada año daría una producción de por lo menos 200 kg de aceitunas crudas con un valor entre 700 y 4.000 Bs / año, restando de este para el cálculo de rentabilidad los gastos para la mano de obra por la cosecha.

En este cálculo solamente es considerado la cosecha de los árboles de aceituna, porque los otros frutales son de diversas especies y es difícil de calcular tanto las cantidades como el valor al futuro de la producción anual.

Hasta este momento no se puede hablar de rentabilidad económica en esta parcela de agroforestería, porque el ingreso por las aceitunas será a futuro. A pesar de esto, ya se puede estimar que la implementación de esta parcela agroforestal significa una inversión que anualmente, durante cuatro a cinco generaciones dará un ingreso módico pero seguro y que al mismo tiempo significa un servicio ambiental muy necesitado por el medio ambiente.

5 Conclusión

El resultado más sobresaliente de la experiencia en esta parcela agroforestal es la recuperación de la biodiversidad local y la fertilidad del suelo en este espacio que anteriormente había sido totalmente inútil para cualquier forma de producción agrícola. Entonces, considerando el puro hecho de la regeneración natural, ha aumentado el valor de este terreno. Como bajo esta forma de producción continuamente sigue mejorando la fertilidad del suelo y el desarrollo de las especies productivas, maderables y ornamentales cada año lo embellece más, por un lado a causa de su creciente capacidad productiva sigue subiendo su precio monetario, por otro, el efecto de protección de los recursos naturales aumenta cada día su valor intangible.

De esta manera, debido a su esencia, los sistemas agroforestales aportan tanto a la economía del productor como también favorecen al medio ambiente. Ahora, se debe analizar la pregunta, de por qué la aplicación de sistemas agroforestales, siendo de tanto beneficio, no es de mayor difusión. Pueden existir varias posibles razones: Primero, el trabajo del manejo de un sistema agroforestal difícilmente se puede mecanizar; segundo, hacen falta conocimientos y datos de investigación interdisciplinarios (la combinación de la agricultura y la forestería) e integrales (producir según el ejemplo de la naturaleza) para una aplicación eficaz; tercero, en zonas semiáridas los impactos son a mediano hasta largo plazo; cuarto, los mercados no acostumbran valorar la alta calidad de la producción lograda en sistemas agroforestales; quinto, no existe apoyo motivador por parte del gobierno, ni a nivel local, ni departamental ni nacional.

Entonces, los marcos de condiciones económicas (el mercado, la valorización de servicios ambientales), políticos (incentivos monetarios y no monetarios para la aplicación de sistemas agroforestales, leyes y normas de uso sostenible del suelo, leyes y normas de protección de los recursos naturales suelo, agua, aire y biodiversidad), sociales (reconocimiento de la calidad de los productos y de los esfuerzos de una producción agroecológica), todo el proceso de la educación (primaria, secundaria y la

formación profesional, reconocimiento a la protección del medio ambiente) deberían someterse a ciertos cambios para enfocar un uso sostenible del suelo y la aplicación de sistemas agroforestales.

En mi concepto es un deber de la generación actual la responsabilidad de encaminar estos cambios de paradigma para asegurar la vida de las futuras generaciones. Los participantes del Primer Congreso de Sistemas Agroforestales, realizado en la ciudad de Cochabamba del 22 al 24 de septiembre de 2009, han decidido apoyar este proceso de cambio, formando una red de intercambio de conocimientos, de apoyo mutuo y de actividades conjuntas, llamado **Espacio COmpartido en Sistemas Agroforestales, ECO-SAF**. Toda persona con el deseo de afiliarse siempre estará bienvenido (más información en la página-web de ECO-SAF <http://www.ecosaf.org> o a través de la autora).