

# CAPITULO 1

## Los sistemas agroforestales

*Sandra E. Sharry*

### Introducción

El impacto de los sistemas tradicionales de producción agropecuaria sobre los recursos naturales, la deforestación, la degradación ambiental, el cambio climático, la desigualdad social, entre otros problemas globales, lleva a la necesidad de practicar sistemas de producción sostenibles. Una alternativa para lograrlo según Giraldo (1996) es diseñar sistemas que combinan actividades agrícolas, ganaderas y forestales que sean productivas y compatibles con el uso racional de los recursos. Estos son los *sistemas agroforestales*.

La **agroforestería o agrosilvicultura** es una alternativa integral de producción que ayuda a mantener la productividad, proteger los recursos naturales, minimizar los impactos ambientales y satisfacer las necesidades económicas y sociales de la población. Agroforestería es el nombre genérico para describir un sistema de uso de la tierra en el cual los árboles se combinan temporal y espacialmente con pasturas (uso animal) o cultivos agrícolas; en la agroforestería interactúan elementos de la agricultura con elementos forestales que se traducen en sistemas de producción sostenibles en la misma unidad de terreno (Durán, 2004). Es una práctica que contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como muestra la figura 1.

**Figura 1. La agroforestería contribuye a los ODS.**



La agrosilvicultura se está convirtiendo en una gran solución para la mitigación del cambio climático, la adaptación, la resiliencia y la biodiversidad. Por su parte, el manejo forestal sostenible contribuye, directa e indirectamente, al cumplimiento de la mayoría de los ODS y sus metas. Según FAO, los SAF contribuyen a alcanzar los ODS 1,2,12 y 15. Fuente: FAO- <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/agroforestry/basic-knowledge/es/>

La agroforestería como ciencia trata del uso de una serie de técnicas que combinan la agronomía, la silvicultura y la zootecnia para lograr un adecuado manejo del conjunto y las interdependencias entre cada uno de sus elementos. El término agroforestal abarca una gran cantidad de diferentes sistemas de gestión de los recursos naturales.

Los **sistemas agroforestales** son sistemas multifuncionales que pueden proporcionar una gran variedad de beneficios económicos, socioculturales y ambientales. Estos sistemas de producción son especialmente importantes para los pequeños agricultores ya que generan diversos productos y servicios en una superficie limitada. No obstante, estos sistemas tienen también sus limitaciones, por lo que es necesario llevar a cabo un análisis minucioso antes de su establecimiento y manejo. Se trata de gestiones del territorio que pueden llegar a ser totalmente distintas en función del sistema utilizado y las condiciones bajo las que se aplica, considerando las condiciones económicas, sociales y ambientales prevalecientes.

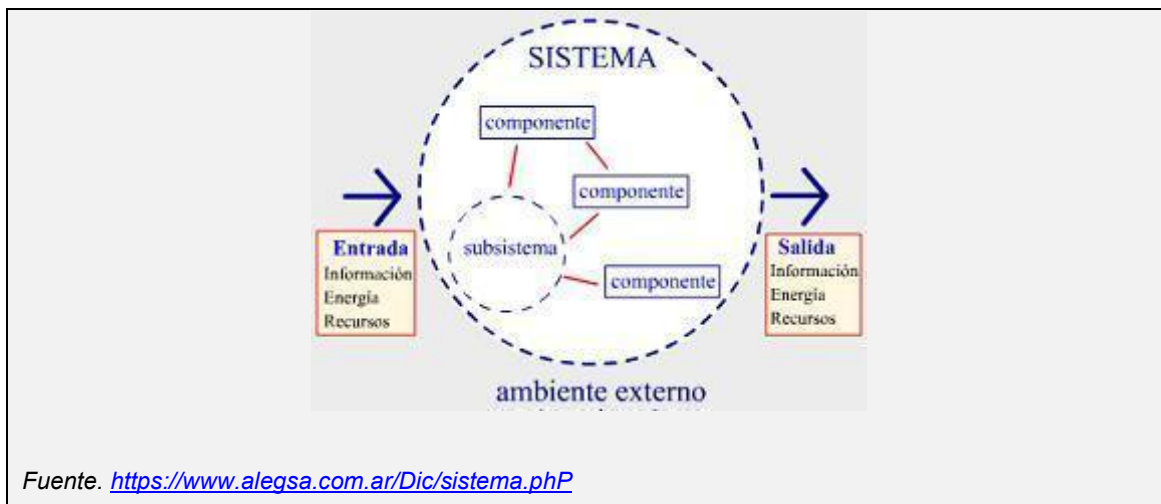
Este capítulo brinda un panorama general de los sistemas agroforestales, teniendo en cuenta el enfoque de este libro. Para ello es pertinente considerar algunos aspectos tales como las definiciones de sistema, sistema agroforestal, características, objetivos y antecedentes de los SAF.

## Conceptos básicos

### ¿Por qué se denominan “sistemas” agro-forestales?

Según el diccionario de la RAE, un sistema es *el conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto*. Un sistema puede ser entendido como un “arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo” (Becht, 1974). Los sistemas son conjuntos de componentes que interactúan unos con otros, de tal forma que cada conjunto se comporta como una unidad completa. Los sistemas también se refieren a un conjunto de elementos o entidades que guardan estrechas relaciones entre sí y que mantienen al sistema directa o indirectamente unido, de modo más o menos estable, cuyo comportamiento global persigue, normalmente, algún tipo de objetivo. Si bien cada uno de los elementos de un sistema puede funcionar de manera independiente, siempre formará parte de una estructura mayor. Del mismo modo, un sistema puede ser, a su vez, un componente de otro sistema. Un sistema ecológico requiere de una entrada y una salida para mantenerse. La entrada esencialmente es energía, información y recursos. En la llamada “caja negra” del sistema se procesa lo ingresado y retornan al ambiente energía, información y recursos (Figura 2).

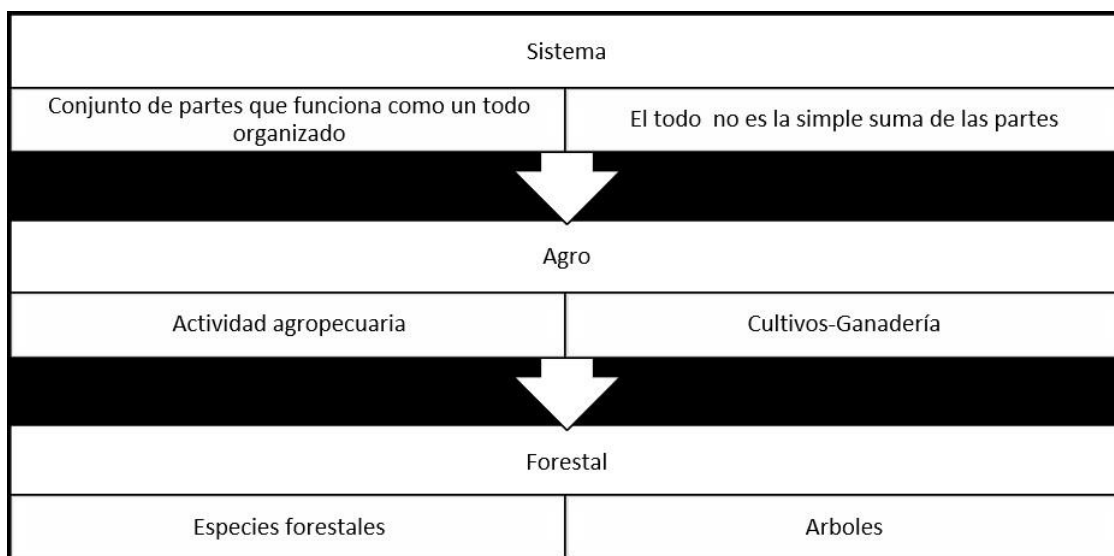
Figura 2. Esquema de un sistema.



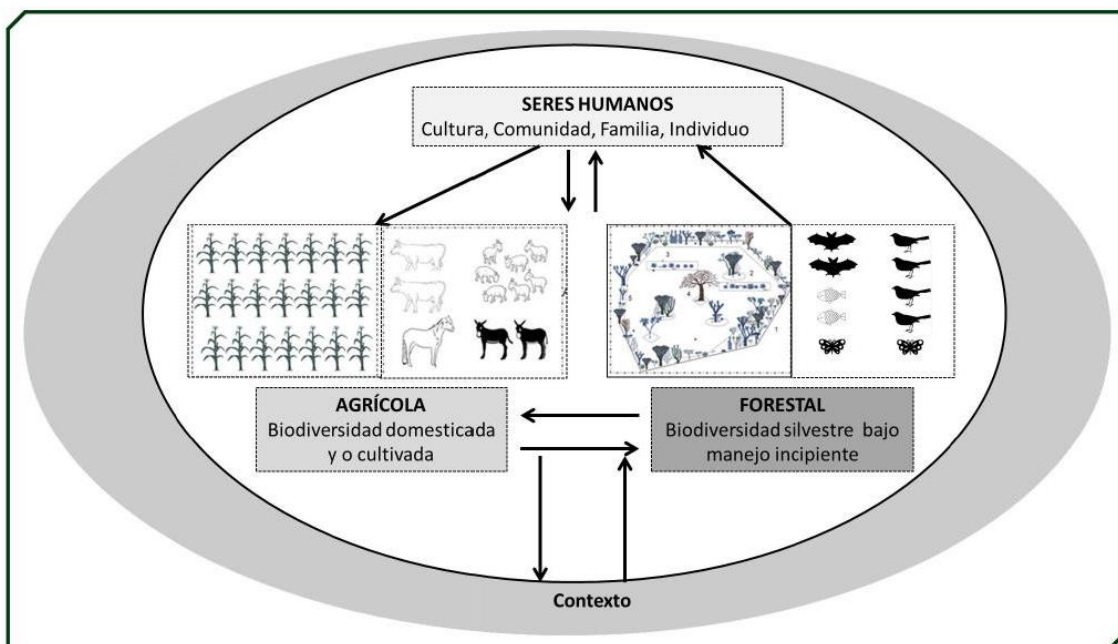
La palabra sistema procede del latín *systema*, y este del griego *σύστημα* (*systema*), identificado en español como “unión de cosas de manera organizada”. Es un conjunto de componentes, arreglados o acomodados entre sí de manera tal que actúan interrelacionadamente como una unidad, procesando materia, energía e información que ingresa al sistema (entradas) y obteniendo resultados (salidas de materia, energía e información) en base a un objetivo que regula su funcionamiento. La función de un sistema se define siempre en términos de procesos o actividades, y está relacionada con el proceso de recibir entradas y producir salidas regulado por algún objetivo que orienta o regula sus acciones. Representa en algún modo “el valor de la interacción” (<http://fca.web1.unl.edu.ar/agromatica/Docs/04-Agrosistemas.PDF>)

Un **sistema agroforestal** (SAF), tiene como componentes a los árboles (forestal) y los cultivos (agro) y/o animales (Figura 3 a). Hay que considerar, además, la articulación e integración de los componentes abióticos del sistema, como el clima, el agua y el suelo, en relación con el manejo de los componentes agrícolas y forestales; y los seres humanos, quienes tienen un papel protagónico en dirigir las interacciones de los componentes en el sistema (Figura 3b).

Figura 3 a. Componentes de un sistema agroforestal –Fuente elaboración propia



**Figura 3 b. ¿Cuáles son los componentes de un SAF?**



Se ejemplifican los componentes agrícolas y forestales del sistema y la dirección humana en su selección en un contexto particular. Elaboración Moreno-Calles et al. 2014

La importancia relativa y el efecto de las diferentes interacciones entre los árboles y los cultivos (pasturas, frutales, cereales, etc.) dependen de las condiciones del sitio (suelo y clima), la selección del genotipo (especie, variedad y procedencia), las características bajo y sobre el suelo de los árboles y los cultivos, así como de las prácticas de manejo del cultivo principal (Beer et al., 2003). Las interacciones entre componentes pueden afectar positiva o negativamente la producción.

Estos sistemas presentan los atributos de cualquier sistema: límites, componentes, ingresos y egresos, interacciones, relación jerárquica con la organización de la finca y una dinámica (Montagnini et al., 1992) (Figura 4).

**Figura 4. Esquema de sistema agro forestal. Modificado de Galluser, s/f.**



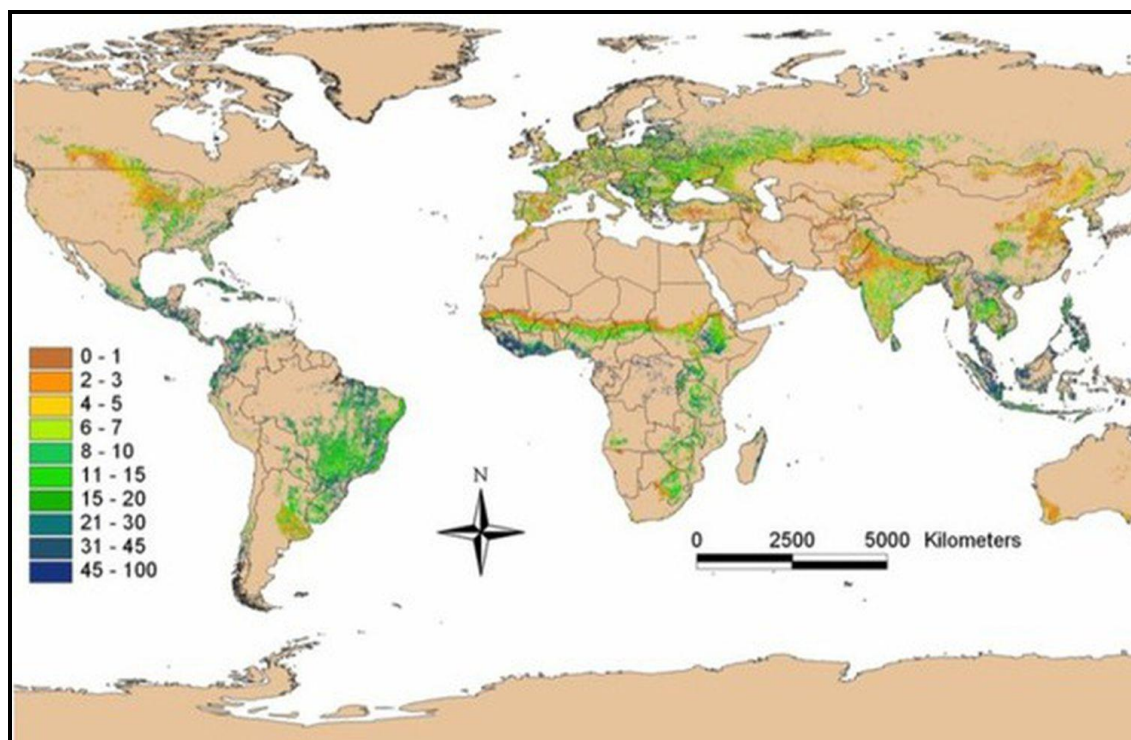
Por otro lado, se llama **práctica agroforestal** (PAF) a la generalización de un arreglo físico y su gestión. Por ejemplo: el cultivo en callejones, que privilegia unas salidas sobre otras, como podas, y promueve ciertas funciones sobre otras (el aporte de biomasa) (Nair, 1997).

Un **sistema agroforestal** (SAF) es la particularización de una práctica en función de las circunstancias locales donde se realiza: especies predominantes, características de su gestión, situación socioeconómica, etc (Nair, 1997). Las **tecnologías agroforestales** se refieren a innovaciones sobre bases académico-científicas que optimizan la gestión de un sistema de uso de la tierra genéricamente o agroforestal específicamente (Torquebiau, 1993). Una **técnica agroforestal** es la aplicación concreta de una tecnología y su difusión de uso (por ejemplo: poda).

## El componente forestal

Los paisajes agrícolas en general, tienen un alto número de árboles, que cumplen con diferentes propósitos, como producción de madera, leña, forraje, frutas, medicinas, etc. Los árboles brindan servicios como: sombra para cultivos y animales, protección como en el caso de cortinas rompe vientos, etc., además los árboles aumentan la diversidad biológica de los agroecosistemas. Los científicos del Centro Mundial de Agrosilvicultura (ICRAF) han demostrado mediante un estudio de imágenes satelitales, que prácticamente la mitad de todos los paisajes agrícolas del mundo incluye una cubierta forestal considerable (Figura 5).

**Figura 5. Mapa del porcentaje de árboles en los terrenos cultivados en todo el mundo**

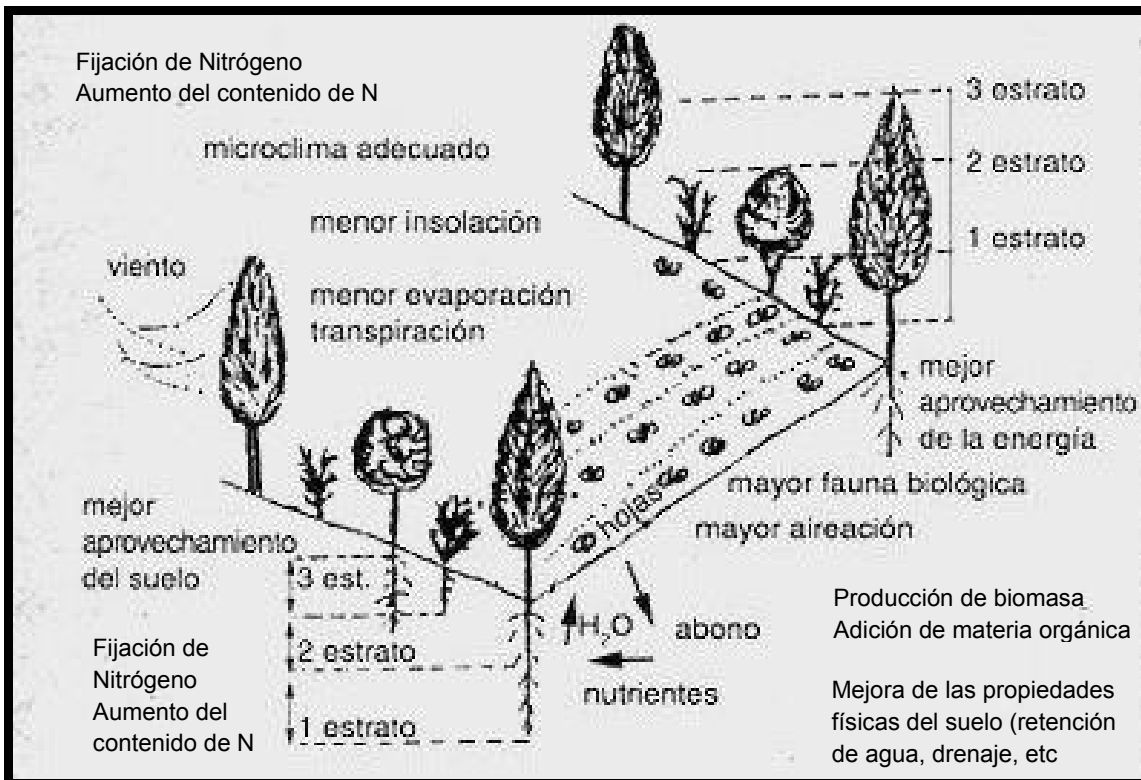


Fuente: ICRAF-2009

Para que sean parte de un sistema, debe haber una *acción deliberada* de combinarlos con otra actividad agropecuaria. La conformación de un sistema busca optimizar la producción unidad pre-

dial a través de una diversificación, en la que los árboles cumplen un rol fundamental. Este rol se ve reflejado en que los árboles pueden proveer muchos productos tales como madera, alimento, forraje, leña, postes, materia orgánica, medicina, cosméticos, aceites y resinas entre otras. Por otra parte, los árboles son proveedores importantes de servicios como seguridad alimentaria, conservación de suelos, aumento de la fertilidad del suelo, mejora del microclima, cercos vivos para los cultivos y árboles frutales, demarcación de límites, captura de carbono, estabilización de cuencas, protección de la biodiversidad, recuperación de tierras degradadas y control de maleza (Figura 6).

**Figura 6. Efectos benéficos de la presencia de árboles en un predio agropecuario.**



Los árboles pueden mejorar la productividad de un agroecosistema, al influir en las características del suelo, del microclima, de la hidrología y de otros componentes biológicos asociados. Modificado de Nair, 1989

Los árboles generalmente se pueden incorporar en un SAF como:

- Árboles en huertos caseros, cerca de las viviendas

---

- En praderas o áreas de pastoreo

---

- Asociados con cultivos agrícolas

---

- Cercos de protección o linderos

---

- Cortinas rompevientos

---

- Montes de reparo

---

- Productores de madera y leña

Sin embargo, para hacer un uso eficiente de las especies se requiere conocer sus cualidades y propiedades. Es importante conocer su adaptación a condiciones regionales (suelo, clima, manejo), tamaño y hábito de crecimiento incluyendo el sistema radicular ya que en gran parte el sistema radicular determina los tipos de asociaciones o combinaciones de los árboles con otros cultivos. En este sentido es importante considerar a los **árboles multipropósito**.

## **Árboles de uso múltiple (AUM) o árboles multipropósito**

Budowsky (1987) los define como árboles que, en adición de los productos y servicios normalmente esperados como madera, influencias microclimáticas, mejoramiento del suelo y adición de materia orgánica, también proporcionan productos y servicios adicionales tales como fijación de nitrógeno, forraje, alimentos, gomas, fibras y productos medicinales. Burley y von Carlowitz (1984) mencionan que un árbol de usos múltiples (AUM) es una perenne leñosa, cultivada deliberadamente para proveer más de una contribución importante a la producción o servicio (protección, sombra) del sistema de uso de la tierra que él ocupa. Por su parte Nair (1993), define un árbol de usos múltiples en un contexto agroforestal, como aquel que provee múltiples productos de uso económico y al mismo tiempo se combina bien tanto económica como ecológicamente con los otros componentes de ese sistema agroforestal.

El AUM no es sólo aquél que ha demostrado potencial para proveer un conjunto de bienes y servicios, sino aquél cuyos potenciales pueden ser desarrollados y mejorados a través de novedosos sistemas de manejo. Las premisas para nominar a una especie como AUM son (Wood, P.J. et Burley, J. 1993):

- (a) Toda leñosa perenne es un AUM circunstancialmente.
- (b) No toda leñosa perenne puede ser un AUM para todo SAF
- (c) Las funciones de un AUM dependen de las demandas del SAF

Un ejemplo de AUM son las leñosas forrajeras, leguminosas o no, como la morera (*Morus alba*). Las especies arbóreas y arbustivas son útiles como suplemento dietético para animales en pastoreo, por su alto contenido de proteína y energía y otros elementos indispensables para los animales.

## **Antecedentes de la agroforestería**

La agroforestería se practica desde hace muchos años en numerosas partes del mundo. Sus formas varían considerablemente de un paisaje a otro, de un país a otro y de una región a otra, en función de las necesidades y la capacidad de las personas, condiciones ambientales, culturales y socioeconómicas prevalecientes (FAO). Si bien el término “Agroforestería” fue acuñado por primera vez en 1977, los sistemas de uso de la tierra con interacción de árboles y cultivos se han practicado durante miles de años, y tradicionalmente han sido elementos importantes del paisaje agrícola en las regiones tropicales y templadas de todo el mundo. Las primeras etapas de la historia de la agricultura fueron dominadas por la agricultura migratoria, con alternancia de períodos de agricultura y

silvicultura. Posteriormente, se desarrollaron sistemas más estables con la participación del pastoreo y bosques silvopastoriles, cuyo propósito fue la transferencia de nutrientes al sistema a través del estiércol (Farfan, 2014). Es decir, el uso de los árboles y cultivos o ganado combinados, es una antigua práctica que los agricultores han utilizado a través de la historia de la humanidad. King (1987) hace un recuento de la Agroforestería y específicamente menciona que, en Europa, antes de la Edad Media, fue una costumbre general limpiar áreas degradadas, quemar y posteriormente cultivar plantas alimenticias. Esto se hacía en diferentes épocas en el área limpia, y se sembraban y plantaban árboles, antes, durante y después de los cultivos agrícolas. En América Tropical, diversas comunidades han simulado las condiciones del bosque para obtener efectos beneficiosos de los ecosistemas forestales. Por ejemplo, en América Central, la roza, tumba y quema ha sido una práctica tradicional por mucho tiempo. Cuando los españoles llegaron a América, los SAF eran la manera de producir de las comunidades originarias. Según Fassola et al. (2009) la evolución de las prácticas agrícolas, pecuarias y forestales en zonas tropicales y subtropicales tienen una similitud con la trayectoria de las mismas en nuestro país. Las prácticas silvopastoriles se plantearon en el país, fundamentalmente en el NEA. Según los autores, instaurado el modelo silvopastoril comienzan a surgir demandas conducentes al desarrollo de modelos agroforestales de mayor complejidad donde el estudio de las interacciones y sus efectos conduce a nuevos modelos productivos donde la obtención de alimentos estará permanentemente presente acompañando la producción forestal. A escala mundial se calcula que mil millones de hectáreas son ocupadas por sistemas agroforestales y silvopastoriles. En América Latina y en el Caribe, estos sistemas productivos probablemente superen las 300.000.000 de hectáreas, asociando en diferentes regiones cultivos, pasturas y ganado con árboles y arbustos (Peri et al., 2015).

## Definiciones

### Agroforestería

Según Solorio et al (2009) se han hecho innumerables esfuerzos para definir la Agroforestería. Los primeros intentos comenzaron en la década de los 70, a finales de esta década y a principios de los 80, se presentaron numerosas definiciones, las cuales eran muy extensas y contenían más bien cualidades o propiedades, que elementos de definición. Las primeras definiciones de Agroforestería son de los años setenta, definiéndola como un sistema sostenible de manejo de tierras que aumenta la producción, combinando simultáneamente o secuencialmente cultivos agrícolas (frutales u hortalizas), plantas forestales y/o animales, y aplicando prácticas de manejo que sean compatibles con los patrones culturales de la población local (Bene et al., 1977). Combe y Budowski (1979) a su vez, indican que la agroforestería es el conjunto de técnicas de manejo de tierras, que implican la combinación de árboles forestales, ya sea con ganadería o con cultivos y la combinación puede ser escalonada en el tiempo o en el espacio, con el objeto de optimizar la producción por unidad de superficie, respetando el principio de rendimiento sostenido. En 1982, el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF) la definió como un sistema de uso de la tierra en el que se combinan deliberadamente, de manera consecutiva y simultánea, en la misma unidad de



aprovechamiento de tierra, especies arbóreas perennes con cultivos agrícolas anuales y o animales, a fin de obtener una mayor producción. Young (1989) indica que la Agroforestería representa un enfoque en el uso integral de la tierra, que involucra una mezcla o retención deliberada de árboles y otras leñosas perennes en el campo de la producción agropecuaria, que la misma se beneficia de las interacciones ecológicas y económicas resultantes”. Por último, Budowski (1993) aporta la siguiente definición de Agroforestería, que integra casi todos los elementos citados: “Agroforestería es el conjunto de técnicas de manejo de tierras que implica la combinación de árboles con cultivos o con animales, o la combinación de los tres. Tal combinación puede ser simultánea o secuencial, manteniendo el principio de rendimiento sustentable. En esta combinación debe haber una interacción significativa”. Ospina (2003) recuperó más de cincuenta definiciones de Agroforestería y otros términos equivalentes y también presenta la evolución del término a partir de aspectos o descriptores que identificó en su investigación.

Como se mencionó anteriormente, la agroforestería es un área interdisciplinaria que incluye interacciones entre árboles, personas y agricultura (Sinclair, 2004; Kass, 1992.). Como nudo interdisciplinar, se basa en la silvicultura, la agricultura, la ganadería, la acuicultura y la piscicultura, el manejo del recurso tierra y otras disciplinas, que, en conjunto, constituyen el enfoque sistemático del uso de la tierra (Tabla 1). Esto permite un uso de la tierra más diverso, integrado, productivo, provechoso, saludable y sostenible.

**Tabla 1: Análisis de la disciplina agroforestería**

Como ciencia	Como opción social	Como práctica productiva
Es interdisciplinaria e integradora, conjunta varias perspectivas	Debe ser compatible con los hábitos de la población local	Debe ser deliberada
Requiere de un entendimiento de las relaciones biofísicas y socio-económicas que se dan en ella	No es una alternativa en sí, su optimización circunstancial la hace tal	Debe estar presente al menos una especie leñosa
		Gestiona en un mismo espacio de tierra, cultivos (herbáceos o arbustivos o arbóreos), o animales
		Intenta optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles en una primera instancia y en su ciclaje
		Soportan un arreglo espacial o temporal
		Objetiva la maximización del rendimiento en el largo plazo
		Ofrece múltiples salidas

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Agroforesteria>

Según otros autores, la agroforestería es una ciencia, cultura y arte, que reúne conocimientos científicos y tecnológicos, teóricos y prácticos, modernos y ancestrales, para la generación de sistemas de producción sustentables, que considera la asociación de leñosas perennes (árboles, arbustos, palmeras, bambú, cactáceas y hierbas gigantes) con cultivos (agrícolas o forrajeros) y/o cría de animales en la misma unidad de tierra. Implica un proceso dinámico como modelo de conservación-productiva en donde la valoración e integración de los recursos naturales con bases agroecológicas permiten enfrentar los problemas actuales y otros emergentes (Moreno Calles et al, 2020).

La agroforestería, en definitiva, es un sistema de manejo sostenible de los cultivos y del suelo, mediante el cual se busca aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de las especies arbóreas con cultivos de valor económico, entre los cuales se incluyen pastos para la producción animal (Torquebiaeu, 1993), con aplicación de prácticas de manejo compatibles con las prácticas culturales locales (Durán, 2004).

## **Sistemas agroforestales**

Nair (1985) definió a los sistemas agroforestales (SAF) en los siguientes términos: “son sistemas de uso de la tierra en los que leñosas perennes (árboles, arbustos, etc.) crecen en asociación con plantas herbáceas (cultivos, pastos) y/o animales en un arreglo espacial, en rotación o ambos, y en los cuales hay interacciones, tanto ecológicas como económicas, entre el componente arbóreo y no arbóreo del sistema”.

Vega (1992) a su vez los define como la forma de uso del suelo que es específico a una localidad y descrito de acuerdo con su composición y arreglo biológico, el nivel de manejo tecnológico o las características socioeconómicas.

Montagnini (1992) define los sistemas agroforestales como formas de uso y manejo de los recursos naturales en las cuales especies leñosas (árboles, arbustos y palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal.

González y Aguilera (2003) indican que son un conjunto de tecnologías de uso del suelo en las cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, etc.) se utilizan deliberadamente en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal.

Dupraz (2008) define a un SAF como una asociación en una misma superficie de árboles y producciones agrícolas, promoviendo sus interacciones y estudiando las interrelaciones de competencia y facilitación entre árboles y cultivos.

Sotomayor (2008) recalca que los SAF favorecen una cierta armonía entre la actividad del hombre y las fuerzas naturales de la sucesión, dado que son una forma de utilizar la tierra bajo el principio de uso múltiple, en forma integral, satisfaciendo las necesidades humanas.

Cualquiera de las definiciones anteriores es válida e igualmente importante; en todas se menciona la importancia de la integración del componente vegetal (árboles, cultivos) el componente animal y su relación con el suelo y el ambiente.

Todas incluyen las siguientes premisas:

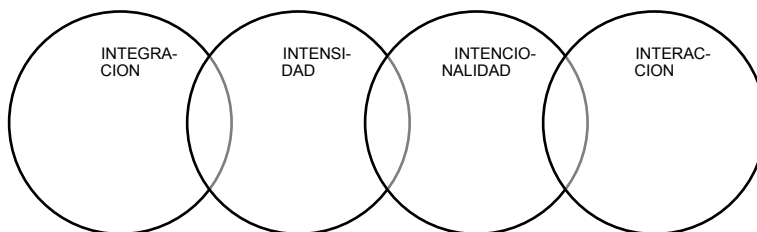
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los sistemas agroforestales son un conjunto de técnicas de <b>manejo</b> de la tierra, o un sistema de uso de la tierra</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En los sistemas agroforestales existe una <b>combinación</b>, ya sea <b>simultánea o secuencial</b>, en el tiempo o en el espacio de los diferentes componentes (árbol, cultivo, animal).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El objetivo principal de los sistemas agroforestales es la <b>optimización de la producción, manteniendo el principio de rendimiento sostenido</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para que los sistemas agroforestales sean sostenibles debe existir una conjugación de los <b>aspectos ecológicos y sociales con los económicos</b>.</li> </ul>

En forma práctica, es un término empleado para designar un conjunto de prácticas y sistemas de uso de la tierra ya tradicionales en regiones tropicales y subtropicales. En la mayoría de los sistemas agroforestales se aplican varias prácticas. Cualquiera de estas prácticas alcanza a ser un sistema cuando éste es desarrollado en forma generalizada en una región como para formar un tipo definitivo de utilización del suelo en esa área. Una tecnología agroforestal, significa una innovación o mejoramiento, generalmente a través de una intervención científica que puede ser aplicada en el manejo de un sistema o práctica. (Solorio et al, 2009).

En base a las definiciones se puede establecer que los SAF deben cumplir con “**las 4 i**” (Figura 7):

1. Intencionalidad (combinación deliberada - diversificación)
2. Intensidad (prácticas de manejo intensivo)
3. Interactividad (interacciones biológicas y físicas entre componentes - sustentabilidad)
4. Integración (unidad de manejo)

**Figura 7. Las 4 i**



## Características fundamentales de los Sistemas Agroforestales

Los SAF tienen sus propias reglas y algunas características que los definen, entre los cuales podemos mencionar (Arévalo, 1999):

**Límites:** pueden ser naturales o artificiales y claramente definen lo que es endógeno (interno) y exógeno (externo) con relación al sistema.

**Estructura:** es el arreglo espacial o temporal de los componentes del sistema y su arreglo entre los componentes.

**Función:** está relacionada a los insumos que entran al sistema y los productos que se obtienen a partir de ellos.

**Situación:** indica la condición en que se encuentra el sistema: en desarrollo, estable o en declive.

Un SAF sólo está correctamente definido si las tres primeras características mencionadas son claramente conocidas.

**Los atributos que caracterizan a los sistemas agroforestales son la productividad, sostenibilidad y adaptabilidad.**

## Objetivos de los SAF

Los objetivos o beneficios de un SAF pueden ser diferentes para cada situación y región del mundo y se clasifican en generales, biológicos-ambientales o económicos-sociales (Tabla 2). Algunos de estos son ampliamente reconocidos, como: mejor protección y mejoramiento del suelo; más de un tipo de cosecha o producto para los propietarios, lo cual le asegura una mayor estabilidad y retornos económicos en el mediano y largo plazo; obtención de subproductos como, leña, postes, miel y otros, que mejorará la calidad de vida de los propietarios; dado el reconocido aumento en la eficiencia biológica del sistema, ayudará a un incremento de la productividad no solo para un productor, sino que para toda la comunidad o región (<https://agroforesteria.infor.cl/index.php/definiciones-saf/que-es-agroforesteria>)

**Tabla 2. Objetivos de los SAF. Adaptado de Mercer, 1985**

Generales	Biológico ambientales	Económico sociales
Aumentar la productividad vegetal y animal	Mejor utilización del espacio.	Disminuir los riesgos del agricultor.
Asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación apropiada del uso de la tierra	Aumentar la fijación de carbono y N	Evitar la dependencia de un solo cultivo
Combinar lo mejor de la experiencia tradicional con los nuevos conocimientos.	Mitigar los efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia sobre los suelos.	Diversificar la producción de alimentos
	Manejo de plagas	Producir madera, leña y otros materiales diversos que sirvan para la subsistencia del agricultor, el uso industrial o la exportación
	Minimizar la escorrentía del agua y pérdida del suelo	

## Dónde se pueden establecer SAF

Las técnicas agroforestales son utilizadas en regiones de diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales; en regiones con suelos fértiles los sistemas agroforestales pueden ser muy productivos y sostenibles; igualmente estas prácticas tienen un alto potencial para mantener y mejorar la productividad en áreas con problemas de baja fertilidad, exceso ó escasez de humedad de los suelos (Figueroa, 2009).

Los sistemas agroforestales se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo cual contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y, como consecuencia, mejorar el nivel de vida de la población rural. En razón a lo anterior, se persiguen objetivos tanto ecológicos como económicos y sociales (Renda, 1997).

En general la aplicación de técnicas agroforestales puede consolidar o aumentar la productividad de sistemas agropecuarios y plantaciones forestales de muy diversas dimensiones, o por lo menos, evitar que haya degradación del suelo y pérdida de productividad a través del

tiempo. Desde el punto de vista biológico, las técnicas agroforestales permiten combinar especies con requisitos ambientales diferentes para mejorar el aprovechamiento de la energía radiante, utilizando tanto el espacio vertical como horizontal. Debido a la estructura vertical proporcionada por los árboles y otras especies leñosas, pueden convivir plantas y cultivos con diferentes requerimientos de luz, protegiendo al suelo de los efectos del sol, el viento y las fuertes lluvias que caracterizan al trópico (Iglesias, 1999).

## Ventajas de los sistemas agroforestales

Los SAF presentan ciertas ventajas (Nair, 1982, 1983; Lundgren y Raintree, 1983), entre las principales podemos mencionar:

1. Producción de una gran variedad de productos para la venta y autoconsumo,
2. Un flujo de ingresos estable y sostenido a través del tiempo,
3. Menor riesgo para los agricultores con poco capital,
4. Mantenimiento de la fertilidad natural del suelo debido al incremento de la materia orgánica,
5. Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo,
6. Crea un microclima que puede ser benéfico para ciertas plantas y/o animales (por ejemplo, modificaciones de luz, temperatura, humedad, viento, etc.).

## Conclusiones

Cuando hablamos de desarrollo sostenible nos referimos precisamente a la gestión y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico para satisfacer las necesidades humanas de las generaciones presentes y futuras.

Los sistemas agroforestales derivan de una concepción ecológica de los sistemas de cultivo, entendiendo la ecología como una de las tres ciencias principales que tratan del uso de la tierra, junto a la agricultura y la silvicultura. Según Mario Galetti, especialista del INTA Balcarce,

la diferencia principal es que en los sistemas agroforestales se pone especial énfasis en la integración y en las interacciones entre los elementos, en lugar de ocuparse de ellos en forma individual. En tal sentido, aclara que la agroforestería tiene muchas similitudes con la agroecología, la cual se caracteriza, entre otros aspectos, por la combinación en una misma parcela de diferentes cultivos, intercalándolos de forma de no agotar los suelos y potenciar las interacciones positivas entre los componentes del agroecosistema". (<https://inta.gob.ar/noticias/sistemas-agroforestales>).

## Referencias

- Arevalo L. (1999) [www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/inia/inia-i4/inia-i4-02.htm](http://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/inia/inia-i4/inia-i4-02.htm)
- Becht, G. (1974) Systems theory, the key to holism and reductionism. *Bioscience* 24(10): 579- 596.
- Beer, J.; Harvey, C; Ibrahim, M.; Harmand, J.M.; Somarriba, E. y Jiménez, F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*. 10 (37-38):80
- Bene, J.G., Beall, H.W., y Cote, A. (1977). *Food and people: Land management in the tropics*. IDRC, Ottawa.
- Budowski, G. (1993) *Agroforestería: una Disciplina Basada en el Conocimiento Tradicional*. Revista Forestal Centroamericana. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Burley, J. & von Carlowitz, P. (1984). Multipurpose tree germplasm. *Proceedings of a Planning Workshop*. Nairobi, Kenia. 223 p
- Combe, J; Budowsky, G. (1979) Clasificación de las Técnicas Agroforestales. Una Revisión de Literatura. Taller de Sistemas Agro-Forestales en América Latina. Catie-Unu, Turrialba, Costa Rica
- Detlefsen, G., López Sampson, A., Somarriba, E., Ordoñez, Y., Andrade, H., Quiros, D., Venegas, G., Ibrahim, M., Pezo, D., Kent, J., Ammour, T., Zapata, P., Orozco-Aguilar, L., Salgado Vásquez, J., Schlönvoigt, A. y Beer, J. (2012). Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica.
- Dupraz, C. y Liagre, F. (2008). *Agroforesterie, Des arbres et des cultures*. Ed. France Agricole.
- Durán V., Y. (2004). *Sistemas agroforestales*. [En línea]. Santa Fé de Bogotá, Colombia: UNAD, 56 p. Disponible en: <http://www.unad.edu.co/pages/cursos/agrarias.htm>
- Farfán V., F. (2014). *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café*. Manizales, Caldas (Colombia). 342 p.
- Fassola H. E 1, Lacorte S. M., Pachas A. N.; Goldfarb C.; Esquivel J.; Colcombet L., Crechi E. H., Keller A., Barth S. R. (2009). Los sistemas silvopastoriles en la región subtropical del NE argentino. XIII Congreso Forestal Mundial Buenos Aires, Argentina.
- Figueroa, Emilio. (2009). *Sistemas Agroforestales*. 10.13140/RG.2.2.20194.99525.
- Gallusser S., s/f; *Estudio comparativo sobre sistemas integrados de producción y sistemas agroforestales en el departamento de San Martín, Perú*; 56p.
- Giraldo, Luis A. (1996). El Potencial de los sistemas silvopastoriles para la ganadería sostenible. *Pasturas Tropicales*. CORPOICA, Memorias del curso, Medellín. 194p.
- González, M. O. & M.F. Aguilera. (2003). Capítulo V: Uso de modelos agrosilvícolas. Disponible en <https://agroforesteria.infor.cl/>. Último acceso: febrero 2021.
- ICRAF. (1998) Home Page. [Http://www.cgiar.org/icraf](http://www.cgiar.org/icraf)
- Iglesias J. M. (1999). "Sistemas de producción agroforestales, conceptos generales y definiciones", *Pastos y Forrajes*, 22:287.
- Kass, D. C. L. (1992). "Agroforestales", Conferencia Curso Internacional "Desarrollo de Sistemas Agroforestales" (Mimeo), CATIE Turrialba, Costa Rica.
- Montagnini, F.; Prevetti, L.; Thrupp, L. A.; Beer, J.; Borel, R.; Budowski, G.; Espinoza, L.; Heuveldop, J.; Reiche, C.; Russo, R.; Salazar, R.; Alfaro, M.; Rojas, Is; Berstch, F; Fernández,

- E.; González, M.; Alvim, R.; Shahe-Duzzaman, Md. & Nichols, D. (1992). Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos, Organización para Estudios Tropicales - OET-, San José, Costa Rica.
- Moreno Calles, A.; Galicia-Luna, V.; Casas, A.; Toledo, V.; Vallejo, M.; Fita, D. y Camou-Guerrero, A. (2014). La Etnoagroforestería: el estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México. *Etnobiología*. 12. 1-16.
- Moreno Calles A., Palma García JM, Soto-Pinto L, Rosales Adame JJ, Sosa Fernández V, Montañez Escalante P., Cariño M, Ruenes Morales R., Moctezuma Pérez S. y López Martínez W. (2020). Los sistemas agroforestales de México. *ArgentinaForestal.com*
- Nair, P. R. (1993). *An introduction to agroforestry*. Springer Science & Business Media.
- Nair, P.K.R. (1985) *Classification of Agroforestry Systems*. Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht, Holanda
- Nair, P.K.R., (1997). *Agroforestería*. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible y Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 3-14
- Ospina (2003). *Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal*. ACASOC, Cali, Colombia
- Peri, Pablo; Montagnini, Florencia; Goldfarb, Cristina. (2015). 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles: VII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales / ACTAS. Ediciones INTA.
- Renda, A. (1997). *La agroforestería en Cuba*. Santiago de Chile: Oficina regional de la FAO
- Sánchez L., J.A. (2003). *La agroforestería y el desarrollo sostenible*. San Pedro Sula: FHIA, 19 p.
- Sinclair, F. L. (2004). "Agroforestry", Elsevier, University of Wales, Bangor, UK
- Solorio F., Petit Aldana J, Casanova Lugo F, Ramirez Saviles L. (2009) .Notas de curso: Diseño y Evaluación de Sistemas Agroforestales
- Sotomayor, A.; García, E.; González, M.; Lucero, A. (2008). "Modelos Agroforestales, alternativa productiva para un desarrollo sustentable de la agricultura campesina en Chile", Mauricio Ponce Donoso, Marcia Vázquez Sandoval (Eds.). 4.º Congreso Chileno de Ciencias Forestales, Universidad de Talca, 1 al 3 de octubre de 2008, Talca, Chile. DOI: 10.13140/RG.2.1.4826.0881
- Tercer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles: VII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales / compilado por Pablo L. Peri. - 1a ed. – Santa Cruz: Ediciones INTA, (2015).
- Torquebiau, E. (1993). *Conceptos de agroforestería: Una introducción*. Chapingo: Universidad Autónoma de Chapingo, 89 p.
- Vega, L.E. s/f. Seminario Taller sobre Metodologías para la Evaluación de Sistemas Agroforestales. *La Agroforestería en Colombia: una Visión de su Desarrollo*. 10p.
- Wood, P.J. et Burley, J. (1993) *Les arbres à usages multiples: Introduction et évaluation pour l'agroforesterie*. Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale, Centre International pour la Recherche en Agroforesterie. Bruxelles, Belgique. pp. 11-21
- Young, A. (1989) *Agroforestry for soil conservation: science and practice*. Nairobi, Kenya: CAB International and ICRAF.