

CONCEPTOS GENERALES SOBRE AGROFORESTERÍA

Jairo García Lozano ¹

INTRODUCCIÓN

Este documento fue preparado para adelantar una serie de cursos de capacitación, inicialmente al personal técnico de CORPOICA y posteriormente a técnicos de las UMATA, en temas relacionados con el enfoque de investigación en "Sistemas de Producción" y en estrategias de reordenamiento del uso de la tierra con sistemas alternativos como la Agroforestería. Estos eventos se iniciaron en 1994 y perseguían suministrar los elementos básicos desde un punto de vista conceptual y metodológico para la caracterización y diagnóstico de sistemas de producción, así como la incorporación de la visualización de formas alternas de producción integrales bajo el enfoque agroforestal.

Durante el desarrollo de este curso introductorio sobre los principios básicos que rigen el enfoque de la agroforestería, se tiene como objetivo despertar interés sobre la aplicabilidad de un enfoque sistemático de trabajo, en las actividades de investigación y transferencia de tecnología en fincas.

Se espera poder definir el verdadero alcance de la Agroforestería no como la única alternativa, sino como una valiosa y acertada herramienta tecnológica en el desarrollo agropecuario sustentable de la región amazónica.

Se aborda el tema de una manera muy elemental, planteando tres interrogantes: Qué es Agroforestería, el por qué de la Agroforestería y cómo aplicar y entender la Agroforestería. Posteriormente se analiza el enfoque sistemático, las ventajas y desventajas, y cómo analizar estructural y funcionalmente un S.A.F. (Sistema Agroforestal).

1. EL CONCEPTO DE AGROFORESTERÍA

La Agroforestería es un término relativamente nuevo para calificar "prácticas agropecuarias" que datan desde tiempos históricos, y a las cuales en estos momentos en los que la explotación agropecuaria es muy cuestionada ecológica y económicamente, se ha visto como una buena opción en el uso del "Recurso Tierra".

El término **AGROFORESTERÍA** se puede definir de varias formas, existiendo prácticamente para cada disciplina o especialidad del conocimiento, una interpretación. A continuación se dan algunos significados, comúnmente encontrados en la literatura:

- Sistema integrado de uso de la tierra donde los árboles leñosos perennes se mezclan deliberadamente con cultivos y/o animales, en arreglos espaciales o temporales (ICRAF, 1992).

¹ Ing. Agrónomo M.Sc. Investigador CORPOICA, Centro de Investigación Macagual, e-mail: jgarcial@corpoica.org.co

- Modelos agropecuarios diversificados y multiestratificados, en los cuales los cultivos arbóreos son explotados en asociación planeada con cultivos o pasturas de manera simultánea o secuencial (CATIE, 1986).
- Son formas de uso y manejo de los recursos naturales en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmas etc.) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o explotaciones pecuarias en el mismo terreno de manera simultánea o en una secuencia temporal (Fundesa 1991).
- Sistema de manejo sostenido de la tierra, que incrementa el rendimiento de ésta, combina la producción de cultivos y plantas forestales y/o animales, simultánea y consecutivamente, en la misma unidad de terreno y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local.
- Práctica que trabaja con sistemas de producción biológica combinando plantas leñosas con cultivos y/o animales útiles en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal con interacciones significativas ecológicas y/o económicas entre los componentes.
- Asociación de árboles o arbustos con cultivos, animales y/o pasturas, siendo esa asociación, ecológica y económicamente equilibrada (EMBRAPA - Rondonia).
- Tipo de uso de la tierra que involucra deliberadamente la manutención, introducción o mezcla de árboles u otras especies leñosas en los campos de producción de cultivos anuales y/o animales para beneficiarse de las interacciones ecológicas y económicas resultantes (Nair, 1984).
- Nombre colectivo para todos los sistemas y prácticas de uso de la tierra, donde las plantas leñosas son deliberadamente plantadas en la misma unidad de manejo de la tierra con cultivos agrícolas y/o animales, tanto en mezcla espacial o secuencia temporal, con interacciones ecológicas y económicas significativas entre los componentes leñosos y no leñosos (Lundgreen, 1987).

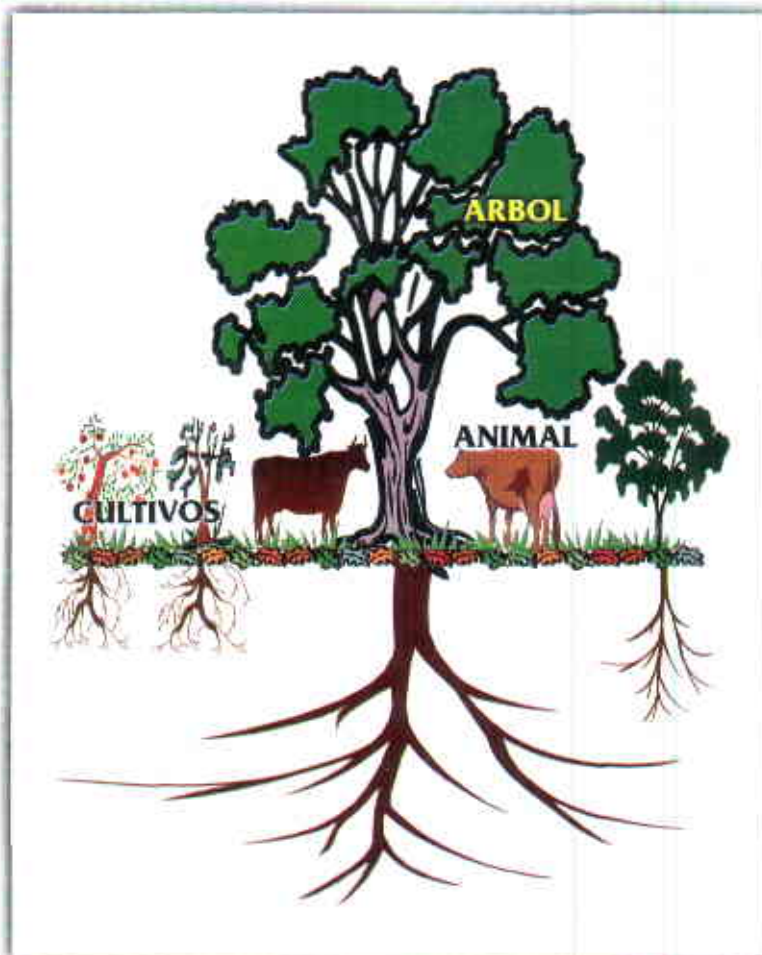


FIGURA 1.
Componentes de un sistema agroforestal

Al analizar los anteriores significados, se aprecia que la filosofía de la A.F. se fundamenta, en concentrar esfuerzos para hacer un uso óptimo de especies (diversidad), del espacio (horizontal y vertical) y del tiempo. Además hay dos aspectos bien importantes en los cuales radica en primera instancia las "ventajas" comparativas de la A.F. con relación a los sistemas tradicionales de uso de la tierra.

El primero está relacionado con la **DIVERSIDAD DE COMPONENTES**, debido a que en una misma unidad de tierra se pueden obtener varios productos los cuales pueden provenir de árboles, de cultivos y/o de animales (Figura 1); en otras palabras esto significa, cambiar la forma normal de crecimiento productivo basado en la maximización de la productividad de una especie por unidad de área, por formas más optimizadas y cualitativas de producción, que persiguen la utilización permanente de una misma unidad de área (producción total de varias especies en el mismo espacio), condición que de por sí es muy compatible con la políticas de desarrollo y conservación para la Amazonia.

El segundo aspecto se refiere a la integralidad que deben tener las especies seleccionadas y el ambiente, donde todos

los componentes **INTERACCIONAN COMO UN TODO** (enfoque de sistemas), presentándose preferiblemente un efecto positivo, es decir, no basta simplemente ubicar espacialmente en una misma unidad de tierra o en el tiempo diversas especies, éstas deben tener cierto grado de afinidad que permitan una situación comparativa más ventajosa y eficiente en el uso de la tierra, con relación al común de las prácticas agropecuarias.

ES NECESARIO DIFERENCIAR LOS MODELOS TRADICIONALES DE ASOCIO, RELEVO, CULTIVOS INTERCALADOS Y MÚLTIPLES QUE NORMALMENTE SE PRESENTAN EN ALGUNAS ÁREAS, DEL TÉRMINO QUE ESTAMOS TRATANDO. AÚN ASÍ, LOS PRINCIPIOS QUE GUÍAN ESTOS MODELOS SON UNA BUENA BASE PARA EL ENTENDIMIENTO DE LA A.F. COMO SISTEMA

Para plantear una alternativa agroforestal no basta tan solo con diseñar “arreglos” o “modelos” en la distribución espacial o temporal de las especies; la asociación deliberada de varias especies, debe satisfacer una necesidad o solucionar un problema al productor.

Al hablar de varias especies que están en un mismo espacio o que se alternan en el tiempo, se debe considerar como punto importante, que ellas deben relacionarse entre sí y preferiblemente de manera armónica; es decir que en un modelo agroforestal se deben presentar **interacciones** entre las especies, el suelo, el clima y el hombre. Estas interacciones son de tipo ecológico, biológico y económico, pueden ser negativas o positivas. En general se agrupan en tres categorías o clases.

| | |
|---|---|
| INTERACCIÓN COMPLEMENTARIA (Positiva) | Se presenta cuando un componente aumenta la productividad de otro (relación positiva). |
| INTERACCIÓN NEUTRA | No hay ningún efecto de un componente sobre otro (aparentemente no hay ninguna relación). |
| INTERACCIÓN COMPETITIVA (Negativa) | La presencia de un componente reduce la productividad de otro (relación negativa). |

El análisis de estas interacciones, nos indica si realmente estamos hablando de un sistema agroforestal ideal y estable, o de un arreglo espacial de especies, las cuales se manejan individualmente. Para el asunto podemos tomar este ejemplo:

En un ecosistema natural, por ejemplo un bosque, entre mayor número de interacciones existan, más estable será el *ecosistema*, debido a que cualquier efecto negativo en las cadenas no será tan notorio y podrá autoregularse. Sin embargo en un monocultivo las interacciones son muy pocas, primando las de tipo competitivo (Ej. Plagas, malezas, extracción nutrientes, etc.) de tal manera que algunos componentes del sistema no pueden autoregularse (Ej. Falta el enemigo natural, agotamiento de reservas minerales del suelo, etc.).

EL ENFOQUE AGROFORESTAL TIENE COMO FINALIDAD IDENTIFICAR Y MAXIMIZAR LAS INTERACCIONES POSITIVAS Y TRATAR DE REDUCIR LAS NEGATIVAS

La A.F. no se debe ver como algo intangible y lejano, o como algo raro y del otro mundo, lo fundamental está en comprender las formas actuales y tradicionales de uso de la tierra, pero de manera integral (**enfoque sistemático**), este es el aspecto que vale la pena desarrollar y popularizar. Esta visión integral permitirá a su vez la posibilidad de involucrar o complementar con elementos o prácticas agroforestales los sistemas de producción actuales, antes que plantearle al productor modelos A.F. que nada tienen que ver con lo que actualmente hace.

Este principio lo podemos resumir en el siguiente concepto general:

AGROFORESTERÍA
SISTEMA EN EL QUE ESPECIES PERENNES SON MANEJADAS CON CULTIVOS Y/O ANIMALES EN LA MISMA ÁREA, EN ALGÚN ARREGLO ESPACIAL O TEMPORAL, UTILIZÁNDOSE AL MÁXIMO EL RECICLAJE DE LOS RECURSOS QUE HACEN PARTE DEL MISMO

1.1. Características generales de un sistema agroforestal

Un sistema agroforestal se caracteriza principalmente por:

- Incluir combinaciones de subsistemas o de prácticas agrícolas, hortícolas, forestales y pecuarias.
- Integrar árboles con cultivos y/o animales con el principal objetivo de reducir riesgos y aumentar la productividad total.
- En un estado ideal, los sistemas agroforestales son estables y sustentables, puesto que presentan mayor diversidad que los monocultivos, pudiendo distribuir la producción por un período más largo.
- El integrar árboles a sistemas agrícolas, resulta en un uso más eficiente de luz, humedad del suelo y nutrientes.
- Combina producción de ingresos con protección de recursos (En algunos modelos muchas veces se sacrifica la protección por productividad y uso de insumos o entradas al sistema).
- Pone mucho énfasis en el uso de árboles y arbustos de uso múltiple (No se deben descartar los exóticos de buena y eficiente adaptabilidad a las condiciones locales).
- Es muy apto para condiciones de bajos insumos y ambientes frágiles (No es una característica valedera para todas las condiciones).

2. LA AGROFORESTERÍA UNA ALTERNATIVA EN LA AMAZONIA

Para hacer un análisis del por qué de la Agroforestería, es necesario discutir un poco sobre los sistemas de producción agropecuarios, practicados en esta región.

El sistema agrícola de uso de la tierra que impera en la región amazónica es el de tumba y quema (el cual desde cierto punto de vista es un sistema agroforestal con ciertos visos de sustentabilidad biofísica), que dependiendo de factores físicos, socioculturales y económicos como, infraestructura, clima, topografía, concentración de la población, procedencia del colono y capital (entre otras), generalmente termina en ganadería extensiva (para mayor información ver el documento *Descripción, espacialización y dinámica de los sistemas de producción agropecuaria en el área intervenida del departamento de Caquetá* por García y col., 2002).

Esta práctica se caracteriza por su negativo impacto ambiental debido a que se transforman grandes ecosistemas biodiversos, por monocultivos, con graves consecuencias por ruptura de la dinámica natural en las poblaciones de especies, en las cadenas tróficas, en el ciclo de nutrientes, etc. Esta situación repercute negativamente en los sistemas de producción establecidos por los productores, debido al surgimiento de plagas, enfermedades y principalmente a la degradación de suelos por erosión y compactación; que en su conjunto, limitan el desarrollo de cultivos y actividades pecuarias tradicionales.

En la Figura 2 se ilustra a manera de ejemplo, el efecto del sistema de tumba y quema en tres indicadores físico - químicos del suelo: Materia orgánica, minerales y densidad aparente, allí se aprecia la incertidumbre en la sostenibilidad del sistema, ya que en los tres casos una vez se cambia el bosque primario, no se podrán alcanzar los niveles iniciales, ni en los picos de máxima producción al cabo de 10 ó 15 años de regeneración natural.

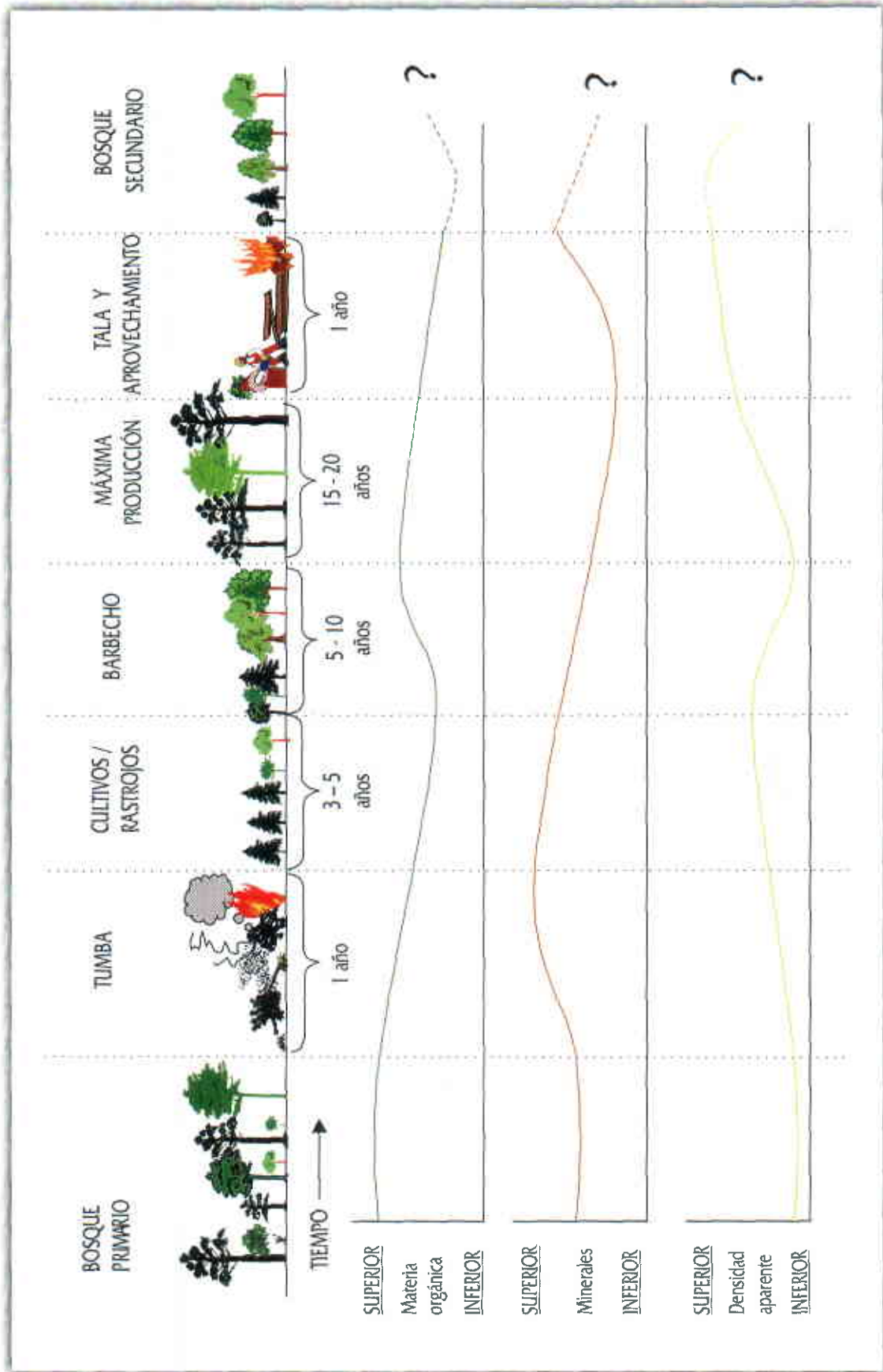


FIGURA 2.

Esquema general de los probables cambios en el estado de la materia orgánica, contenido de nutrientes y densidad aparente de la superficie del suelo, durante las diferentes fases en el paso del bosque primario a cultivos de corto ciclo (Uwdgren, 1978)

Como alternativa se plantea la Agroforestería, pues se considera que presenta algunas ventajas. Al comparar un sistema forestal natural (bosque), un sistema agrícola tradicional y un sistema agroforestal en su estado ideal, se puede apreciar en los tres casos que hay entradas, interacciones y salidas (pérdidas) del sistema. En el primer caso, las pérdidas son mínimas lo que permite mayor estabilidad. Aún así, es necesario recordar que los ecosistemas naturales son dinámicos y evolucionan, no son estáticos y esa dinámica está influenciada por las entradas (agua, aire, luz, temperatura, etc.) y el tiempo. El hombre altera ese equilibrio variando componentes o interacciones y acelerando las salidas (pérdidas del sistema) como se aprecia en el segundo caso (Figura 3).

Mediante los modelos A.F. no se persigue llegar a niveles de estabilidad tan perfectos como lo es el bosque natural, pero justamente lo que se persigue con relación al segundo caso es la complejidad en el mayor número de interacciones entre los componentes y minimizar las salidas o pérdidas del sistema.

3. ¿CÓMO SE HACE AGROFORESTERIA?

Anteriormente se dedujo que la esencia de un sistema agroforestal (S.A.F.) es la identificación y maximización de las interacciones positivas, por lo tanto es necesario analizar en primera instancia cuáles son las interacciones que se pueden presentar.

En las Figuras 4 y 5 se aprecian las principales interacciones desde el punto de vista ecológico, entre ellas el óptimo uso del espacio aéreo y subterráneo y un mejor aprovechamiento de la luz por los diferentes estratos. Este hecho se manifiesta en mayor eficiencia de la fotosíntesis puesto que hay mayor conversión de compuestos orgánicos a los diferentes estratos y por lo tanto mayor capacidad de almacenar energía en una misma unidad de área; colateralmente se forma un microclima más favorable para el desarrollo de las especies involucradas, mayor regulación por parte del árbol del efecto del viento y la lluvia sobre el suelo y los demás componentes del sistema, disminución de la temperatura del suelo y por consiguiente mejoramiento de la humedad.

En las Figuras 6 y 7 se aprecia las interacciones desde el punto de vista biológico, resaltándose las relacionadas al ciclaje de la materia orgánica y por ende de nutrientes. Es significativo el aporte de biomasa de los árboles en el sistema (hojarasca - litter), repercutiendo a su vez en la protección del suelo contra la erosión hídrica y eólica, paralelamente es un substrato para que actúen y se reproduzcan los microorganismos del suelo encargados de mineralizar la materia orgánica y liberar los nutrientes. De la misma forma las entradas extras que se deben aplicar al sistema (insumos) con el fin de mantener su estabilidad ingresan al mismo ciclo siendo más eficiente y económico su uso. **En un S.A.F. es necesario familiarizarse y aplicar la técnica del bajo insumo. Existe una falsa creencia de que los S.A.F. no demandan insumos, los demandan en su etapa de establecimiento y dependiendo de la oferta natural, a medida que el SAF se estabiliza, la demanda de insumos (entradas extras) debe ser menor.**

En la Figura 8 se aprecia el modelo teórico de la forma en que se debe analizar el ciclaje de nutrientes en un modelo A.F.; como se puede apreciar, el principal factor es la mayor eficiencia fotosintética en el sistema, medible en la capacidad de acumulación (reserva) de nutrientes en la materia orgánica (léase también biomasa) en los diferentes componentes, así como las transferencias (léase interacciones) que se presentan en el proceso incluyendo las entradas y salidas (pérdidas) del sistema, factor preponderante para medir la estabilidad del mismo.

3.1. El papel de los árboles de uso múltiple

Vale la pena hacer un capítulo aparte para tratar el tema del componente arbóreo en un modelo agroforestal, normalmente se piensa que el árbol debe ser necesariamente de valor económico, es decir, se habla de Agroforestería cuando tenemos como componente principal un árbol maderable; pero la función del mismo como lo vimos anteriormente es mucho más importante y va más allá de producir madera de valor económico.

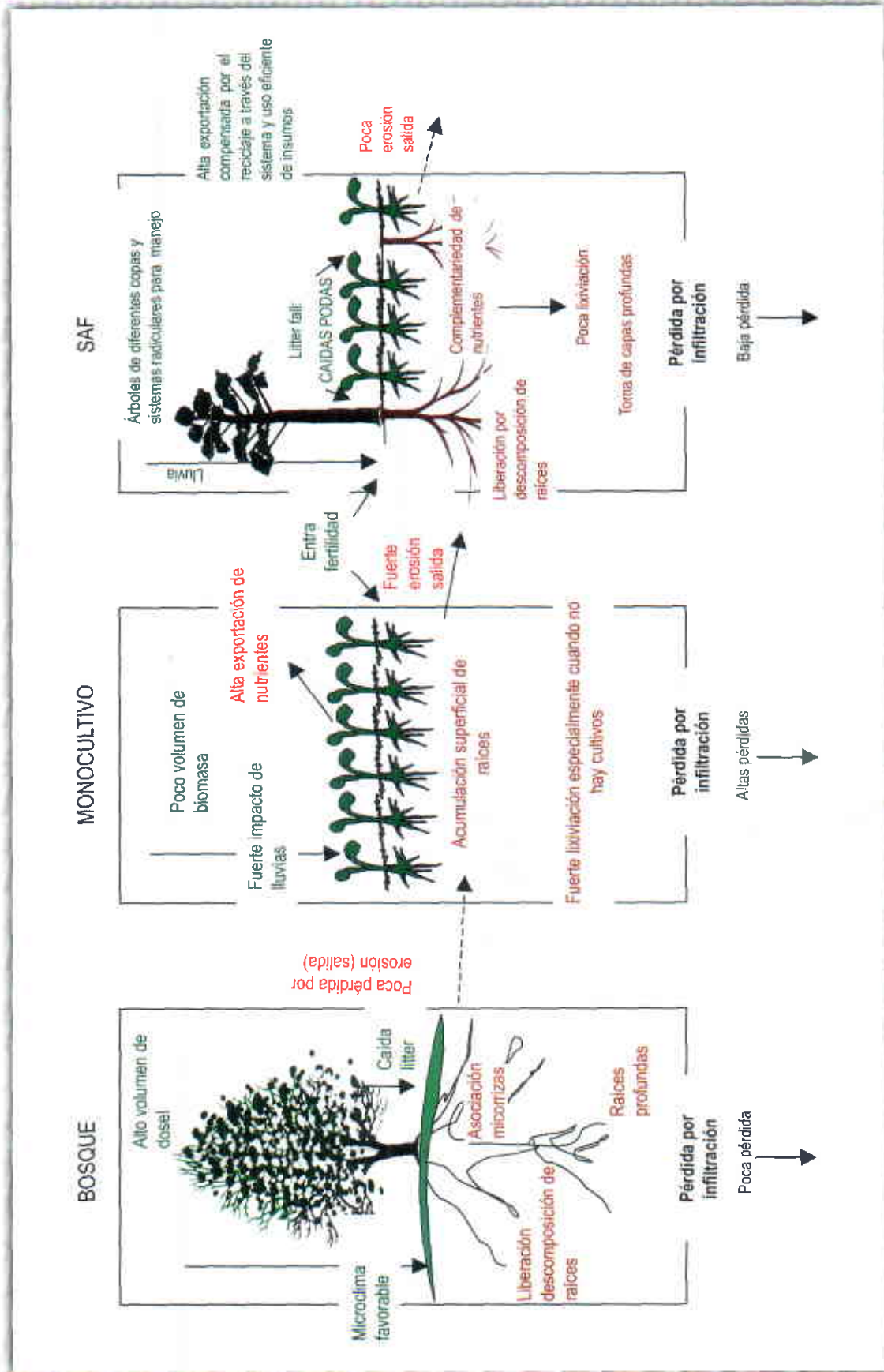


FIGURA 3. Representación esquemática de las ventajas de un sistema agroforestal ideal en comparación con la agricultura tradicional y sistemas forestales con relación a nutrientes

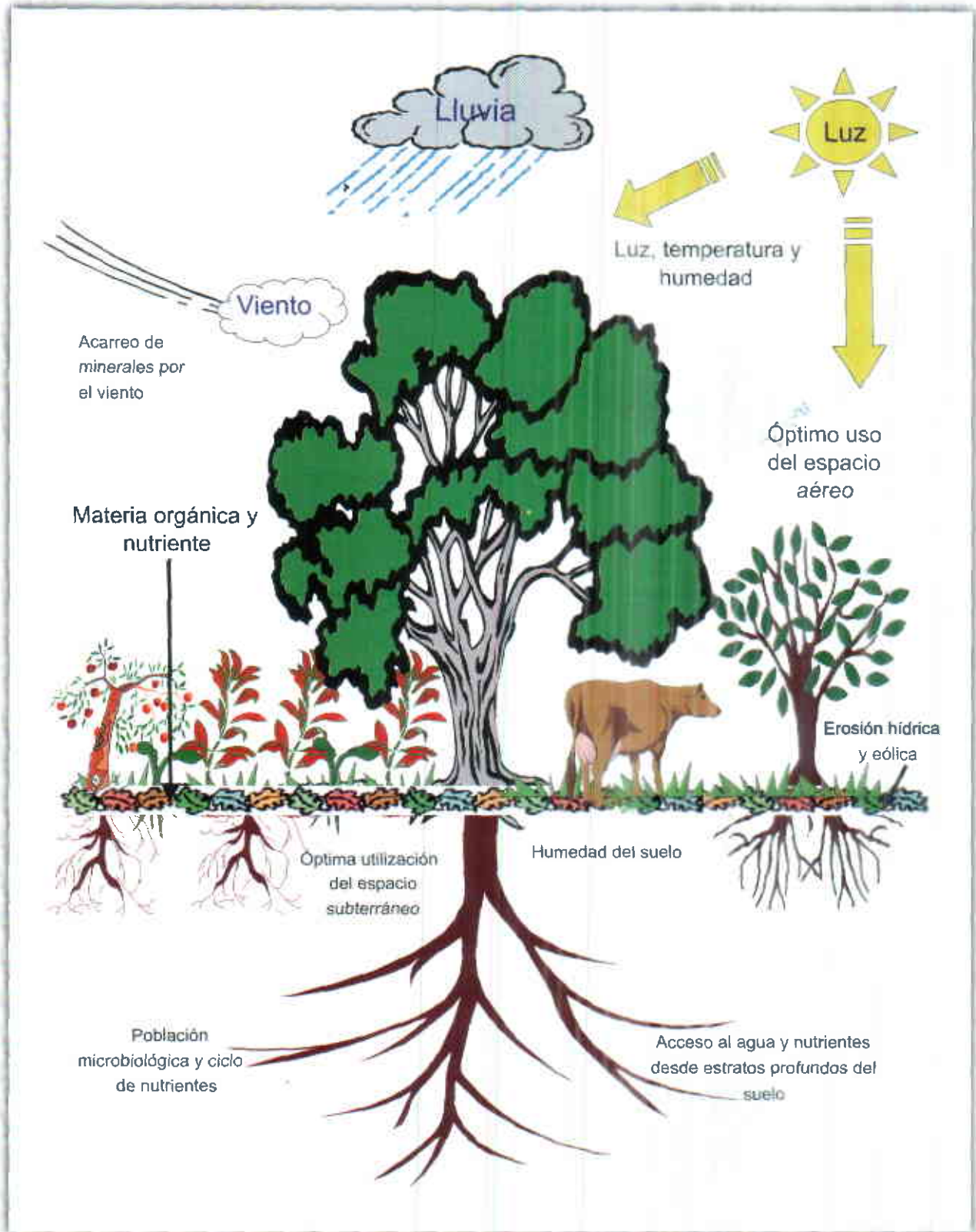


FIGURA 4.
Principales áreas de integración en un sistema agroforestal desde el punto de vista ecológico

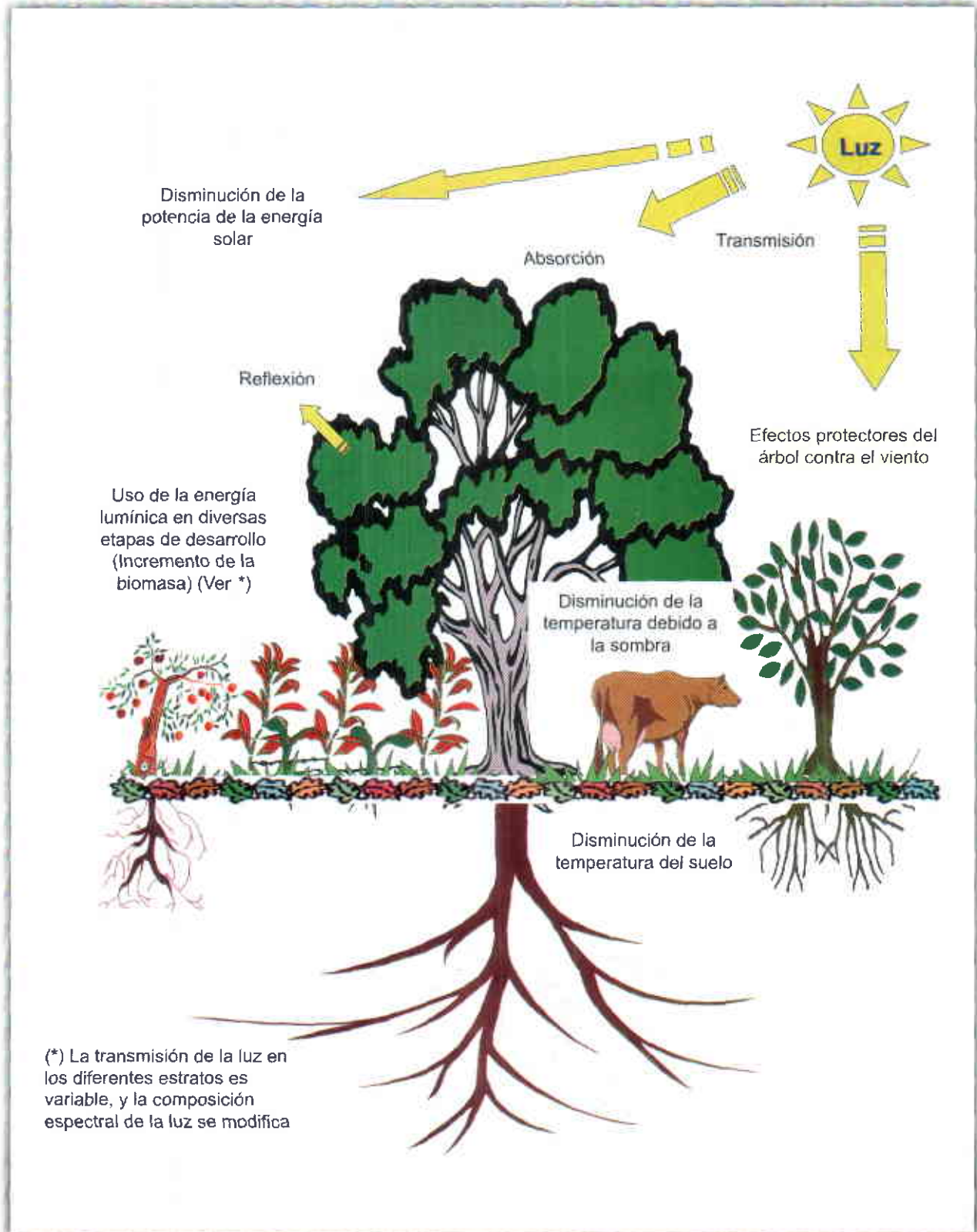


FIGURA 5.
Procesos agroforestales relacionados con la luz, la temperatura y los vientos

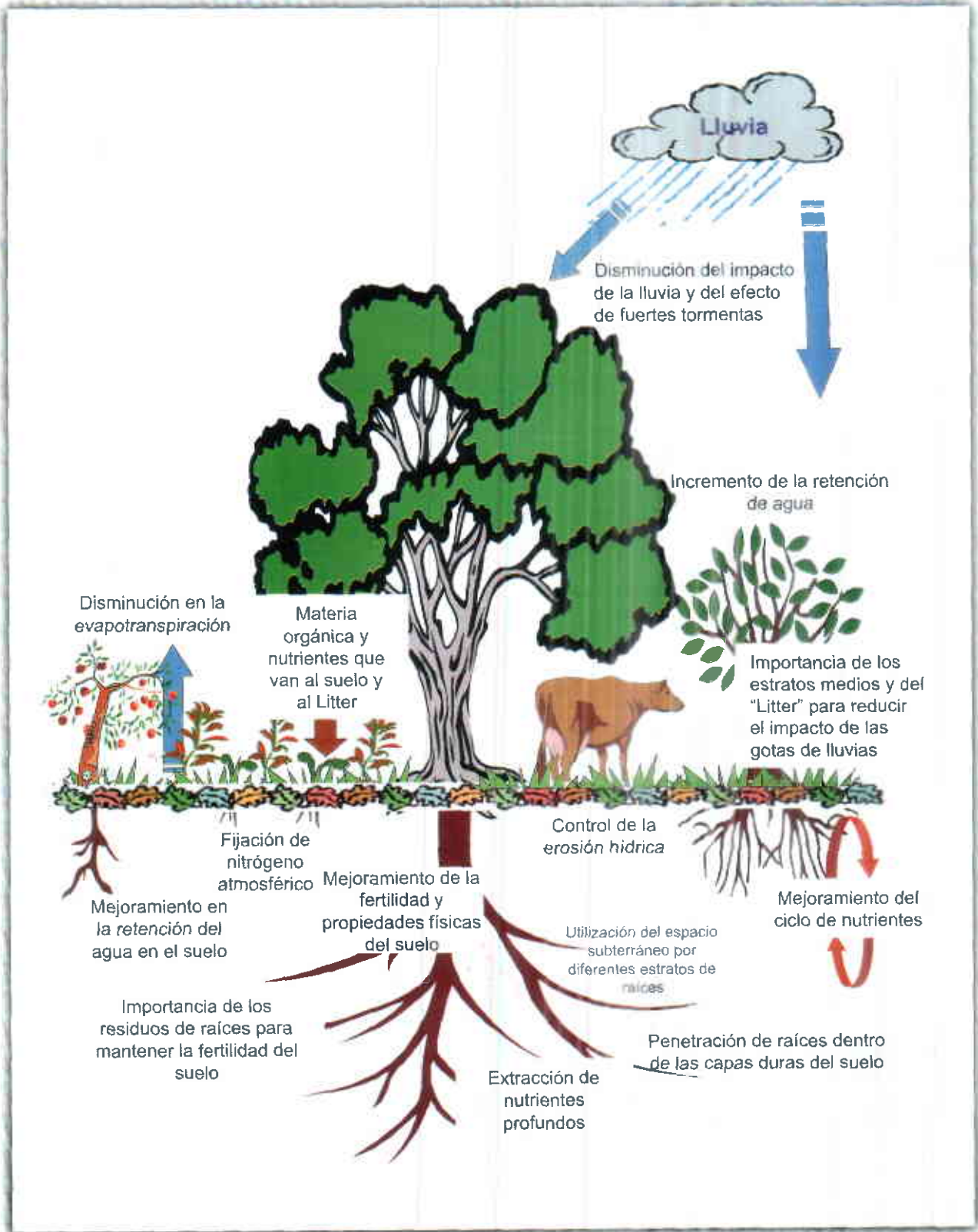


FIGURA 6.

Procesos agroforestales relacionados con agua, materia orgánica, nutrientes, conservación del suelo y espacio para el desarrollo de los componentes

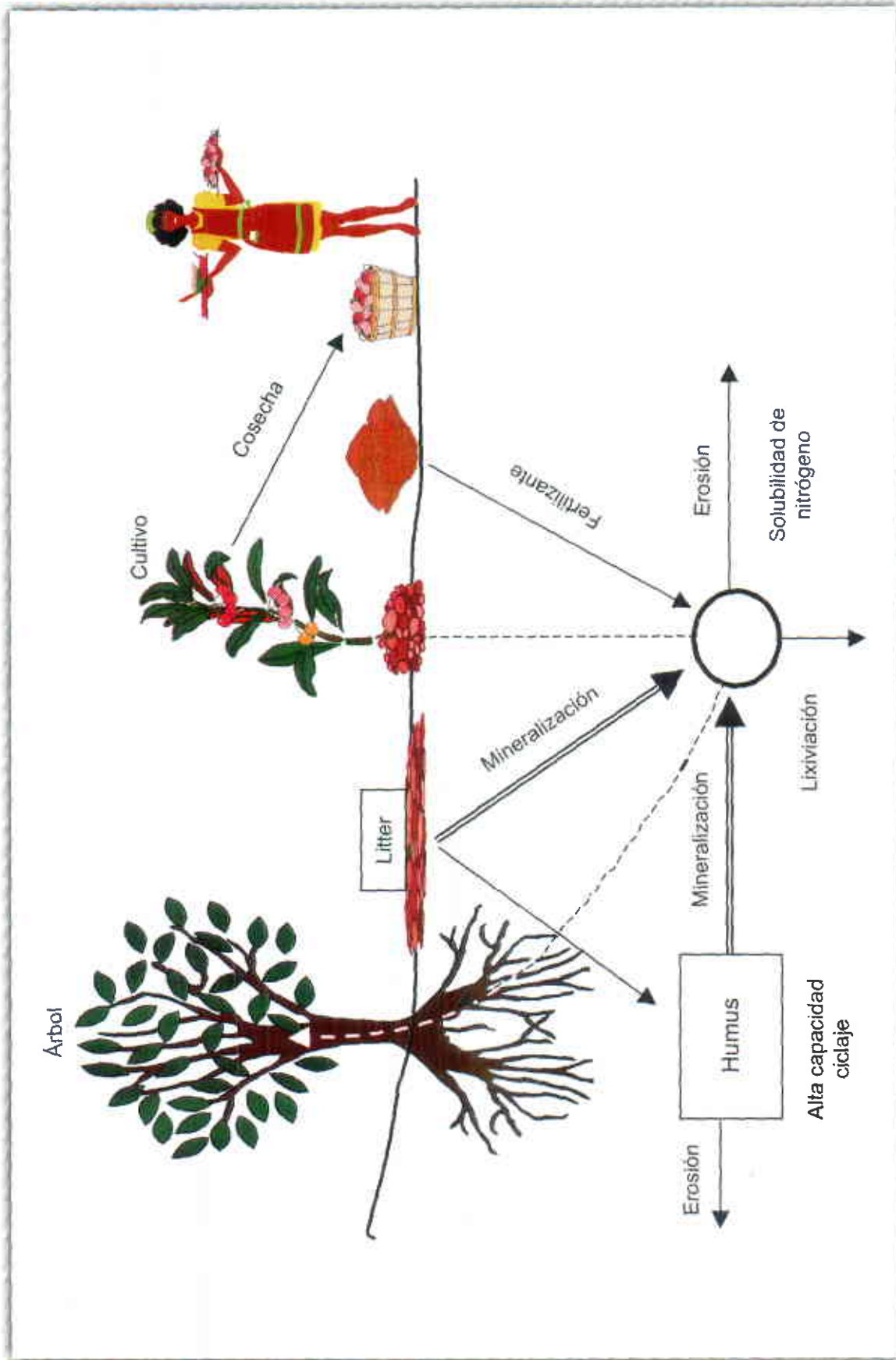


FIGURA 7. Ciclo simplificado del nitrógeno en un sistema agroforestal

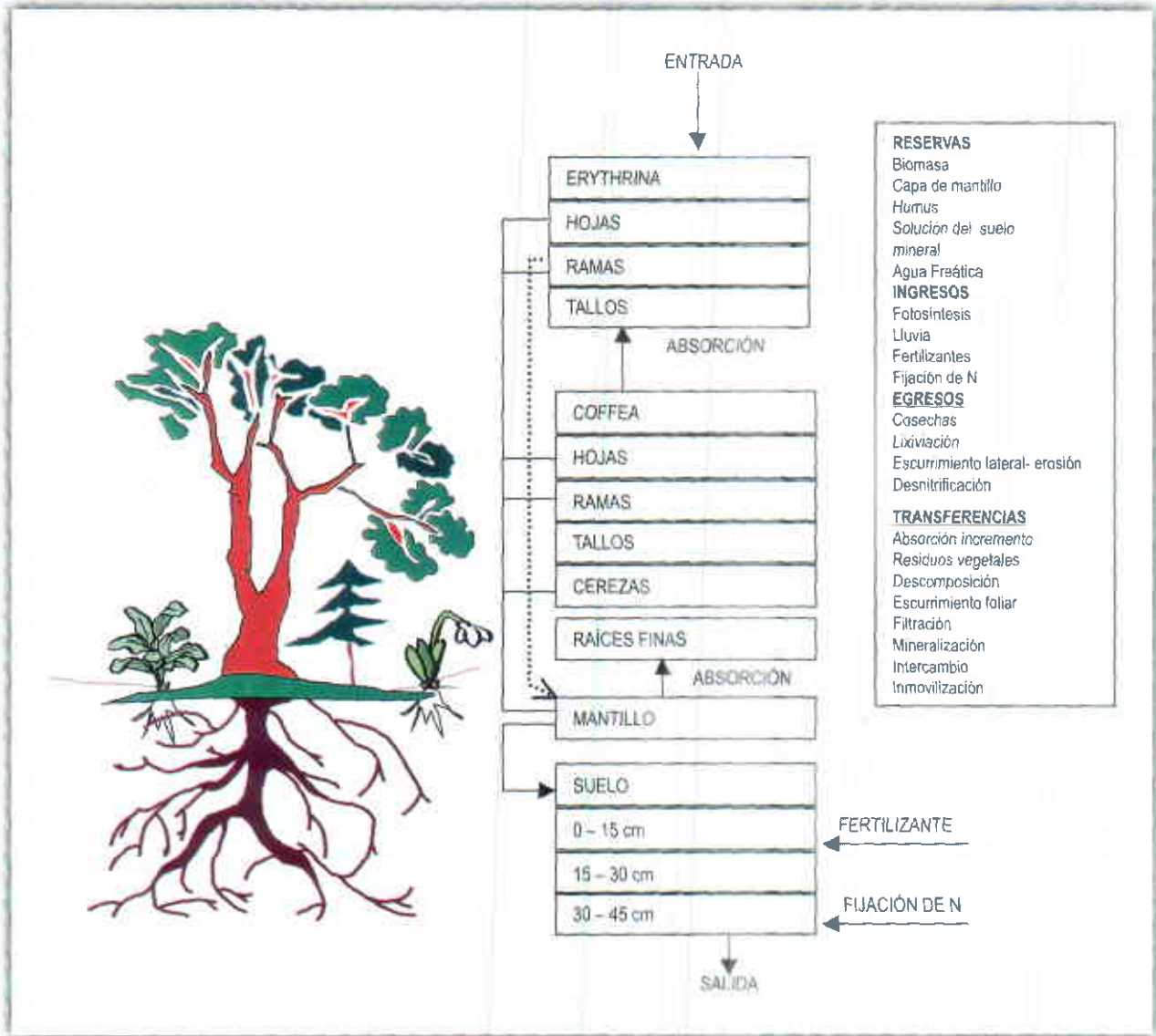


FIGURA 8.

Representación esquemática del sistema agroforestal (*Coffea arabica* con *Erythrina poeppigiana*) y del modelo para materia orgánica y nutrientes

Son muchas las necesidades de una familia campesina con relación a alimento, energía, medio ambiente, desarrollo socioeconómico y cultural. En la actualidad en un número cada vez mayor de fincas no se tiene madera para postes (cercas), para arreglar la vivienda o para construirla, no se tiene madera para leña, los nacedores de agua se secan, y las quebradas se agotan, además existen especies muy arraigadas a la tradición y cultura de las gentes como el café y el cacao; estas especies no se deben ver dentro de un contexto de desarrollo económico regional, pero necesariamente deben estar involucradas en los sistemas de producción locales. En muchos casos estas especies inclusive pueden llegar a complementar adicionalmente los ingresos y ser muy importantes desde el punto de vista económico.

En general podemos deducir que los **Árboles de Uso Múltiple** son árboles con diferentes funciones en un sistema de producción entre ellas:

- **PRODUCTOS:** Madera, frutos, forraje, abono verde, resinas, colorantes, sustancias bioactivas, etc.
- **SERVICIOS:** Sombra a plantas sensibles a la luz, control de erosión, mejoramiento en la infiltración del agua, rompimiento de capas duras, fijación de nitrógeno, enriquecimiento del suelo, división de áreas, rompe vientos, control de malezas, importancia desde el punto de vista sociocultural.

Genéricamente todos los árboles son de uso múltiple, porque dan madera, sombra, protegen el suelo, etc. Pero el término debe aplicarse a las especies que **deliberadamente** se cultiven, conserven o manejen para más de un uso, producto o servicio.

La oferta ambiental varía según sea el nivel de intervención (deforestación) de las fincas, muchos productores conocen muy bien las especies y normalmente obtienen algún uso de ellas, de igual manera, existe una gran documentación de estas especies, por lo que es importante y necesario que todos los técnicos que trabajan en la región, por iniciativa propia, retomen la literatura existente al respecto, más aún, cuando en la región amazónica se considera inconmensurable la lista de estas especies. Es altamente prioritario familiarizarnos con nombres, sitios y usos, con el fin de generar alternativas más reales y adecuadas a nuestro medio, involucrándolas en los actuales sistemas de producción, con una visión integral de la finca.

La región amazónica es de vocación forestal, de bosque, por lo que no se debe desconocer que el árbol al igual que los cultivos y los animales, es un componente más de la finca y cumple muchas funciones importantes. Mal hacemos al ir contra la naturaleza y plantear estrategias supremamente extractivas y necesariamente dependientes de entradas extras como insumos. Un buen indicio para escoger y formular modelos agroforestales son **las formaciones naturales de las diversas zonas agroecológicas** de la Amazonia (**oferta ambiental**). Los efectos de la intervención (tumba y quema) son diferenciales dependiendo del tipo de formación intervenida y de suelo. Así mismo, deberán ser las propuestas de uso alternativo o recuperador, pues estas formaciones naturales nos indican la clase de componente (especies), proporción de componentes (densidad del sistema), estratos a trabajar (alto, medio o bajo) y tipo de interacciones posibles.

Otra situación a tener en cuenta es el uso actual y la tendencia de los sistemas de producción, donde posiblemente existan sistemas de producción, que necesariamente tendrán que desarrollarse mediante un uso intensivo de insumos y capital, porque las estrategias agroforestales serían de dudosa aplicabilidad.

“SEGURAMENTE SON MÁS LAS PREGUNTAS QUE LAS RESPUESTAS AL FUNDAMENTAR LA IMPORTANCIA DE LOS ÁRBOLES DE USO MÚLTIPLE, ESPECÍFICAMENTE AL SELECCIONAR ESPECIES Y ÁREAS CON RELACIÓN A LOS DEMÁS COMPONENTES DE LA FINCA: ¿QUÉ FUNCIONES DEBE DESEMPEÑAR LA COMBINACIÓN DE ÁRBOLES DENTRO DE UN SISTEMA DE ORDENAMIENTO DEL USO DE LA TIERRA? ¿EN QUÉ SITIOS O LUGARES DEL PAISAJE DEBE REALIZAR SUS FUNCIONES? ¿QUÉ COMPONENTES O COMBINACIONES DE COMPONENTES DEBE UTILIZAR PARA OBTENER ESTAS FUNCIONES? ¿CUÁL DEBE SER LA CONFORMACIÓN Y LA DISPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES (EN ESPACIO Y TIEMPO) PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DEL SISTEMA? ¿QUÉ PRÁCTICAS DE ORDENACIÓN SE CONTEMPLAN PARA LOGRAR LAS CARACTERÍSTICAS DE RENDIMIENTO DESEADAS?”

Es seguro que debido a la falta de investigación sobre el terreno, falte información confiable sobre el rendimiento y los efectos sistemáticos de las tecnologías y de los componentes de un S.A.F. En todos los casos lo adecuado y fundamental es complementar el sistema o subsistema de producción existente, mediante la adición de componentes o prácticas de ordenamiento que falten, previa identificación de las limitantes y oportunidades del sistema, con el productor y en **consenso interdisciplinario**”.

4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LOS S.A.F.

Cuando se analiza cualquier sistema se debe tomar cuatro (4) aspectos:

A. CONSIDERACIONES: En primera instancia hay que:

- Determinar el objetivo del sistema
- Determinar las principales interacciones
- Determinar la dinámica o sea el efecto del factor tiempo en el desarrollo del sistema

B. PROCEDIMIENTOS LÓGICOS:

- Definir estructura, límites y relaciones
- Definir la función del sistema

C. ESTADO DEL SISTEMA (ESTABILIDAD Y SUSTENTABILIDAD):

- Determinar si es joven (recién establecido)
- Determinar si es viejo o está en etapa de decadencia ya sea por tipo de componentes, etc.

D. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA: En esta parte se debe cuestionar el sistema con el fin de determinar las oportunidades.

- Se satisfacen los objetivos?
- Cómo mejorar la estructura y función?
- Podemos manejar las condiciones exógenas?
- Cuáles son las limitantes para implementar cambios?

Con el fin de poder hacer un buen análisis debe definirse los indicadores de comportamiento del sistema de producción, estos indicadores deben medir la relación de los componentes en función de la **estructura** y de la **función**. Los más usados son:

- **MANEJO DEL SISTEMA:** Jornales/hectárea o por kg de producto, Insumos/hectárea.
- **PRODUCTIVIDAD:** Rendimiento/hectárea, Tasa de rendimiento equivalente (S.A.F. Vs. monocultivo).
- **RENTABILIDAD:** Ingreso neto/hectárea.

4.1. Estructura

En un sistema agroforestal se puede determinar de dos formas:

- **Por la naturaleza o tipo de componentes:** Se refiere a las diversas combinaciones entre árboles y/o cultivos y/o animales (Figura 9).
- **Por el arreglo de los componentes:** Se refiere a la forma en que están ubicados en el espacio o tiempo. Espacialmente se clasifican en sistemas densos, dispersos, en fajas, franjas o como límites y las combinaciones en el tiempo más frecuentes se ilustran en el Cuadro 1.

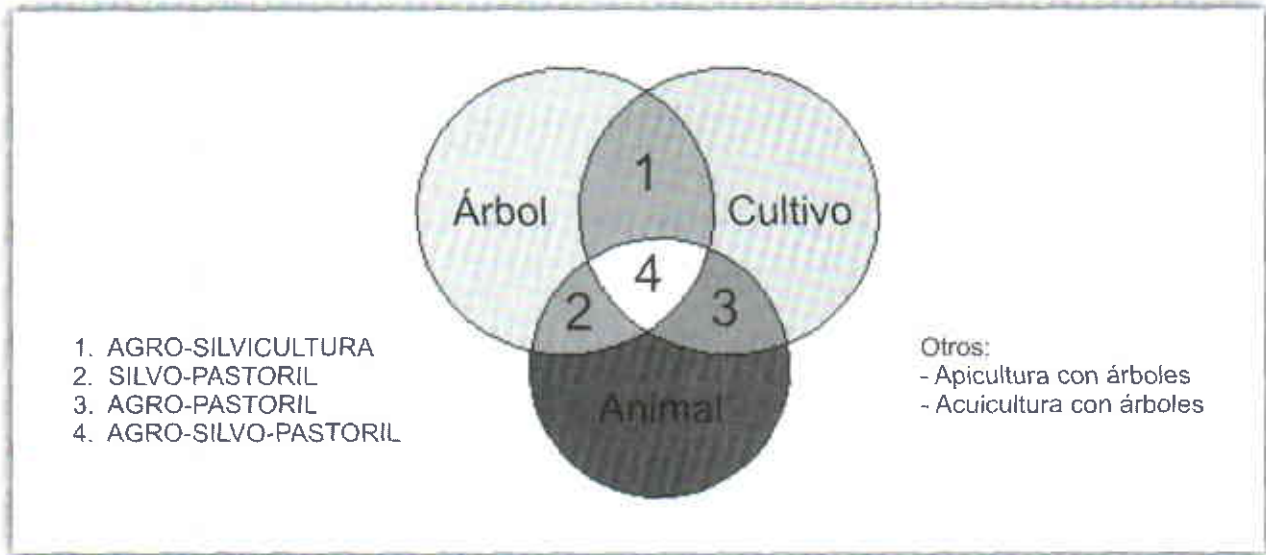


FIGURA 9.
Combinaciones posibles según tipo de componentes en un SAF

Cuadro 1. Clasificación de los S.A.F. según arreglo temporal de componentes

| ARREGLO | ILUSTRACIÓN | EJEMPLO |
|-----------------|--------------------|--------------------------------|
| 1. COINCIDENTE | ————— ----- | Pastos con árboles |
| 2. CONCOMINANTE | ----- ————— | Taungya (árboles y cultivos) |
| 3. INTERMITENTE | ==== ==== ==== | Pastoreo temporal bajo árboles |
| 4. INTERPOLADO | ----- ----- | Huerto casero |
| 5. SOBREPUESTO | ===== | Caucho con cacao |
| 6. SECUENCIAL | ----- ----- | Rastrojo mejorado |

- Componentes leñosos
- Componentes no leñosos
- ==== Componente animal

4.2. Función

Se refiere al énfasis dado al diseño de un modelo agroforestal, en este caso se pueden diseñar o ajustar modelos para recuperar suelos (prima la función de mejorar por la de producir), o para evitar la degradación (prima una función de proteger) o para obtener un producto. Los S.A.F. se clasifican de manera resumida por el beneficio o servicio que pueda prestar:

- **Función Productiva:** Cuando del sistema se obtiene alimento, leña, forraje, madera, resinas, colorantes, sustancias bioactivas, etc.
- **Función Protectora:** Franjas rompevientos, fajas de protección, conservación (suelos, agua, fauna), mejoramiento de suelos (fertilidad, fauna), soporte para otras especies (tutores), etc.

5. DISEÑO DE UN SISTEMA AGROFORESTAL

El esfuerzo debe ir dirigido al reordenamiento de los sistemas de producción actual, incorporándoles elementos de agricultura sustentable (transformación gradual de la agricultura tradicional a sistemas integrados); enfatizando en el ciclo biológico de nutrientes y energía, en el manejo de la materia orgánica, control integrado de plagas y enfermedades y en el manejo de animales dirigido a la integración del sistema. En el mediano y largo plazo se debe propender por la reducción de la expansión en pro de la intensificación de la ganadería, por la regeneración de bosques con árboles de uso múltiple en áreas de pastos degradados, y la inclusión de cultivos de ciclo largo (frutales y de uso múltiple) y desarrollo de la agro y bio-industria regional.

Para disminuir las posibilidades de fracaso en la implementación de **S.A.F.**, es necesario partir de un previo conocimiento del entorno regional y de los sistemas de uso de la tierra actuales y pasados (evolución de los mismos), esto con el fin de buscar las oportunidades para la introducción de las técnicas agroforestales que hagan falta.

Para seleccionar el modelo más adecuado y compatible hay que analizar muy bien el entorno biofísico, social, cultural, de infraestructura y económico, preferiblemente no debe incluir adopción de otros insumos y/o componentes con los cuales los productores no estén familiarizados o que incluyan riesgo; de ser necesario se debe prever la forma más adecuada para hacerlo. La mano de obra es un aspecto supremamente importante, como lo es la presencia de cultivos ilícitos, puesto que algunos modelos demandan más mano de obra que otros, por lo que su alto valor en estos casos no permitiría su adopción.

Todo modelo agroforestal debe considerar la problemática del sistema de interés, se puede recurrir a fuentes de información como: Observación directa (prácticas empíricas), publicaciones, resultados de otros estudios e información indirecta.

Algunos requisitos y recomendaciones para la elección de la opción agroforestal son las siguientes:

- Deben realizarse en conjunto con los agricultores
- Deben representar modificaciones no muy drásticas en los SP ya existentes
- Deben ser ambientalmente adecuado
- Es mucho mejor usar y tratar de mejorar las prácticas ya existentes en el área, por lo que es de vital importancia la observación
- La aceptación e instalación de sistemas nuevos puede durar bastante tiempo
- No existen recetas para la elección de los SAF
- Es de importancia la visión interdisciplinaria (aspectos socioeconómicos, ecológicos, etc.)
- Conocer y aplicar experiencias similares a sí sean empíricas
- Intentar inicialmente en pequeña escala

En el Cuadro 2 se sugieren algunas alternativas agroforestales según sea el problema identificado.

Cuadro 2. Alternativas agroforestales ante problemas frecuentes en los sistemas de producción agropecuaria (Montagnini, et al., 1992)

| PROBLEMAS | ALTERNATIVA DE LOS SAF | PROBLEMAS | ALTERNATIVA DE LOS SAF |
|---|---|---|--|
| 1. Escasez de leña | <ul style="list-style-type: none"> • Cercas vivas • Parcelas de árboles en potreros • Cultivos en callejones • Árboles leñosos en huertos familiares • Árboles leñosos como sombra | 9. Potreros degradados | <ul style="list-style-type: none"> • Árboles que fijan nitrógeno en los potreros • Plantar árboles que se poden drásticamente para aportar materia orgánica y provocar canales con las raíces que faciliten aireación e infiltración |
| 2. Suelos degradados | <ul style="list-style-type: none"> • Interplantar árboles o arbustos que fijan nitrógeno, que tengan raíces profundas, etc. • Rotación de cultivos y árboles • Uso de cobertura de hojarasca | 10. Escasez de la madera | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema "Taungya" • Interplantar árboles en bosques secundarios y barbechos • Manejo de bosques secundarios • Árboles en potreros y en parcelas de cultivos • Interplantar los cultivos o potreros con frutales, árboles que fijan nitrógeno |
| 3. Erosión y estabilización de pendientes o dunas | <ul style="list-style-type: none"> • Interplantar los cultivos con árboles o arbustos • Franjas de árboles en curvas de nivel • Parcelas de árboles o bosquetes | 11. Estabilización de la agricultura migratoria | <ul style="list-style-type: none"> • Diversificación con árboles, cultivos o animales • Manejo de barbechos • Huerto casero mixto |
| 4. Alimentación humana | <ul style="list-style-type: none"> • Huertos familiares con numerosos componentes • Frutales en cultivos o potreros • Animales menores en el huerto | 12. Reducir los riegos socioeconómicos por medio de la diversificación de la producción | <ul style="list-style-type: none"> • Diversificación con frutales, árboles, cultivos o animales • Miel • Madera • Alimentación para animales menores |
| 5. Viento | <ul style="list-style-type: none"> • Cortinas rompevientos | 13. Destrucción del bosque tropical | <ul style="list-style-type: none"> • Cultivos frutales en los claros • Manejo del bosque en combinación con animales, cultivos o frutales • Manejo de zonas protectoras con SAF |
| 6. Delineación de la propiedad y construcción de corral para los animales | <ul style="list-style-type: none"> • Cercas vivas y cortinas rompevientos de varias hileras | 14. Competencia excesiva por agua, luz y nutrimentos entre árboles y cultivos asociados | <ul style="list-style-type: none"> • Modificar sistemas existentes por medio de podas dirigidas más o menos drásticas, eliminación de ciertos árboles (raleos) y modificación de los componentes del dosel |
| 7. Escasez de alimentación para los animales | <ul style="list-style-type: none"> • Árboles o arbustos forrajeros en cercas vivas, parcelas, franjas de cultivos. | 15. Época seca | <ul style="list-style-type: none"> • Árboles forrajeros para alimentar a los animales • Cultivos cubiertos con árboles • Franjas de árboles en curvas de nivel • Árboles de raíces profundas |
| 8. Falta de sombra para cultivos o animales | <ul style="list-style-type: none"> • Franjas de árboles en potreros o parcela • Árboles individuales en espaciamento irregular en potreros o parcelas | 16. Distribución del trabajo, incluido trabajo familiar | <ul style="list-style-type: none"> • Huerto casero mixto • Aumentar la diversidad de los SAF |

Aunque se requiere de bastante investigación en el camino para dar mayor validez a los S.A.F. existentes, y para desarrollar componentes y sistemas de manejo mejorados; hay suficiente información y casos positivos con los cuales es necesario familiarizarnos, retomar, leer y analizar.

" SIN EMBARGO ES NECESARIO ANALIZAR QUE SI SE CONTINÚA CON LAS DIFERENCIAS QUE GENERALMENTE SE PRESENTAN ENTRE FORESTALES, AGRÓNOMOS, BIÓLOGOS, ECÓLOGOS Y OTRAS DISCIPLINAS, DEBIDO A FORMAS TAN ESPECIALIZADAS Y PARCIALIZADAS DE PENSAMIENTO, ES CASI IMPOSIBLE QUE INDEPENDIENTEMENTE SE PUEDA LLEGAR A UN CONSENSO SOBRE IDENTIFICACIÓN DE APTITUDES, PROBLEMAS, MÉTODOS, TÉCNICAS Y FORMAS DE USO DE LA TIERRA EN LA AMAZONIA"

En la Figura 10 se aprecia la ilustración de algunas combinaciones agroforestales que se pueden implementar de manera integral a nivel de fincas y los posibles sitios donde son factibles de establecer.



FIGURA 10.
Arreglos de árboles en fincas. Adoptado de Weber F.R. y Staney C. 1986

6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Este tema causa mucha discusión, comúnmente se sobredimensiona las bondades de los S.A.F., calificándolos de tecnologías no dependientes de insumos, totalmente sostenibles y de muy bajo costo e inclusive se plantean como única alternativa en áreas totalmente degradadas; o generalmente se circunscribe a regiones de economía campesina sin pensar en la aplicabilidad que pueda tener en sistemas más tecnificados y comerciales y por qué no empresariales.

LOS SISTEMAS AGROFORESTALES NO RESOLVERÁN TODOS LOS PROBLEMAS; TIENEN VENTAJAS Y DESVENTAJAS BIOLÓGICAS Y ECONÓMICAS QUE VARÍAN EN IMPORTANCIA, DEPENDIENDO DEL CONTEXTO SOCIOCULTURAL Y ECONÓMICO. LO QUE SE DEBE CONSIDERAR SON LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE ESOS SISTEMAS Y USAR AQUELLOS QUE PUEDAN PROPORCIONAR MAYORES BENEFICIOS REALES

Las ventajas y desventajas de los S.A.F. se pueden citar desde el punto de vista biofísico, biológico y económico; es necesario decir que el análisis del sistema es el que permite definir las ventajas y desventajas del mismo; aunque esto no sucede en todos los casos, una desventaja de un modelo puede ser una ventaja en otro. A manera de ejemplo se pueden enumerar las siguientes:

6.1. Ventajas biofísicas

- Reducción de la radiación directa (influye positivamente en el ganado y muy poco en el pasto)
- Eficiente ciclaje de nutrientes
- Mejoramiento de la fertilidad del suelo
- Mejoramiento de la población micro y macro biológica del suelo
- Reducción de la velocidad del viento
- Puede presentar barreras contra enfermedades y plagas, buen control de malezas (en algunos modelos puede ser una desventaja)
- Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo
- Reducción del impacto de la lluvia (puede ser una desventaja en algunos modelos)
- Control de erosión
- Regulación de microclima
- Mayor área de exploración en el suelo
- Disminución en requerimientos de fertilizantes para cultivos anuales (está asociado a otras condiciones, muchas veces se necesita de altos insumos para llegar a un punto de estabilidad en el ciclaje)
- Control en la lixiviación

6.2. Ventajas económicas

- Diversidad de productos y servicios (mayor diversidad de fuentes de ingreso y por ende mayor flujo de caja)
- Mayor potencial para el mejoramiento de la nutrición familiar (balanceo de dieta alimenticia)
- Reducción de riesgos por la diversificación de la producción (en épocas críticas de un producto se tiene como alternativa otro)

6.3. Desventajas

- Aumento de competencia por luz, agua, espacio y nutrientes (se presenta en todos los modelos en unos más que en otros (negativas)
- Aceleración en la pérdida de nutrientes (depende de los componentes de ahí la necesidad de conocer las especies que sean menos extractoras de nutrientes, salidas del sistema)
- Daños físicos causados por los animales (en algunos modelos pueden llegar a ser económicos)
- Alelopatías (conocer al máximo la fisiología de especies con el fin de evitar este tipo de problemas)
- Aumento del potencial de erosión (por aumento del tamaño de la gota, es necesario tener coberturas y escoger la arquitectura de la planta para cada modelo)
- Hospederos alternativos de plagas (se puede presentar comúnmente pero se puede tornar como benéfico en algunos casos si usamos el principio de los cultivos trampa)
- Producción de elementos tóxicos (por acumulación en el tiempo pueden causar inestabilidad del sistema Ej.: se reporta que el *Inga* sp. acidifica los suelos)

Al reflexionar sobre estas dos condiciones, podemos pensar que en cierta manera algunas ventajas pueden convertirse en desventajas en un momento dado, pero lo que realmente interesa en el momento de diseñar un modelo es la claridad respecto a la identificación de las interacciones, procurando la magnificación de las positivas y disminuyendo el efecto de las negativas, tal como lo enumeramos en un principio.

BIBLIOGRAFÍA

- BERDEGUE, J.; LARRAIN, B. *Cómo trabajan los campesinos*. CELATER. Fotocopias.
- CATIE-GTZ. 1985. *Avances en la investigación agroforestal*. Memorias Seminario. Turrialba, Costa Rica. Septiembre.
- GARCÍA, J.; CIPAGAUTA, M.; GÓMEZ, J. E. y GUTIÉRREZ, J. A. 2002. *Descripción, espacialización y dinámica de los sistemas de producción agropecuaria en el área intervenida del departamento de Caquetá*. Corpoica-Pronatta 66p.
- GHOLZ, H. L. 1987. *Agroforestry: Realities, possibilities and potentials*. ICRAF. Nairobi.
- HART, D. R. 1985. *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. CATIE. Turrialba Costa Rica.

ICRAF. 1992. *Evaluation of soils in agroforestry*. International training course: Agroforestry for development. Nairobi, Mayo 4-22.

-----1992. IICA, EMBRAPA. *Introducción a tecnologías agroforestales secuenciales y sistemas mixtos densos de estratos múltiples*. Documento de Consulta. 1er. Curso Internacional sobre Investigación Agroforestal para la Región Amazónica. Manaus – Brasil. Octubre 5-30.

-----1992. *Sistemas agroforestais*. Documento de consulta. 1er. Curso Internacional sobre Investigación Agroforestal para la Región Amazónica. Manaus – Brasil. Octubre 5-30.

LUNDGREN, B. 1987. *Sustained agroforestry*. P 37 – 49. In B. Nestel /Ed). *Agricultural research for development: potential and challenges in Asia*.

MARTÍNEZ, H. 1989. *El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores*. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

MONTAGNINI, F. y 19 colaboradores. 1992. *Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos*. 2ª. Ed rev, y aum. San José Costa Rica. Organización para estudios tropicales.622p.

NAIR, P. K. R. 1984. *Soil productivity aspects of agroforestry*. Science and practice of agroforestry 1. Nairobi. Kenya, ICRAF, 85.P.

NAIR, P. K. R. 1989. *Agroforestry systems in the tropics*. ICRAF. Nairobi.

TOURQUEBAU, E. 1990. *Introducao a dos conceitos da agrofloresta*. ICRAF. Nairobi. Junio.

YOUNG, A. 1990. *Agrofoestry for soil conservation*. ICRAF. Nairobi.