



Sistemas agroforestales y su vinculación con agricultura regenerativa en Guatemala. Un tema de análisis frente a un mundo cambiante

Agroforestry systems and their link with regenerative agriculture in Guatemala. A topic of analysis in the face of a changing world

Sandoval-García César Augusto

Datos del Artículo

Universidad Rafael Landívar.
Vice Rectoría de Investigación y Proyección.
Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología.
Departamento Interdisciplinar de Ambiente y Economía.
Campus Central.
Vista Hermosa III, zona 16.
Guatemala.

*Dirección de contacto:

Cesar Augusto Sandoval-García

Universidad Rafael Landívar.
Vice Rectoría de Investigación y Proyección.
Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología.
Departamento Interdisciplinar de Ambiente y Economía.
Campus Central.
Vista Hermosa III, zona 16.
Dirección postal: 1016.
Tel: +(502) 24262626 ext. 2651.
Guatemala.

E. mail: csandoval@urledu.gt

Palabras clave:

Agricultura regenerativa,
sistemas agroforestales,
servicios ecosistémicos,
agroforestería,
ganadería regenerativa.

J. Selva Andina Biosph.
2025; 13(2):140-161.

ID del artículo: 161/JSAB/2025

Historial del artículo

Recibido febrero, 2024.
Devuelto junio, 2025.
Aceptado septiembre, 2025.
Disponible en línea, noviembre 2025.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Keywords:

Regenerative agriculture,
agroforestry systems,
ecosystem services,
agroforestry,
regenerative livestock farming.

Resumen

Se realizó una revisión de literatura sobre los sistemas agroforestales y su importancia dentro de la agricultura regenerativa, utilizando como fuentes de búsqueda Google Scholar y Google. Las palabras clave empleadas fueron: sistemas agroforestales, agricultura regenerativa y servicios ambientales y ecosistémicos de los sistemas agroforestales. La información recopilada tiene únicamente un carácter interpretativo, por lo que los datos presentados no están sujetos a validación estadística. Entre los principales aportes de los sistemas agroforestales a la agricultura regenerativa se destacan la recuperación de suelos, conservación de la biodiversidad y manejo del agua. Asimismo, se resalta su contribución a la promoción de programas de reforestación en Guatemala; favoreciendo la gestión sostenible de los recursos naturales y del ambiente. Se identificaron también especies que pueden incorporarse en los cultivos de mayor cobertura dentro de los sistemas agroforestales en Guatemala. Además, se presentan elementos que permiten fomentar una internalización consciente de la dimensión ambiental en los procesos de recuperación de tierras degradadas mediante estos sistemas. A nivel territorial, se señala un potencial de implementación de sistemas agroforestales equivalente al 27 % del país, con las áreas actualmente cubiertas por pastos para la producción ganadera como las que presentan el mayor potencial.

2025. *Journal of the Selva Andina Biosphere*®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

A literature review on agroforestry systems and their importance within regenerative agriculture was carried out using Google Scholar and Google as search tools. The keywords used were agroforestry systems, regenerative agriculture, and environmental and ecosystem services of agroforestry systems. The information collected is solely interpretative, and the data presented are not subject to statistical validation. The main contributions of agroforestry systems to regenerative agriculture include soil restoration, biodiversity conservation, and water management. Their role in supporting reforestation programs in Guatemala is also emphasized, as these programs promote the sustainable management of natural resources and the environment. In addition, species that can be incorporated into the main cover crops of agroforestry systems in Guatemala were identified. Elements are also presented that encourage a conscious internalization of the environmental dimension in the recovery of degraded lands through these systems. At the territorial level, the potential for implementing agroforestry systems in Guatemala is estimated at 27%, with grasslands currently used for livestock production showing the greatest potential.

2025. *Journal of the Selva Andina Biosphere*®. Bolivia. All rights reserved.



Introducción

Los sistemas agroforestales (SAF) son formas de uso, manejo de los recursos naturales, y que las especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizados en asociación deliberada en cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea, o en una secuencia temporal¹. Derivado de su implementación, se obtienen múltiples beneficios para los agricultores de las áreas donde residen. Estos sistemas pueden ser implementados en su parcela (campo abierto), o bien dentro de los linderos del traspatio de sus hogares. Por lo tanto, existe profusa y variada bibliografía que clasifica los SAF en base a diferentes características, así estos han sido clasificados según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características ecológicas, sociales y económicas prevalecientes².

Si el cultivo es agrícola, y es la razón de la actividad comercial de un agricultor, dejará que ocupen mayor cantidad de área que les permita obtener las mejores condiciones para la absorción de nutrientes, agua y luz solar. Lo anterior, condiciona la densidad, tanto de los cultivos agrícolas como de los árboles dentro del sistema de plantación, el arreglo en que se realizará la siembra, el manejo que se le dará a la plantación y los insumos a utilizar dentro de la misma.

Por su parte la agricultura regenerativa (AR) consiste en las prácticas agrícolas y de pastoreo que, entre otros beneficios, revierten el cambio climático, mediante la reconstrucción de la materia orgánica del suelo y la restauración de la biodiversidad degradada del suelo, lo que resulta en la reducción de carbono y la mejora del ciclo del agua³.

Se realizó una revisión de literatura para señalar los puntos de convergencia entre los SAF y la AR y su aplicación en la recuperación de suelos degradados,

regulación del ciclo hidrológico y la conservación de la biodiversidad, que conduzcan a la promoción de una agricultura sostenible en Guatemala.

El propósito de la revisión de literatura fue fundamentar la aplicación de los SAF en Guatemala e identificar su relación con los principios de la AR. Se identifica, además, la aplicabilidad de ambos conceptos de acuerdo con las características del uso del suelo en Guatemala.

Desarrollo

El territorio de la República de Guatemala posee una alta aptitud para el desarrollo de SAF, según el estudio de capacidad de uso de la tierra elaborado por el Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología (Iarna), un 25 % de su territorio posee una vocación para emprendimientos de cultivos bajo SAF⁴.

Para su desarrollo, en Guatemala, se fomenta los SAF mediante la ley forestal, Decreto 101-96, que en su “Artículo 53. Exenciones de licencias. Están exentos de licencia de aprovechamiento forestal: ...e) La poda y raleo de SAF”. Esto con el objetivo de promover un manejo correcto de los sistemas establecidos y su renovación cuando su plan de manejo lo estime pertinente⁵.

La promoción para el establecimiento de SAF, es a través de la Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala (PROBOSQUES), se incentiva mediante transferencias monetarias a los propietarios de tierras de vocación agroforestal por 6 años (1 para el establecimiento y 5 años de mantenimiento). Esta ley tiene una vigencia de 30 años a partir de su publicación en el (año 2015)⁶.

En el caso de poseedores de la tierra, existe otro ins-

trumento legal, el PINPEP, Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal, que incentiva los SAF por 6 años (1 año de establecimiento y 5 de mantenimiento)⁷.

Agroforestería. Al abordar el tema de SAF, es necesario definir primero el concepto que más se ajuste a nuestro objetivo de investigación, existen muchas definiciones en la literatura, una de ellas la define como un sistema sustentable de manejo de cultivos y de tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local⁸.

Otra definición de agroforestería señala, la forma de uso de la tierra, en donde existen al menos 2 clases de especies de plantas, y una de éstas es leñosa perenne y alguna de las 2 es manejada para fines agrícolas⁹, existen 3 características esenciales en esta definición, *la primera*, es que los cultivos ocupen la misma porción de área de terreno, *la segunda*, es que más de alguna de las especies arbóreas debe de ser leñosa y una *tercera*, es que una de las especies del arreglo debe de ser cultivada con fines agrícolas.

Un concepto más amplio que el anterior, define a la agroforestería como un sistema de gestión ecológica de los recursos naturales mediante la introducción de cultivos agrícolas en bosques o la incorporación de árboles en terrenos destinados a la agricultura. Su finalidad es generar beneficios ambientales, económicos y sociales de forma simultánea⁹. Se considera más que la parte agrícola y la define como un sistema de gestión, conducido a generar beneficios ambientales, económicos y sociales, no solo para los productores, sino para la sociedad en su conjunto.

La agroforestería incorpora 4 características básicas: i) *Estructura:* A diferencia de la agricultura y las ac-

tividades forestales modernas, la agroforestería combina árboles, cultivos y animales. ii) *Sustentabilidad:* La agroforestería optimiza los efectos beneficiosos de las interacciones entre las especies boscosas y los cultivos o animales. Al utilizar los ecosistemas naturales como modelos y al aplicar sus características ecológicas al sistema agrícola, se espera que la productividad a largo plazo pueda mantenerse sin degradar la tierra. iii) *Incremento en la productividad:* Al mejorar las relaciones complementarias entre los componentes del predio, con condiciones mejoradas de crecimiento y un uso eficaz de los recursos naturales (espacio, suelo, agua, luz). iv) *Adaptabilidad cultural/socioeconómica:* A pesar de que la agroforestería es apropiada para una amplia gama de predios de diversos tamaños y de condiciones socioeconómicas, su potencial ha sido particularmente reconocido para los pequeños agricultores en áreas marginales y pobres de las zonas tropicales y subtropicales^{10,11}.

La agroforestería implica una serie de técnicas que incluyen la combinación, simultánea o secuencial, de árboles y cultivos alimenticios, o bien árboles y ganado (árboles en los pastizales o para forraje), o los 3 elementos¹². Acá se adiciona la crianza de ganado como parte de las técnicas producción dentro de un sitio específico. Se agrega dentro del término un conjunto de prácticas agropecuarias que se realizan en el mismo lugar y al mismo tiempo (prácticas simultáneas), o aquellas desarrolladas en el mismo sitio, pero en épocas diferentes (prácticas secuenciales). Por lo que se da énfasis a que el desarrollo de estas prácticas pueda ser en forma simultánea o secuencial.

Es de considerar además, que la agroforestería se ha utilizado para satisfacer diferentes necesidades de los habitantes de un sitio en particular, pueden ser de producción de forma extensiva a diferentes escalas (campos abierto) o bien para la producción de autosuficiencia en pequeñas escalas, para la satisfacción de las necesidades alimenticias de una familia en

particular, o de comunidades pequeñas, por lo tanto puede ser considerada como una alternativa del uso de la tierra, con diferentes objetivos, uno de ellos puede ser para la recuperación de paisajes degradados de la cobertura boscosa o para suelos en áreas degradadas¹². Por consiguiente, la agroforestería no solo es una forma de combinar vegetación en espacio y tiempo, sino que puede ser una técnica para la recuperación de ecosistemas que estén degradados. La agroforestería es una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen las condiciones siguientes: i) cultivo múltiple con al menos 2 especies manejadas. ii) al menos 1 especie leñosa perenne. iii) las especies interactúan biológicamente¹². Por lo tanto, las especies que se seleccionen para el establecimiento del sistema deben de contener alguna de las características mencionadas.

Se han pronunciado planteamientos van más allá de solo el concepto de la agroforestería, al relacionarla con el impacto que esta pudiera tener para la conservación de la biodiversidad, siendo estos: i) una oportunidad para el medio ambiente y la sustentabilidad de la población principalmente la que habita en áreas rurales, ii) un medio de vida agrícola que tiene influencia directa en la conservación del medio ambiente y la biodiversidad del planeta, iii) aporta conocimientos tradicionales y funcionalidad productiva, iv) propicia la conservación de la biodiversidad y bienestar humano¹³. Este término incluye la residencia de los beneficiarios que incorpora además el conocimiento tradicional y los beneficios que este puede tener para la biodiversidad y el bienestar humano.

Además, la agroforestería promueve la biodiversidad, puesto que integra diferentes especies de plantas y animales, propicia un hábitat diverso, alberga una variedad de organismos, desde insectos polinizadores hasta aves y mamíferos. La biodiversidad es esencial para el equilibrio de los ecosistemas y ayuda a prevenir la propagación de plagas y enfermedades¹⁴.

La agroforestería ofrece múltiples ventajas ambientales, que son fundamentales para la conservación de recursos naturales. En primer lugar, este sistema ayuda a mejorar la calidad del suelo. Los árboles contribuyen a la formación de humus, lo que incrementa la fertilidad del suelo y su capacidad para retener agua. Esto es especialmente importante en regiones propensas a la sequía, donde la disponibilidad de agua es crucial para el crecimiento de los cultivos¹⁴. En cuanto a la biodiversidad esta es más latente cuando se trata de huertos familiares¹⁵, en una revisión de información sobre la biodiversidad en los huertos familiares en México, encuentra un registro de 1400 especies de plantas utilizadas en estos sistemas. Dentro de éstas documentan 537 especies de plantas herbáceas, 224 de arbustos y 228 de árboles; de las cuales 572 especies tienen uso medicinal, 528 son ornamentales, 442 comestibles y 682 tienen otros usos¹⁵. Esto es un indicador del potencial de los huertos familiares para la conservación de la biodiversidad y la conservación de especies que pueden ser endémicas en determinados territorios.

Sistemas agroforestales. En hilo con la agroforestería están los SAF que son modos de producción que combinan especies forestales con especies agrícolas e incluso pecuarias. Estas especies se establecen y desarrollan dentro del mismo espacio y en el mismo período (de tiempo), con el fin de optimizar el uso del terreno, diversificar las plantaciones, aportar a la biodiversidad y aumentar la productividad lo que se conoce como SAF simultáneos¹¹. En el diseño de este tipo de SAF hay que tener cuidado con la estratificación horizontal o vertical que puedan tener las plantas del sistema, y siempre privilegiar la especie que sea el objetivo comercial del agricultor.

La diversidad puede aumentarse en el tiempo, mediante el uso de rotaciones de cultivos o cultivos secuenciales, en un mismo espacio, a través del uso de cultivos de cobertura, cultivos intercalados y los sistemas mixtos de producción de cultivo y ganado, lo

que comúnmente se conoce como SAF secuenciados¹¹. Estos sistemas son utilizados para la mejorar la estructura del suelo, por medio de los cultivos de cobertura, que son plantas que se siembran con el fin de proteger y mejorar el suelo.

Clasificación de los SAF. Existen diferentes formas de clasificar los SAF. Así, estos han sido clasificados según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción, así como, las características ecológicas, sociales y económicas prevalecientes². Esto nos indica que los SAF son sistemas multifuncionales y complejos, cuya organización depende de cómo estos están organizados, y de las condiciones prevalecientes de los ecosistemas donde se desarrollen.

Se pueden seguir considerando otras clasificaciones, como los productos y el tipo de combinaciones entre sus componentes, o por la base de los productos que se pueden obtener, y el tipo de combinaciones entre los componentes. También se pueden basar en la escala y los objetivos de producción, y establece que son SAF comerciales, de subsistencia e intermedios². Al referirnos a la escala de producción, nos indica la naturaleza misma por la cual los establecemos.

Los 3 principales componentes agroforestales, plantas leñosas perennes (árboles), cultivos agrícolas y animales (pastizales), definen las siguientes categorías: i) *Sistemas agrosilvícolas*: el uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente, consisten en alternar árboles y cultivos de temporadas (anuales o perennes). ii) *Sistemas silvopastoriles*: combinación de árboles y pastizales, para la producción de madera, alimento y forraje para sostener la producción animal. iii) *Sistemas agrosilvopastoriles*: sistemas en los que la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas, y para la crianza de animales domésticos, alternar árboles, cultivos de temporada y pastizales para sostener la producción animal^{11,16}.

Se adiciona uno más: i) *Sistemas de producción forestal de multipropósito*: en los que las especies forestales se regeneran y manejan para producir no sólo madera, sino también hojas y/o frutas que son apropiadas para alimento y/o forraje¹¹.

Otros SAF se pueden especificar, como la apicultura con árboles, la acuicultura en zonas de manglar, lotes de árboles de multipropósito y así sucesivamente. Los componentes se pueden disponer temporal o espacialmente y se utilizan varios términos para señalar las variadas disposiciones¹¹. Esta es una clasificación amplia, se combinan plantas, árboles y animales, y que los agrupa dependiendo del componente principal del sistema.

Derivado de la complejidad de los SAF, es difícil enmarcar su clasificación bajo un solo esquema. Existen clasificaciones que se basan en la estructura o función del sistema, las zonas agroecológicas, estas últimas, se conciben como el espacio geográfico que presenta regularidad en su variabilidad edáfica, climática u orográfica, con una respuesta similar en su potencial agrícola, donde el sistema existe o es adoptable de acuerdo con el escenario socioeconómico (escalas de producción y nivel de manejo del sistema)^{12,17}. Por lo tanto los SAF no pueden tener una clasificación única, en virtud que estos pueden variar dependiendo del contexto agroecológico en el cual se desarrollan, y de las condiciones socioeconómicas y sociales de los productores.

Una clasificación basada en la estructura, es la siguiente:

Sistemas agrosilvoculturales: i) agricultura migratoria con manejo del barbecho. ii) cultivo en plantaciones forestales y sistema “Taungya”. iii) árboles para sombra de cultivos. iv) árboles en parcelas de cultivo (cercas vivas, cortinas rompevientos, árboles en linderos, o árboles dispersos). v) leñosas como soportes vivos. vi) huertos caseros mixtos. vii) cultivo en callejones.

Sistemas silvopastoriles. i) árboles o arbustos dispersos en potreros. ii) pastoreo en plantaciones foresta

les o frutales. iii) bancos forrajeros o bancos de proteína. iv) pastura en callejones.

Sistemas especiales. i) silvoentomología (árboles para apicultura). ii) silvoacuicultura (árboles para piscicultura).

Una síntesis de los planteamientos de Mendieta Lopez & Rocha Molina¹² sobre las características de los SAF se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1 Características de los sistemas agroforestales¹²

Sistema	Modalidad	Característica	Objetivo	Recomendaciones de manejo
Agrosilvoculturales.	Agricultura migratoria con manejo del barbecho.	Los árboles y los cultivos agrícolas son dispuestos secuencialmente, en tiempo y espacio.	Sistemas de subsistencia orientados a satisfacer las necesidades básicas de alimentos, combustibles y habitación.	Introducción de leguminosas y árboles de especies frutales o maderables de uso comercial.
	Cultivo en plantaciones forestales y Sistema "Taungya.	Métodos de establecimiento de plantaciones forestales en los cuales los cultivos anuales se llevan a cabo simultáneamente con las plantaciones de árboles.	Combinar árboles y cultivos de manera simultánea durante el período de establecimiento de la plantación, conocido como el sistema Taungya, que es consiste en que cultivos a corto plazo se producen en los primeros años de la plantación de especies leñosas perennes, a fin de utilizar la tierra, controlar malezas, reducir los costos de establecimiento, generar ingresos y estimular el desarrollo de las especies leñosas perennes.	El sistema Taungya es un medio de reducir los costes de las plantaciones forestales y al mismo tiempo de contribuir a resolver los problemas sociales.
	Árboles para sombra de cultivos.	Combinación simultánea de árboles y cultivos perennes.	Diversificar la producción, es decir, abastecer de madera, leña, frutas, etc. o de proveer un seguro contra las fluctuaciones de los precios del mercado.	Estos sistemas representan una alternativa cuando el uso de monocultivos no es económicamente factible debido al alto costo de productos agroquímicos.
	Árboles en parcelas de cultivo (cercas vivas, cortinas rompevientos, árboles en linderos, o árboles dispersos).	Árboles distribuidos al azar o de manera sistemática dentro o en los bordes de las parcelas agrícolas.		
	Cercas vivas.	Línea de árboles o arbustos que delimitan una propiedad.	Obtener productos de valor económico, como alimento humano, forraje, productos medicinales, leña y nuevos postes para cercas.	La selección de las especies adecuadas es un aspecto crítico. Las características deseables incluyen: rapidez de crecimiento, facilidad de reproducción vegetativa, rapidez en el rebrote después de la poda, y provisión de beneficios tales como madera, leña o forraje.
	Cortina rompevientos.	Líneas de árboles (de una a diez) que protegen un campo de pastos, cultivo o árboles contra el viento.	Reducir la velocidad del viento en parcelas con fines agropecuarios.	Es necesario tener en cuenta la altura de los cultivos y su vulnerabilidad al viento en las diferentes etapas de crecimiento.
	Árboles en linderos.	Línea de árboles maderables que delimitan una propiedad.	Producción de madera o frutos en áreas subutilizadas.	Seleccionar una especie de alto valor comercial y con un crecimiento apical rápido.
	Leñosas como soportes vivos.	Árboles como soportes para plantas trepadoras de interés económico.	Propagación por estacas. Producción de raíces.	Algunos tutores proporcionan productos adicionales como madera, forraje, frutos comestibles,

		ces abundantes y crecimiento rápido. Soportar la poda frecuente.	material para artesanías y madera para carpintería.
	Huertos caseros mixtos.	Asociación íntima de árboles y/o arbustos de uso múltiple con cultivos anuales y perennes y animales en las parcelas de hogares individuales.	Producción de especies animales y vegetales para cubrir las necesidades básicas de familias.
	Cultivo en callejones.	Asociación de árboles o arbustos (generalmente fijadores de nitrógeno) intercalados en franjas con cultivos anuales.	Utilizar los residuos de la poda de los árboles como abono verde para mejorar la fertilidad del suelo, y como forraje de alta calidad.
	Combinación de especies forestales o frutales y animales, sin la presencia de cultivos.	En situaciones en donde la ganadería constituye un uso ineficiente de la tierra, cuando se agregan los productos arbóreos (leña, madera, fruta, forraje) el sistema se puede volver ecológica y económicamente más viable.	La elección de las especies de árboles. Además de proveer sombra, los árboles contribuyen al mantenimiento del nivel de materia orgánica del suelo y la hojarasca actúa como capa protectora.
Silvopastoriles.	Árboles o arbustos dispersos en potreros.	Los animales se alimentan con pasto que crece bajo los árboles en forma natural, o con pasturas, si se siembran bajo los árboles.	Obtención de ingresos, tanto a corto como a largo plazo, por medio de los productos animales y arbóreos.
	Pastoreo en plantaciones forestales o frutales.	Los animales pastorean en una plantación, que puede ser de árboles para leña, maderables o frutales.	En estos sistemas el objetivo principal es la ganadería; en forma secundaria, se puede lograr la producción de madera, leña o frutas.
	Bancos forrajeros o bancos de proteína.	Presencia de animales y del forraje necesario para su alimentación.	Al cortar las parcelas de bosque para destinarlas a la ganadería, dejar en pie los árboles valiosos.
Especiales.	Pastura en callejones.	Establecimiento de forrajeras dentro de hileras de árboles o arbustos.	La asociación se puede comenzar cuando los árboles tienen edad suficiente como para no ser dañados por los animales.
	Silvoentomología (Ej. árboles para Apicultura).	Cuando los árboles son utilizados para criar insectos útiles.	Plantación forestal para la obtención de forraje con fines de la suplementación animal.
	Silvoacuicultura (Ej. árboles para Piscicultura)	Los peces también pueden ser suplementados con hojas de árboles y la piscicultura puede ser beneficiada por diversos productos y servicios que proporcionan los árboles.	Proveer forraje de buena calidad; mejoramiento de la fertilidad del suelo, y reducción de la pérdida de nutrientes.
			Desarrollar una actividad productiva en donde los insectos están bajo el control del hombre.
			Sembrar especies leñosas alrededor de los estanques de producción de peces.
			Las técnicas de manejo de estos sistemas están dirigidas a la conservación de la capacidad productiva de los suelos.
			Las especies a considerar deben de poseer las siguientes características: Adaptación a las condiciones de suelo y clima; tolerancia a la poda y/o pastoreo; buen valor nutricional.

Agricultura Regenerativa. Es el enfoque productivo que enfatiza la protección y restauración de los recursos naturales (principalmente el suelo, pero también el agua y la biodiversidad) para suministrar múltiples

beneficios a los agricultores, el medio ambiente y la sociedad¹⁸. Se hace énfasis en la protección de los re-

cursos naturales, sin embargo, carece de concepciones más recientes como la resiliencia, la sostenibilidad y el cambio climático¹⁹.

La AR es una filosofía y enfoque agrícola que se centra en la restauración y mejora de la salud del suelo, la biodiversidad y la integridad del ecosistema en su conjunto. Cuando aplicada en SAF multiestratificados (SAFM), busca la armonización de cultivos de diversas capas en un solo espacio, fomentando la biodiversidad, maximizando la eficiencia de recursos y generando beneficios a largo plazo²⁰.

La AR consiste en poner la atención sobre los principales procesos ecológicos que ocurren en un ecosistema agrícola o ganadero, para trabajar junto con la naturaleza en sostener e incrementar la productividad a mediano y largo plazo. Considerada de esta forma, la AR es una vía para lograr la intensificación ecológica de la producción agropecuaria²¹. Acá se adiciona el ecosistema para la producción ganadera y la productividad del sistema.

La base de la AR radica en el respeto y entendimiento profundo de los procesos naturales que sustentan la vida en la tierra. Se enfoca en principios como la minimización de la perturbación del suelo, la maximización de la diversidad biológica, la incorporación de materia orgánica, la promoción de ciclos naturales de nutrientes y la integración de cultivos y ganado²¹.

Con un énfasis en la armonización con los ciclos naturales, la AR no solo apunta a una producción sostenible, sino que también aborda la resiliencia de los sistemas agrícolas frente al cambio climático y otros riesgos²².

En resumidas cuentas, la AR parte de una consigna simple, incrementar y mejorar la capacidad de producción de los ecosistemas, a partir de la regeneración del suelo, logrando una mayor infiltración y retención de agua, y aumentando la biodiversidad, replicando el proceso de sucesión natural²³. Vemos como a medida que se van desarrollando nuevos conceptos estos se van complejizando en la búsqueda de los procesos de regeneración natural.

La implementación de la AR debe tener ciertas características básicas: i) La AR está enfocada en resultados. No establece unas prácticas específicas, sino que se centra en alcanzar objetivos concretos vinculados a múltiples aspectos de la sostenibilidad (medioambiental, económica y social). ii) La AR es flexible. Guiado por principios agronómicos y ecológicos generales y por prácticas ampliamente definidas, este enfoque puede adaptarse a la producción tanto a pequeña como a gran escala, así como a diferentes condiciones agroecológicas. iii) La AR se basa en evidencia científica sólida y pertinente para el contexto. iv) La adopción implica una transición o "recorrido". La AR requiere un alto nivel de conocimientos y demandan un proceso de aprendizaje y adaptación¹⁸. Se indica que la AR está enfocada en resultados, sin perder la sostenibilidad ambiental, económica y social. Al decir que se es flexible indica que puede desarrollarse a diferentes escalas y en diferentes condiciones agroecológicas, sin embargo, su instalación requiere de un alto nivel de conocimientos sobre lo que se va a realizar.

Diferentes prácticas regenerativas, pueden combinarse o aplicarse gradualmente para lograr múltiples beneficios. Para fomentar estas innovaciones, es importante la colaboración entre agricultores, actores de la cadena de suministro e investigadores.

Como ya se ha mencionado la AR se centra en 3 pilares fundamentales el suelo, la biodiversidad y el agua. La restauración y el manejo sostenible de estos recursos exigen intervenciones individuales a nivel de finca y colectivas a escala de paisaje. Además de los 3 pilares, los productores y sus familias son fundamentales para la A^{18,21}. Al indicar la acción colectiva es importante la organización comunitaria a nivel local y el apoyo institucional que se podría otorgar para llevar las acciones a nivel de paisaje.

El *primer pilar*, la salud del suelo, se refiere a la capacidad del suelo para desempeñar sus funciones ecológicas, es decir, sostener la productividad vegetal y la biodiversidad, actuar como hábitat para la

biota del suelo, regular el ciclo y suministro de agua y nutrientes, mitigar la contaminación y regular las poblaciones de plagas y enfermedades²⁴. Este pilar resulta ser fundamental, ya que es el bastión de la productividad de acuerdo con un sostenido abastecimiento de agua y nutrientes, y favorecer la salud del ecosistema.

La AR mejora la salud del suelo (y estimula su vida), mediante la obtención de los siguientes objetivos: i) Controlar la erosión del suelo y la escorrentía. ii) Minimizar las labores de labranza y la compactación del suelo. iii) Mantener una cobertura permanente del suelo. iv) Reciclar la materia orgánica. v) Optimizar el manejo de nutrientes. vi) Limitar el uso de pesticidas¹⁸.

Los beneficios de estas prácticas también fueron documentadas en una revisión sistémica referente a conservación y manejo sostenible del suelo en la agricultura²⁵. La AR, por tanto, pretende la labranza mínima y la compactación del suelo, producir *mulch* por medio de mantener la cobertura y desarrollar prácticas de producción orgánica para la reducción de productos sintéticos.

El *segundo pilar*, la biodiversidad definiendo está como, la variedad de organismos vivos presentes en diferentes ecosistemas, incluidos los marinos, acuáticos y terrestres. Se pueden considerar distintos niveles de biodiversidad: (i) la variación biológica entre ecosistemas, tanto naturales como agrícolas, (ii) la variación entre especies y (iii) la variación genética dentro de las especies (distintas variedades dentro de una misma especie de cultivo). La biodiversidad funcional se refiere a (grupos de) especies que soportan la provisión de determinados servicios ecosistémicos, incluidos los que respaldan el suministro de productos agropecuarios; y también tiene un importante valor cultural e intrínseco¹⁸.

Además, se indica que la AR pretende mejorar y aprovechar de forma sostenible los beneficios de la biodiversidad, contribuyendo a los siguientes objetivos: i) Fomentar la diversificación de los sistemas de

cultivo. ii) Limitar el uso de pesticidas y herbicidas. iii) Proporcionar hábitats para plantas silvestres, animales y otros organismos, tanto dentro de los cultivos de interés como en el paisaje circundante. iv) Fortalecer la biodiversidad funcional (mediante el control biológico de plagas y la polinización)¹⁸. Los objetivos de la AR pretenden, por tanto, producir de la forma más ecológica posible sin la incorporación de componentes sintéticos ajenos al sistema de producción.

El *tercer pilar*, es el agua que se mide de acuerdo con, la disponibilidad, calidad y manejo de los recursos hídricos, para lo que es fundamental que las personas tengan un acceso seguro al agua limpia para usos domésticos, agrícolas e industriales. La extracción excesiva de agua y la contaminación derivada de las actividades agrícolas o industriales, amenazan la seguridad hídrica de los habitantes de la cuenca¹⁸. Por lo que es necesario, considerar la capacidad de producción y consumo de los recursos hídricos disponibles dentro de la cuenca para no sobre explotarlos y contar con un plan de evacuación de los excedentes de la producción y el consumo para reducir la contaminación de los mantos freáticos.

Por su parte, la lixiviación de fertilizantes, pesticidas y otras sustancias contaminantes pueden provocar la contaminación y eutrofización de las aguas subterráneas y superficiales, y perjudicar los ecosistemas acuáticos. Así mismo, el cambio climático, la deforestación y el cambio de uso del suelo pueden reducir la disponibilidad y la calidad del agua, al provocar sequías e inundaciones más frecuentes e intensas, que reducen el rendimiento y dañan los cultivos y las infraestructuras¹⁸. Hay que realizar un uso racional de insumos ajenos al ecosistema, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y considerar que medidas de mitigación se van a implementar para reducir la deforestación y el cambio de uso del suelo, así como abatir los efectos del cambio climático.

Los objetivos de la conservación de la calidad de agua dentro de la AR se resumen en: i) Controlar la

erosión y la escorrentía, mejorando al mismo tiempo la infiltración y retención del agua en el suelo. ii) Evitar la contaminación de las fuentes de agua con pesticidas y fertilizantes nocivos. iii) Hacer un uso eficiente del agua de riego. iv) Reducir el consumo de agua en el procesamiento por vía húmeda. v) Para el cultivo del café, tratar y reciclar las aguas residuales de su procesamiento¹⁸. En palabras simples evitar la erosión, la contaminación y reciclar lo que sea posible.

Manejo de la AR. Para el desarrollo de prácticas dentro del contexto de la AR hay que tener presente que,

un aspecto clave para tener en cuenta al adentrarnos en la AR, es que no es posible dar indicaciones universales o “recetas” respecto a qué prácticas emplear, ni cuándo o dónde, para que un sistema de producción aproveche la capacidad de auto regeneración natural²¹. Lo que, si es necesario, es aplicar los principios y enfoques que se promueven por parte de la AR, de acuerdo al contexto donde se implemente.

En el Centro Regional Mendoza-San Juan del INTA, se han sintetizado los criterios de buenas prácticas para la AR en 10 principios generales que se enlistan en la Tabla 2:

Tabla 2 Criterios para el desarrollo de buenas prácticas de agricultura regenerativa ²⁰

Principio	Enfoque
1. Minimizar el laboreo del suelo. 2. Mantener el suelo cubierto con vegetación activa. 3. Diversificación planificada de cultivos. 4. Nutrición orgánica del suelo. 5. Prevenir erosión hídrica y eólica. 6. Evitar pérdidas por lixiviación. 7. Uso eficiente del agua de riego. 8. Minimizar el uso de agroquímicos. 9. Conservar hábitats naturales y seminaturales (espacios de conservación). 10. Promover biodiversidad.	Se centralizan esencialmente en el suelo, que es el principal eje de atención en toda estrategia de agricultura regenerativa. Giran en torno a la eficiencia del uso del agua. Se realizan para incidir en la conservación y promoción de la biodiversidad (asociada al cultivo, considerando tanto la vegetación como la fauna y los microorganismos).

Estos principios no son únicos ni universales, por lo que se pueden promover otras prácticas de manejo recomendadas para la AR, que comprende las recomendadas Portela et al.²¹, como las propuestas por González Sánchez²⁶, las cuales se sintetizan en la Tabla 3.

Como se aprecia en la Tabla 3, se cumple con principios de mínima labranza del suelo, mejora en la eficiencia para tener mayor cantidad y calidad de agua, se mantiene una cobertura de suelo, se propugna por un pastoreo más amigable con el ambiente.

Ganadería Regenerativa (GR). Un sistema de producción agroforestal articulado con las dinámicas de la naturaleza, que, mediante prácticas de manejo, incrementa la productividad y reduce los costos de producción, promoviendo un mayor retorno sobre la inversión. También mejora la calidad de vida para los

productores y sus colaboradores y permite obtener alimentos saludables y limpios para los consumidores²⁹. Se ubica a la GR dentro del contexto de la producción agroforestal que incrementa la productividad por área, reduciendo los costos de producción para hacer el sistema más rentable, y con mejores beneficios económicos y saludables para los productores. Son muchos los beneficios que genera la GR, se pueden mencionar los siguientes: i) no uso de productos de síntesis química como fertilizantes, insecticidas, pesticidas, herbicidas y otras sustancias contaminantes y perjudiciales para el ambiente y para la salud humana. ii) conservación de la estructura natural. iii) generación de microclimas que reflejan las dinámicas evolutivas del bosque y pradera. iv) mantenimiento de coberturas vegetales y humedad relativa que potencializa la fotosíntesis en las plantas para ce-

rrar el ciclo del carbono. v) mejoramiento de la salud y la fertilidad del suelo con el incremento del contenido de materia orgánica, así como la capacidad de infiltrar, retener agua, reciclar y almacenar nutrientes, carbono, previniendo su erosión y revirtiendo su

desertificación²⁹. En síntesis, reducir la contaminación, promover procesos de sucesión natural, integrar el bosque con la pradera, aumentar la retención de agua por medio del incremento de la materia orgánica y revertir procesos de desertificación.

Tabla 3 Prácticas de manejo recomendadas para la agricultura regenerativa [20,26,27,28](#)

Práctica	Descripción
Mínimo laboreo o labranza cero.	El laboreo es una de las prácticas que más contribuyen a la mineralización de materia orgánica del suelo y la erosión del suelo, por lo que cambiar a sistemas de labranza reducida o sin labranza puede tener un impacto positivo en los organismos del suelo y el carbono orgánico del suelo, permitiendo además el ahorro de hasta el 70 % de los costos de energía y combustible y la inversión en maquinaria. La idea de la “buena salud del suelo” se encuentra en el corazón de la AR. Este concepto integra todos los componentes y procesos que conforman el suelo agrícola, y se relaciona con un conjunto más difuso de ideas en torno a la importancia de los ciclos naturales, la presencia de altos niveles de biodiversidad y su capacidad para brindar servicios ecosistémicos.
Mejora de la eficiencia del uso del agua. Diseño hidrológico Keyline.	Se trata de una técnica que permite gestionar el agua de escorrentía en la parcela de manera eficiente y aumentar la fertilidad del suelo. Para ello, se realiza un diseño adaptado a la topografía del terreno que permite movilizar el agua de lluvia y retenerla para el aprovechamiento de los cultivos por medio de curvas con un desnivel apropiado que garantiza una distribución adecuada del agua sobre la parcela, y ...la realización de las prácticas de labranza (esencialmente, evitar momentos de mayores riesgos de tormentas o vientos fuertes.
Aplicación de compost.	Los restos vegetales de los cultivos también pueden ser compostados para mejorar la salud del suelo y el secuestro de carbono del suelo. El compostaje es la descomposición aeróbica controlada de materiales orgánicos tales como plantas, animales o estiércol. El producto resultante es una eficaz enmienda para el suelo ya que aumenta la biodiversidad de los suelos y la biomasa microbiana con el correspondiente aumento de los servicios biológicos, como el ciclo de nutrientes, la supresión de enfermedades y la mejora de la estructura del suelo. A partir de los residuos orgánicos se pueden generar diversos “bioproductos”, que son valorizables como enmiendas o biofertilizantes del suelo. Entre ellos se encuentran los sólidos y estables, como el compost, lombricompost, bokashi y biochar, y los líquidos, como el té de compost y los vióles.
Cultivos de cobertura.	Se establecen para cubrir el suelo con el objetivo de mejorar la fertilidad, la estructura del suelo, favorecer la infiltración de agua e incrementar la biodiversidad en sistemas de producción agrícola. Es habitual utilizar una mezcla de gramíneas y leguminosas que permitan conseguir un equilibrio óptimo de la relación carbono/nitrógeno del suelo, diversificar los microorganismos y la disponibilidad de nutrientes y mejorar la producción de biomasa.
Retención de restos vegetales.	Consiste en dejar los restos de los cultivos en el suelo en lugar de eliminarlos, pues proporcionan materia orgánica que es beneficiosa para los organismos del suelo.
Intercropping o cultivos intercalados.	Práctica de intercalar una especie con otra, cuando la segunda ya está en el ciclo final del desarrollo. La razón para la utilización de esta técnica es que es poco probable que los diferentes cultivos compartan las mismas plagas de insectos y patógenos causantes de enfermedades.
Integración de cultivos y ganado.	La integración de diferentes cultivos, utilizando también diferentes estratos y diferentes ganaderías, para pastar pastos, cultivos de cobertura o rastrojos, es una medida que permite producir sinergias entre los elementos del sistema productivo, mejorando la resiliencia y la sostenibilidad del agroecosistema.
Pastoreo rotacional dirigido.	También conocido como manejo holístico o pastoreo racional voisin, es aquel en el que los rebaños pastan en una parcela bastante pequeña durante un período de tiempo muy corto (generalmente de medio día a 2-3 días) antes de ser conducido a la siguiente parcela, para con posterioridad, dar un tiempo de reposo a la parcela pastada para la recuperación del pasto. Es un pastoreo planificado en el que se anticipa dónde y cuánto tiempo va a estar un determinado número de animales en una parcela cerrada.

Para llevar la ganadería a una GR se deben implementar prácticas y estrategias que permitan la producción de alimentos en tiempos prolongados, que no impacten en los costos, además de ser amigables y sostenibles con el medio ambiente. A continuación, se describen algunas prácticas recomendadas³⁰, i)

Cercas vivas: suministran madera, forraje, frutos, alimentos para los animales, actúan como paredes rompevientos y nutren el suelo para los animales que están pastoreando. ii) *Ganadería a pasto mediante el modelo PRV:* El pastoreo racional voisin (PRV) es el sistema de producción ganadero con mayor eficien-

cia con base en pasto, el sistema permite un alto grado de recuperación de la pastura, antes de ser intervenido por los animales, esto se logra a la rotación que se le da al ganado³¹. iii) *Mejora de la eficiencia del uso del agua*: Diseño hidrológico Keyline²⁶. iv) *Holistic management*: desarrollar un enfoque para optimizar los procesos del entorno del ecosistema, como lo son las fuentes hídricas, ciclos minerales, dinámica de comunidades y el pastoreo del ganado. El primer paso para el desarrollo de la práctica holística es la definición de las áreas de pastoreo, en la temporada de lluvias se hacen desplazamientos rápidos en los potreros, el objetivo es abarcar la mayor cantidad de área de pastoreo en un tiempo máximo de 3 días, en época de sequía se hacen movimientos lentos, evitando el regreso del ganado de pastoreo a la área ya intervenida. v) *Manejo de ensilaje*: el almacenamiento de forrajes nutricionales recolectados en épocas de alta producción, para su uso en temporadas de sequía o inviernos prolongados. vi) *Conservación de biodiversidad en los potreros*: conservar la fauna y la flora, incrementando el hábitat de diversas especies que favorecen la resiliencia de estos agroecosistemas, buscando progresivamente un equilibrio natural

que se traduce en rentabilidad²⁹. Como se han descrito las 6 prácticas recomendadas están conducidas a: no agotar el suelo, mejorar la calidad y cantidad de agua y conservar la biodiversidad, que son los principios fundamentales de la AR.

Dinámica de la cobertura forestal en Guatemala.

Durante los últimos 30 años se han venido realizando estudios sobre el comportamiento de la cobertura forestal en Guatemala con metodologías similares, que permiten visualizar el comportamiento histórico sobre los cambios de la cobertura forestal de nuestro país. Según los valores obtenidos, la tendencia, seguimos perdiendo bosque. El último de estos informes, reporta que la pérdida neta anual de bosque para el periodo 2016-2020 fue de 13184 ha/año, aunque esto parece poco, en la realidad, no refleja el problema que representa la pérdida bruta de bosque, que es equivalente a 61098 ha/año³², se produce en áreas geográficas donde subsiste la vida silvestre de nuestro país y que proveen bienes y servicios ambientales del ecosistema que son de beneficio para la población residente en dichas localidades. En la Tabla 4 se presentan los indicadores de la dinámica forestal para Guatemala periodo 1991-2020.

Tabla 4 Dinámica de cobertura forestal en Guatemala (1991-2020)³³

Estudio	Periodo en años	Cobertura forestal (ha)	Ganancia (ha)	Periodo Pérdida neta (ha)	Pérdida bruta (ha)	Porcentaje de cobertura boscosa	Porcentaje de deforestación
UVG, INAB, CONAP	1991-2001	4,152,051	19,987	73,148	93,127	38.1	-1.43
UVG, INAB, CONAP, URL-IARNA	2001-2006	3,868,708	53,777	48,084	101,869	35.5	-1.16
INAB, CONAP, UVG, URL	2006-2010	3,722,595	93,432	38,552	131,984	34.2	-1.00
INAB, CONAP, MAGA, MARN, UVG & URL	2010-2016	3,654,303	104,635	18,350	122,985	33.0	-.50
INAB, CONAP	2016-2020	3,601,567	47,914	13,184	61,098	33.3	-.37

La diferencia entre el dato de la superficie de bosque del año final y el del año inicial del siguiente periodo se debe a que cada estudio determina, de manera independiente al periodo anterior, su dato inicial y final con las mismas imágenes. La cobertura forestal del año 2016 fue actualizada según el estudio 2016-2020, realizado por el INAB, CONAP, 2023.

Los indicadores de la cobertura forestal indican que en estos 30 años se han perdido un total de 550484 ha de bosque natural, equivalente a un 13.2 % de lo reportado para el año 1991. Teniendo un efecto en la cobertura forestal que paso de 38.1 % en el año 1991 a 33.3 % para el año 2020. La pérdida bruta de forma

anual alcanzó su máxima expresión durante el periodo 2010 - 2016, se reportaron 122985 ha/año. En lo referente a la tasa de deforestación, está tuvo una tendencia a la baja de -1.43 % en el año base (1991) paso a -0.37 % al año 2020.

La potencialidad para la promoción de los SAF en

Guatemala se refleja en el estudio de capacidad de uso de la tierra elaborado por Iarna, 2016 (con base en la metodología de uso de la tierra del INAB, quienes estimaron que alrededor del 25 % de la tierra

(equivalentes a 2,664,098.63 ha)²⁴, son aptas para manejo agroforestal (Agroforestería con cultivos anuales, cultivos permanentes o sistemas silvopastoriles, (Tabla 5)²⁴.

Tabla 5 Superficie (ha) de las categorías de capacidad de uso de la tierra en Guatemala, año 2016

Grupo	Símbolo	Categoría	Área (ha)	Área (%)
Agricultura.	A	Agricultura sin limitaciones.	1,479,662.38	13.70
	Am	Agricultura con mejoras.	2,509,219.19	23.24
	Subtotal		3,988,881.56	36.94
Agroforestería.	Aa	Agroforestería con cultivos anuales.	961,242.19	8.90
	Ap	Agroforestería con cultivos permanentes.	656,863.06	6.08
	Ss	Sistemas silvopastoriles.	1,045,993.38	9.69
	Subtotal		2,664,098.63	24.67
Forestal.	F	Tierras forestales para producción.	2,379,110.50	22.03
	Fp	Tierras forestales de protección .	1,675,216.88	15.51
	Subtotal		4,054,327.38	37.55

Sin embargo, hay que acotar que poco se reporta de cobertura agroforestal en el estudio de determinación de la cobertura vegetal y uso actual del suelo, en el año 2020, puesto que no considera como una categoría de uso el agroforestal³⁴.

Cultivos importantes bajo SAF en Guatemala. Existe una variedad de cultivos que se realizan bajo SAF en Guatemala tales como el café, cacao y cardamomo. Dentro de los cultivos que desarrollan bajo características de SAF en Guatemala está el café (*Coffea arabica*), cuyo cultivo se define como un conjunto de técnicas de aprovechamiento de la tierra en las que se combina la utilización de árboles forestales con el sembrado del café³⁵. La producción de café en Guatemala estuvo vinculada a este tipo de sistemas de producción, principalmente con árboles de sombra como Ingas y Gravilleas. Se estima que el 98 % del café de Guatemala se cultiva en SAF. El año 2022, este cultivo representaba el SAF más grande de Guatemala, abarcando 305,000 ha, en 204 de los 340 municipios del país. El cultivo del café ocupa una extensión de 539,712 ha, lo que representa el 4.96 % del territorio nacional. Se estima que el 98 % del café de Guatemala se cultiva en SAF. Un ejemplo sobre la

riqueza de especies de sombra utilizadas en el cultivo de café en el municipio de Olopa, Chiquimula se puede encontrar en la caracterización de los SAF cafetaleros en el municipio de Olopa, Chiquimula³⁵.

Otro cultivo importante es el cacao (*Theobroma cacao*), que encuentra condiciones agroecológicas óptimas para su producción en Guatemala. Se estima que al menos el 15 % de la superficie cultivable total del territorio (1,594,190 km²) es apta para este cultivo. No obstante, el cultivo del cacao, está en las manos de pequeños productores indígenas y campesinos pobres de zonas remotas, con deficientes vías de comunicación, que hace difícil su expansión³⁶.

El estudio desarrollado por Chavarría Ramírez et al.³⁷ en su análisis sobre la estructura y diversidad arbórea en sistemas agroforestales de cacao señalo que las especies con mayor dominancia e índice de valor de importancia fueron: Madre cacao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth), laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) y Cedro (*Cedrela odorata* L.).

La sombra permanente del cultivo de cacao debe estar constituida por árboles que son más altos que el cultivo; por tradición se han elegido leguminosas como el pito (*Erythrina* spp.), el cuje, cushin, chalún

(*Inga* spp.), madre cacao (*Gliricidia sepium*)³⁷. Con la posibilidad de elegir especies maderables, como laurel (*Cordia alliodora*), el cedro (*Cedrella odorata* L.), el palo volador (*Terminalia oblonga*), otros, además de árboles frutales como, aguacate (*Persea americana* Miller), naranja (*Citrus sinensis*) y paterna (*Inga paterna*)³⁷.

Dentro de otros cultivos bajo SAF, se encuentra el cardamomo (*Elettaria cardamomum* Maton), que de acuerdo con la determinación de la cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de Guatemala, reporta una extensión de 169,429 ha, de este cultivo, que equivalen al 1.56 % del territorio nacional³⁸.

La importancia del cardamomo se refleja que en Guatemala es el principal productor mundial de este cultivo y número uno en exportación. Se estima que alcanza casi el 1 % del producto interno bruto (PIB) del país y se cultiva en cinco departamentos: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Quiché, Huehuetenango e Izabal³⁸.

El Banco de Guatemala detalla, por medio del cultivo del cardamomo, se exportaron en 2022 más de US\$ 450 millones, lo que ha permitido dinamizar la economía en los municipios en los cuales se siembra, que dependen en un 70 % de la producción de este aromático. El grano reúne a más de 350,000 pequeños agricultores en toda la cadena productiva³⁹.

Para la promoción de plantas a establecer dentro del cultivo de cardamomo la Asociación de Cardamomeros de Guatemala (Cardegua), produce en sus viveros diferentes tipos de plantas dentro de las que destacan especies del género *Ingas* por las de mayor aceptación por los agricultores³⁹.

Otra práctica interesante es la que FAO ha denominado como el sistema Kurur Rum, pero ¿qué es y cómo contribuye a la resiliencia de los medios de vida? Un sistema basado en el sistema tradicional y se caracteriza por ser un conjunto de tecnologías de manejo de suelo, agrícolas y forestales, combinadas con árboles en callejones para la restauración del paisaje forestal. Se adapta en el área correspondiente al

Corredor Seco de Guatemala que es una región ubicada en una confluencia de 3 grandes vertientes hídricas: los departamentos de Quiché y Baja Verapaz, en su mayor parte vierten sus aguas superficiales a la vertiente del Golfo de México; los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula a la vertiente del Mar Caribe y los departamentos de Jalapa y Jutiapa a la vertiente del Pacífico⁴⁰.

Este sistema integra la producción agrícola en el SAF familiar, de tal forma que del mismo lote de terreno se pueden obtener leña y madera, así como la producción de granos, reduciendo la vulnerabilidad física y social de los hogares”⁴¹.

De acuerdo con lo anterior, desde el 2003 al año 2017, el “Kuxur rum” se ha implementado en 5 departamentos y 25 municipios del Corredor Seco del Oriente de Guatemala. Con un total de 7629 familias beneficiadas⁴¹.

Figura 1 SAF de plátano (*M. paradisiaca*), malanga (*C. esculenta*) bajo una plantación de pino (*P. maximinoi* H. E. Moore)



Una actividad que no aparece dentro de las estadísticas es la agricultura de traspatio, conocida como huertos familiares, utilizados para la producción de hortalizas, verduras, frutales, plantas leñosas, ornamentales y medicinales por los hogares rurales de Guatemala. Una investigación para analizar el sistema agrícola de los huertos Mayas en Petén en los

municipios de San Andrés y San José, en los huertos de solar o huerto familiar, conocido como solar en la península de Yucatán, estrategia productiva de los mayas, se obtienen vegetales y animales de muy diversa utilidad para el grupo familiar y la comunidad en general, un total de especies 57 en San Andrés, mientras que en San José alcanzó las 124 especies. En los huertos de parcela, las cantidades fueron, San Andrés, 52 especies y (San José, 49)⁴². En la Figura 1, se puede observar una asociación de plátano (*Musa paradisiaca*), malanga (*Colocasia esculenta*) bajo una plantación de pino (*Pinus maximinoi* H. E.

Moore) en San Pedro Carcha, Alta Verapaz, Guatemala.

Otra expresión de asociación de árboles con cultivos bajo SAF, se utiliza en los programas de incentivos forestales ejecutados por el INAB, lo que es más común dentro del Programa de Incentivos para Pequeños Poseedores de Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal -PINPEP-, que reporta, durante el periodo 2007-2024, ha incentivado un 64 % del total de plantaciones bajo la modalidad de SAF, ver las especies de mayor demanda del PINPEP en orden de importancia en Tabla 6. La potencialidad de SAF en el norte de Guatemala se muestra en la Figura 2.

Tabla 6 Especies de mayor demanda para el establecimiento de SAF en programa PINPEP ^{43,44}

No.	Nombre común de la especie	Nombre técnico
1	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
2	Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i>
3	Madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i>
4	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>
5	Gravilea	<i>Grevillea robusta</i>
6	Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>
7	Matiliguat	<i>Tabebuia rosea</i>
8	Coaba del sur	<i>Swietenia humilis</i>
9	Hule	<i>Inga spp</i>
10	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>
11	Pino	<i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore
12	Palo blanco	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>
13	Caoba del Petén	<i>Swietenia macrophylla</i>
14	Cuje	<i>Inga spuria</i>
15	Alnus	<i>Alnus spp.</i>

En lo referente a bosque natural, la ecorregión de bosques conformada por especies de pino y encino en la parte Norte de Mesoamérica que cuenta con una extensión de 103,842.71 km² e incluye porciones territoriales de Chiapas (México), Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua⁴⁵. En esta ecorregión constituida por arbolado de pino y encino se han realizado experiencias de manejo de SAF con dendroenergía, por ejemplo, en la sierra de Zongolica, Veracruz, en una región montañosa, que alberga comunidades de indígenas de origen Nahua. En estos SAF tradicionales los árboles de encino (*Quercus*

spp.) son manejados de forma intensiva para producir carbón y leña⁴⁵.

Experiencias similares se reportan, en la región de la Costa Sur de Guatemala en el municipio de San José, La máquina, Suchitepéquez⁴⁶, en una evaluación de 4 especies forestales: eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), pata mula (*Albizia niopoides*), caulote (*Guazuma ulmifolia*) y laurel (*Cordia alliodora*), de las cuales se puede obtener carbón, encontró que *E. camaldulensis* es la que más se adapta para las condiciones de esa región, que se puede recomendar para su siembra bajo SAF.

Figura 2 Potencialidad de SAF a nivel de paisaje, norte de Guatemala



Otra experiencia sobre el manejo de bosque natural de encino (*Quercus* spp.) se dio en finca La Viña, en

el municipio de San Pedro Ayampuc, Guatemala, en la parte central del occidente Guatemala, se mantuvo por mucho tiempo un sistema silvopastoril, en el que se cosechaba para leña el bosque natural de encino, de forma posterior introducir ganado para la regulación de los brotones de esta especie, bajo un sistema de pastoreo controlado.

Con relación a la potencialidad para el establecimiento de SAF en Guatemala, el Mapa sobre Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala para el año 2020³⁴ (reporta que aproximadamente el 27 % está cubierto por sistemas de producción con potencial para SAF, siendo el de mayor importancia el 17 % por ciento cubierto de pastos naturales o cultivados (Tabla 7).

Tabla 7 Potencialidad de desarrollo de sistemas agroforestales en Guatemala, año 2020 ⁴⁰

Tipo de cultivo	Extensión ha	% a nivel nacional
Sistemas agroforestales	18,050	.17
Café	539,712	4.96
Cardamomo	169,429	1.56
Árboles dispersos	241,132	2.21
Banano-plátano	76,822	.71
Piña	12,028	.11
Pasto cultivado	341,034	3.13
Pasto natural	1,533,570	14.08
Total	2,913,727	26.76

Esta revisión nos ha permitido señalar puntos de encuentro entre la producción de SAF y la AR, puesto que ambos conceptos pregonan por una producción sustentable reduciendo el uso de insumos ajenos a los sistemas de producción, mejorar la salud del suelo a través de la incorporación de materia orgánica y cultivos de cobertura, aumentar la disponibilidad de agua (tanto en cantidad como en calidad) y propiciar la biodiversidad de acuerdo al contexto de los ecosistemas en los que se desarrollen. Además, de acuerdo con las condiciones de la vocación de los suelos de Guatemala observamos que un 26.76 % de su territorio es factible la producción de SAF con integración

de los conceptos de la AR.

Conclusión

La mayor parte de las definiciones de agroforestería se refieren al uso de la tierra, se combinan árboles con cultivos, en los que uno de estos debe de ser una planta leñosa perenne y el otro un cultivo agrícola. Dentro de las clasificaciones se presentan las que tienen que ver con cultivos agrícolas o sea los SAF, que son los más usuales, sin embargo, hay otras, como el sistema silvopastoril, se encuentra una combinación de árboles con el cultivo de pastos para la crianza del

ganado. Y una tercera que es la combinación de árboles, cultivos y ganado (agrosilvopastoril), que es un sistema más complejo.

Ahora bien, los términos de la temporalidad significan, combinaciones que pueden ser simultáneas o secuenciales, incorporando cultivos agrícolas, con árboles, o bien la producción de pastos para la alimentación animal.

Pero que características debemos de observar dentro de estos sistemas para que se les pueda definir como regenerativos, podemos señalar 3 características o pilares principales: el primer pilar es la salud del suelo, el segundo pilar es la conservación del agua y un tercer pilar es la biodiversidad, si una combinación de SAF cumple con estos requisitos lo podemos denominar como un sistema regenerativo, puesto que no degrada el suelo, provee las condiciones para el otorgamiento de agua en cantidad y calidad aceptable para el consumo humano y genera un hábitat propicio para la conservación de la biodiversidad. Con relación a esta última, los planteamientos están más relacionados a la conservación del medio ambiente y su aportación para la alimentación humana.

Esto último, se pudo observar en los huertos familiares, siendo estos los más biodiversos y con mayor capacidad de satisfacer las necesidades alimenticias de la población.

Dentro de las principales funciones de la agroforestería se mencionan las siguientes: reducción de la erosión del suelo y mantenimiento de la fertilidad; mantenimiento de la cantidad y calidad del agua; retención de carbono y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero; mantenimiento y ordenación de la diversidad biológica en el paisaje agrícola.

El éxito de la agroforestería está enfatizado en 3 aspectos, el uso de especies locales, la reducción de los gases de efecto de invernadero y la identificación de opciones de manejo específicas para cada zona agroecológica. Al hablar de especies locales se infiere que se está refiriendo a la conservación de la

flora local y, por lo tanto, se deduce que se aproxima lo más posible a conservar el paisaje según su condición natural, al grupo de especies nativas y los genes más representativos de un hábitat en particular.

Los SAF pueden aportar a la reducción de gases de efecto de invernadero, con ello se potencializa su implementación en virtud que contribuye a reducir los efectos adversos del cambio climático, además de dar opciones de manejo de acuerdo con cada zona agroecológica con énfasis a la adaptación para la conservación de las condiciones naturales del sitio.

Se revisaron diversas clasificaciones de SAF, sin embargo, *grosso modo*, los principales suelen ser los que hacen referencia a su estructura, siendo estos los agrosilvícolas, los silvopastoriles y los agrosilvopastoriles (se suele tener una ramificación más amplia). Para relacionar a los SAF con una producción de AR, el sistema de producción que tiende a darle un énfasis a la armonización de los ciclos naturales bajo una producción sostenible de los sistemas agrícolas, que propicia que el arreglo adquiera resiliencia frente al cambio climático y otros riesgos.

Por otro lado, la implementación de la AR debe de contener ciertas características básicas, tales como: se debe de enfocar en resultados, debe de ser flexible, basada en evidencia científica, requiere un alto nivel de conocimientos y demanda un proceso de aprendizaje y adaptación.

Pero qué prácticas de manejo se recomiendan para la AR: i) labranza cero; ii) aplicación de compost; iii) cultivos de cobertura; iv) retención de restos vegetales; v) pastoreo rotacional dirigido (que favorecen la salud del suelo); vi) integración de cultivos y ganado y cultivos intercalados. Como se puede ver estos parámetros están relacionados con los 3 pilares para considerar que un sistema de producción es regenerativo.

Otro de los conceptos que incluimos en esta revisión fue GR, que contiene 4 elementos característicos: i) no uso de productos de síntesis química; ii) conservación de la infraestructura natural; iii) microclimas

que favorezcan el bosque y la pradera; iv) mejoramiento de la salud y fertilidad del suelo.

En lo referente al nivel del territorio de Guatemala señalamos una potencialidad de SAF equivalente al 27 %, siendo las áreas cubiertas de pasto para la producción de ganadería las que contiene el mayor potencial.

Fuente de financiamiento

La investigación ha sido financiada con recursos operativos de la Universidad Rafael Landívar

Conflictos de intereses

La presente investigación no tiene ningún conflicto de intereses

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Rafael Landívar el apoyo brindado para la realización de la presente investigación.

Consideraciones éticas

Esta investigación no tiene ningún problema de consideraciones éticas.

Limitaciones en la investigación

La investigación es documental y no realizó ningún estudio de campo, lo cual limita la obtención de sus resultados.

Acceso a los datos

La información de esta investigación está presente en el artículo.

Consentimiento para la publicación

El autor después de revisar el documento, doy por aprobado para su publicación.

Uso de la Inteligencia Artificial

Doy por sentado que todo el documento fue redactado en base a los criterios éticos y profesionales, y no se utilizó la IA para realizar la redacción del texto.

Literatura Citada

1. Navia Estrada JF. Agroforestería. 2000. Asesoría científica: Hernández A. Gómez J, Coordinación de la Producción de Documentos Originales: Zapata V, Editor. Cali: Colombia. 182 p. Recuperado a partir de: [AGROFORESTERIA-libre.PDF](#)
2. Sharry SE. Clasificación de los SAF. En: Sharry SE, Stevani RA, Galarco SP, coordinadores. Sistemas Agroforestales en la Argentina [Internet]. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata; 2021. p. 27-59. Recuperado a partir de: <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/1854>
3. Why regenerative agriculture? [Internet]. Regeneration International. 2025 [cited March 5, 2025]. Retrieved from: <https://regenerationinternational.org/why-regenerative-agriculture/>
4. García Mungía ME., Gálvez Ruano JJ. Tierras. Serie del Perfil Ambiental de Guatemala [Internet]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar; 2022 [citado 22 de octubre de 2024]. 73 p. Recupero a partir de: <https://biblior.url.edu.gt/wp-content/uploads/publiclgl/IARNA/serie AMBI/978-9929-54-446-8.pdf>
5. Ley forestal [Internet]. Congreso de la República de Guatemala; 1996 [acceso 20 de mayo 2025]. Disponible en: <https://www.inab.gob.gt/images/informacionpublica/2020/julio/Normativas/1.4.1>

- [Leyes/LeyForestalDECRETO DEL CONGRESO 101-96.pdf](#)
6. Ley de Probosques [Internet]. Congreso de la República de Guatemala; 2015 [acceso 20 de mayo 2025]. Disponible en: <https://www.inab.gob.gt/images/informacionpublica/2020/julio/Normativas/1.4.1Leyes/LeyPROBOSQUEDECRETO DEL CONGRESO 2-2015.pdf>
 7. Ley de PINPEP [Internet]. Congreso de la República de Guatemala; 2010 [acceso 20 de mayo 2025]. Disponible en: <https://www.inab.gob.gt/images/informacionpublica/2020/julio/Normativas/1.4.1Leyes/LeyPINPEPDECRETODEL CONGRESO 51-2010.pdf>
 8. Bevege DI. Soil Productivity Aspects of Agroforestry: Nair PKP. International Council for Research in Agroforestry (ICRAF). In: Forest Ecology and Management. Amsterdam: Elsevier B.V.; 1984. p. 86-7. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(86\)90080-0](https://doi.org/10.1016/0378-1127(86)90080-0)
 9. Jiménez F, Muschler R, Köpsell E, editores. Funciones y aplicaciones de sistemas Agroforestales [Internet]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; 2001 [citado 2 de septiembre de 2024]. 194 p. Recuperado a partir de: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2202>
 10. Definición de Agroforestería [Internet]. En Ciencias naturales/Ecología. 2025 [citado 20 de enero de 2025]. Recuperado a partir de: <https://definicion.de/agroforesteria/>
 11. Altieri MA. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable [Internet]. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad; 1999 [citado 12 de septiembre de 2024]. 34 p. Recuperado a partir de: <https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>
 12. Mendieta Lopez M, Rocha Molina LR. Sistemas Agroforestales [Internet]. Managua: Universidad Nacional Agraria; 2007 [citado 12 de agosto de 2024]. 117 p. Recuperado a partir de: <https://repositorio.una.edu.ni/2443/>
 13. Villanueva-González CE, Lojka B, Archila Cardona CE. Agroforestería para la conservación de la biodiversidad en América Latina: una revisión sistemática. Eutopia 2023;(1):1-25.
 14. Sistemas agroforestales [Internet]. Ecoarmonía. 2024 [citado 5 de marzo de 2025]. Recuperado a partir de: <https://ecoarmonia.com/agroforesteria-definicion-y-ventajas-para-el-medio-ambiente/>
 15. Caballero J, Cortéz L, Martínez-Ballestre A. El manejo de la biodiversidad en los huertos familiares. En: Toledo VM, Coordinador. La biodiversidad de México: Inventarios, manejos, usos, informática e importancia cultural [Internet]. Mexico: Fondo de Cultura Económica Consejo Nacional para la Cultura y las Artes; 2010 p. 220-34. Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/publication/331356865_El_manejo_de_la_biodiversidad_en_los_huertos_familiares
 16. Palomeque Figueroa E. Sistemas Agroforestales [Internet]. Huehuetán: Universidad Autónoma de Chiapas; 2009. 30 p. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20194.99525>
 17. Salazar Arias SA, Quiroga Mosquera A, Hoyos Arango JA, García López JC. Zonas Agroecológicas: Aplicación de ciencia, tecnología e innovación en el cultivo del café ajustado a las condiciones particulares del Huila [Internet]. Huila: Centro Nacional de Investigaciones de Café; 2019 [citado 14 de enero de 2025]. 24 p. Recuperado a partir de: <https://biblioteca.cenicafe.org/jspui/bitstream/10778/4221/1/Cap01.pdf>
 18. Pulleman MM, Rahn E, Valle Pilia JF. Agricultura regenerativa para sistemas cafeteros resilientes y con bajas emisiones de carbono - Una guía práctica [Internet]. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical; 2024 [citado 10 de noviembre de 2024]. 192 p. Recuperado a partir de: <https://hdl.handle.net/10568/131997>

19. Agricultura Regenerativa en SAFM [Internet]. Repositorio de Conocimiento Institucional. Instituto Americano de Cooperación para la Agricultura. 2024 [citado 30 de agosto de 2024]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.iica.int/items/b2b554d6-d792-4752-89e8-47d398385f6e>
20. Instituto Americano de Cooperación para la Agricultura, Unión Europea. Agricultura Regenerativa en SAFM [Internet]. Instituto Americano de Cooperación para la Agricultura, Unión Europea. 2023 [citado 3 de mayo de 2025]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.iica.int/items/b2b554d6-d792-4752-89e8-47d398385f6e>
21. Portela JA, Goijman AP, Aguado GD, Ferrari F, Martínez LE, Uliarte E, et al. Guía de agricultura regenerativa: Una herramienta de evaluación y diagnóstico para la toma de decisiones [Internet]. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; 2024 [citado 10 de noviembre de 2024]. 47 p. Recuperado a partir de: https://econews.global/wp-content/uploads/2025/04/INTA_CRMendoza-SanJuan_EEAMendoza_Uliarte_EM_Guada_de_Agricultura_Regenerativa.pdf
22. Vera García R. Estudio de la agricultura regenerativa en el Olivar mediante la monitorización medioambiental [tesis maestría]. [Barcelona]: Universidad Abierta de Cataluña; 2024 [citado 16 de abril de 2025]. Recuperado a partir de: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/150973/1/rveragarcTFM0624memoria.pdf>
23. Ibarra Vrska IP. Agricultura regenerativa y el problema de la sustentabilidad: Aportes para una discusión. *textual* 2019; (74):51-85. DOI: <https://doi.org/10.5154/r.textual.2019.74.02>
24. Doran JW, Zeiss MR. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Appl Soil Ecol* 2000;15(1):3-11. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00067-6](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00067-6)
25. Carranza-Patiño M, Aragundi-Sabando L, Macías-Barrera K, Paredes-Sarabia E, Villegas-Ramírez A. Conservación y manejo sostenible del suelo en la agricultura: Una revisión sistemática de prácticas tradicionales y modernas. *Código Científico Revista de Investigación* 2024;5(E3):1-28. DOI: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE3/303>
26. González Sanchez D. Prácticas de Agricultura Regenerativa para la fijación de carbono en suelos en la mitigación del cambio climático [tesis maestría]. [Madrid]: Universidad Nacional de Educación a distancia; 2021 [citado 10 de septiembre de 2024]. Recuperado a partir de: https://sustraiak.coop/wp-content/uploads/2022/06/TFM_GONZALEZ_SANCHEZ_DAVID_r.pdf
27. Kassam A, Friedrich T, Derpsch R, Kienzle J. Overview of the worldwide spread of conservation agriculture. *Field Actions Sci Rep* 2015;8:1-11.
28. Lu YC, Watkins KB, Teasdal JR, Abdul-Baki AA. Cover crops in sustainable food production. *Food Rev Int* 2000;16(2):121-57. DOI: <https://doi.org/10.1081/FRI-100100285>
29. Díaz-Pulido A, Chiquito-García S, Rua Franco M, Jiménez R. Ganadería Regenerativa [Internet]. Biodiversidad. 2024 [citado 25 de septiembre de 2024]. Recuperado a partir de: <https://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/cap4/411/#seccion1>
30. Méndez Riaño PA, Espinel Arias LA, Pabón Cely SA, Ramírez García JI, Russi Posada DF. Identificación de los beneficios de la implementación de la ganadería regenerativa en Cumaribo Vichada, Colombia [Tesis licenciatura]. [Bogotá]: Universidad EAN; 2023 [citado 26 de octubre de 2024]. Recuperado a partir de: <https://repository.universidadean.edu.co/entities/publication/8c3a5862-f839-46dc-a6af-90786a5fb881>

31. Triminio Ponce AJ. Pastoreo Racional Voisin (PRV) como un sistema de producción sostenible [tesis licenciatura]. [Zamorano]: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; 2020 [citado 12 de octubre de 2024]. Recuperado a partir de: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c2be350c-ffee-4653-9d7d-1c87ea605729/content>
32. Mapa de dinámica de la cobertura forestal 2016-2020 [Internet]. Instituto Nacional de Bosques y Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 2022 [citado 5 de octubre de 2024]. Recuperado a partir de: <https://sig.inab.gob.gt/portal/apps/dashboards/637e698dc3e34ddc8bb191b410dbb415>
33. Gálvez Ruano JJ, Pinillos Cifuentes DA, Sandoval García CA. Bosques. Serie del Perfil Ambiental [Internet]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar; 2022 [citado 12 de agosto de 2024]. 44 p. Recuperado a partir de: <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/pPublicacion.aspx?pb=986>
34. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Determinación de la Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra a escala 1: 50,000 de la República de Guatemala, Año 2020 [Internet]. Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación; 2021 [citado 12 de abril de 2024]. 260 p. Recuperado a partir de: <https://www.maga.gob.gt/download/Cobertura-vegetal-uso-de-la-tierra-21.pdf>
35. Carranza Cardona CE. Caracterización de los sistemas agroforestales cafetaleros en fincas pertenecientes a socios de la asociación de productores de Olopa -Apolo-municipio de Olopa, Cuiquimula, Guatemala [tesis licenciatura]. [Chiquimula]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2022 [citado 12 de abril de 2024]. Recuperado a partir de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/18264/>
36. García Rodríguez GR. Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) [Internet]. Guatemala: García Rodríguez GR; 2024 [citado 15 de octubre de 2024]. 137 p. Recuperado a partir de: https://www.export.com.gt/attach/archivos-comite-cacao/MANEJO_AGRO-NOMICO_CACAO/BPAs_en_el_Cultivo_de_Cacao_Guillermo_Garcia.pdf
37. Chavarría Ramírez CA, Villanueva Gonzalez CE, Pérez-Olmos KN. Análisis de la estructura y diversidad arbórea en sistemas agroforestales de cacao en Jolom-Ijix II, Alta Verapaz, Guatemala. Ingeniería y Ciencia 2022; 2.
38. Exportando el cardamomo de Guatemala al mundo [Internet]. Agexport. 2024 [citado 8 de octubre de 2024]. Recuperado a partir de: <https://sectores.export.com.gt/cardamomo/>
39. Barillas Eguizabal LF. Evaluación de trampas etológicas para el control de trips (*Sciothrips cardamomi*) en el cultivo de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) en Alta Verapaz, diagnóstico y servicios realizados con la Asociación de Cardamomeros de Guatemala, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala, C.A [tesis licenciatura]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2017 [citado 12 de septiembre de 2024]. Recuperado a partir de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7868/>
40. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, editores. Diagnóstico a nivel macro y micro del corredor seco y definición de las líneas estratégicas de acción del MAGA [Internet]. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación; 2010 [citado 10 de enero de 2025]. 37 p. Recuperado a partir de: <https://www.maga.gob.gt/download/macro-micro.pdf>
41. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El sistema agroforestal Kuxur Rum contra las amenazas naturales en Guatemala [Internet]. Guatemala: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2017 [citado 13 de enero de 2025]. 2 p. Recuperado a partir de: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f25cc228-7a8a-4093-8f07-51ba1bad1be5/content>

42. Lara-Ponce E, Caso-Barrera L, Aliphat-Fernández M., Ramirez-Valverde B. Los huertos de los Mayas Itzaes del Petén, Guatemala. *Juyyaania* 2013;1(1):1-21.
43. Programa de incentivos para pequeños poseedores de tierras de vocación forestal o agroforestal [Internet]. Instituto Nacional de Bosques. 2024 [citado 5 de marzo de 2025]. Recuperado a partir de: <https://www.inab.gob.gt/index.php/pinpep>
44. Selvin Pérez E, Secaira E, Macias C, Morales S, editores. Plan de Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria *Dendroica chrysoparia*. [Internet]. Guatemala: Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica; 2008 [citado 21 de enero de 2025]. 34 p. Recuperado a partir de https://defensores.org.gt/wp-content/uploads/2008_Alianza-Pino-Encino_Plan-conservacion-pino-encino-y-chipe.pdf
45. Vega-Ortega MÁ, Gerez-Fernández P, López-Binnqüist RC. Manejo agroforestal con producción de carbón vegetal en la sierra de Zongolica, Veracruz. *Avances en Investigación Agropecuaria* 2021;25(3):198-9. DOI: <https://doi.org/10.53897/RevAIA.21.25.58>
46. Aceituno Sagastume MV. Evaluación de cuatro especies forestales de rápido crecimiento: eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), patamula (*Albizia niopoides*), caulote (*Guazuma ulmifolia*) y laurel (*Cordia alliodora*), para la producción de carbón vegetal en la línea a-13, sector sis., Suchitépequez, Guatemala [tesis licenciatura]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2016 [citado 12 de julio de 2024]. Recuperado a partir de: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6016/>

Nota del Editor:

Journal of the Selva Andina Biosphere (JSAB). Todas las afirmaciones expresadas en este artículo son únicamente de los autores y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, editores y los revisores. Cualquier producto que pueda ser evaluado en este artículo, o la afirmación que pueda hacer su fabricante, no está garantizado o respaldado por el editor.