

SISTEMAS AGROFORESTALES



SISTEMAS AGROFORESTALES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DEL ESTADO DE HIDALGO



Università degli Studi
Guglielmo Marconi
TELEMATICA



Universidad Nacional
Autónoma de Nicaragua



Universidad de Valladolid

Módulo:

SISTEMAS AGROFORESTALES

Primera Edición - 2011

Diseño e Impresión:

Espacio Gráfico Comunicaciones S.A.

Calle 3 Carrera 10 Esquina Zona Industrial Villamaría - Caldas - Colombia

Tel. (57) (6) 877 0384 / Fax: (57) (6) 877 0385

www.espaciograficosa.com

COLABORADORES:

COORDINADORES LOCALES DEL PROYECTO UNIVERSIDAD EN EL CAMPO

Ing. César Andrés Pereira Morales
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - Managua - Nicaragua

Dr. Carlos César Maycotte Morales
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo - México

MsC. Beatriz Elena Restrepo
Universidad de Caldas - Colombia

Dr. Francesco Mauro
Universidad Guglielmo Marconi - Italia

Dr. Abel Calle Montes
Universidad de Valladolid - España

Lic. María José Esther Velarde
Universidad Mayor San Andrés - Bolivia

COORDINADOR INTERNACIONAL PROYECTO UNIVERSIDAD EN EL CAMPO

Esp. Guillermo León Marín Serna
Universidad de Caldas - Colombia

EXPERTOS EN EDUCACIÓN, PEDAGOGÍA Y CURRÍCULUM

Ms.C. María Luisa Álvarez Mejía
Docente Ocasional Universidad de Caldas - Departamento de Estudios Educativos

Ph. D. Henry Portela Guarín
Profesor Titular Universidad de Caldas - Departamento de Estudios Educativos

EVALUACIÓN DE MÓDULOS BAJO EL MODELO PEDAGÓGICO ESCUELA NUEVA

Equipo de Educación Comité Departamental de Cafeteros de Caldas



PRESENTACIÓN

La Universidad de Caldas, en asocio con la Universidad Mayor de San Andrés (Bolivia), la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (México), la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (Managua), la Universidad de Valladolid (España) y la Università degli Studi Guglielmo Marconi (Italia), han convenido desarrollar el proyecto, la Universidad en el Campo UNICA, el cual tiene como objeto estructurar e implementar un programa de educación superior en los niveles técnico, tecnológico y profesional enfocado en el sector agropecuario, en articulación con la educación secundaria, que permita el ingreso a la universidad de jóvenes rurales en los 4 países latinoamericanos.

Este proyecto nace desde la propuesta que se viene desarrollando en Colombia desde el año 2008, donde se pretende articular la educación superior con la educación media y más específicamente en el departamento de Caldas, donde gracias a las alianzas realizadas entre el sector público y el sector privado, representados por la Secretaría de Educación del Departamento, el Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, la Central Hidroeléctrica de Caldas - Chec y la Universidad de Caldas, se ha podido ofrecer educación a jóvenes rurales, que dadas a sus condiciones socioeconómicas y geográficas, ven limitado su acceso a la educación superior bajo los esquemas en que tradicionalmente han sido ofertados los programas académicos.

Ahora bien el proyecto UNICA se hace posible a los aportes económicos realizados por el programa ALFA III, de la oficina de Cooperación de la Comisión Europea, que promueve la cooperación entre instituciones de educación superior de la Unión Europea y América Latina y que gracias a este, cerca de 500 jóvenes de México, Bolivia, Nicaragua y Colombia podrán acceder a estos programas de una manera gratuita y en condiciones de calidad y pertinencia.

América Latina es un continente marcado por la ruralidad y al mismo tiempo ha sido una región rezagada en términos educativos y formación del recurso humano. Con este proyecto se pretende entonces formar nuevos profesionales que aporten al desarrollo del sector agropecuario latinoamericano en el marco de la sostenibilidad, buscando que las producciones agropecuarias desarrolladas en las localidades de estos cuatro países sean económicamente viables, ambientalmente sanas y socialmente justas.

Esperemos pues que los contenidos presentados en este módulo aporten a la construcción del conocimiento y que favorezcan el desarrollo económico de las poblaciones más vulnerables de América Latina.

Es importante aclarar que este material es una primera versión que debe considerarse como material de evaluación y que estará sujeto a las modificaciones que se requieran.

Igualmente agradecer a los autores de los módulos, a los expertos en pedagogía y currículo a los coordinadores locales y a todas las personas que de una u otra manera han dedicado su tiempo y esfuerzo a que este proyecto sea una realidad.

GUILLERMO LEÓN MARÍN SERNA

Coordinador Internacional

Proyecto UNICA “Universidad en el Campo”

Universidad de Caldas - Unión Europea

JUSTIFICACIÓN

El uso inadecuado de los recursos forestales, el manejo inadecuado de los bosques y la sobreutilización de la tierra dedicada a la agricultura y a actividades pastoriles, han ocasionado que en América Latina se presente una pérdida de cobertura vegetal y degradación de los suelos. La exagerada utilización de la madera de los bosques naturales, ha propagado la presencia de los llamados bosques residuales, que en muchas ocasiones se intervienen quemándolos, para convertirlos en cultivos transitorios, práctica que va agotando los nutrientes del suelo y los va reduciendo a terrenos desérticos.

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.

La característica principal de los Sistemas Agroforestales es su capacidad de optimizar la producción del territorio (unidad predial) a través de una explotación diversificada, 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 alimenticia, 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.

Los objetivos o beneficios de un Sistema Agroforestal pueden ser diferentes para cada situación y región del mundo pero, 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 granjero, sino que para toda la comunidad o región.

Se pretende entonces con este módulo fomentar entre los estudiantes y productores rurales el establecimiento de estos sistemas agroforestales como una oportunidad para que diversifiquen la producción, mejoren las condiciones de seguridad alimentaria e incrementen sus ingresos, además de conservar sus suelos y el ecosistema en general.

OBJETIVO GENERAL

Implementar Sistemas Agroforestales teniendo en cuenta las condiciones sociales, económicas y ecológicas predominantes del contexto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir y clasificar los sistemas agroforestales.
2. Adquirir las habilidades necesarias para diseñar e implementar en su entorno un sistema agroforestal.
3. Reconocer el servicio ambiental de los sistemas agroforestales en relación con recursos como el agua, el suelo, el CO₂ y los sistemas agrosilvopastoriles.

COMPETENCIAS GENÉRICAS *

• COMPETENCIAS INSTRUMENTALES:

- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.

• COMPETENCIAS INTERPERSONALES:

- Responsabilidad social y compromiso ciudadano.
- Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.

• COMPETENCIAS SISTÉMICAS:

- Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad de investigación.
- Aprendizaje Autónomo.
- Capacidad creativa.

• COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

- Reconoce los diferentes sistemas agroforestales y los principios de sustentabilidad, sostenibilidad y diversidad.
- Diseña y establece sistemas agroforestales con un manejo integral de plagas y enfermedades.
- Mejora los ambientes asociados a los sistemas de producción ganadera mediante la implementación de sistemas silvopastoriles.

* Competencias adoptadas del Proyecto Tuning América Latina.

Contenidos cognoscitivos (resultado del conocer y el saber)	Contenidos procedimentales (procesos, procedimientos, demostraciones y acciones relativas al conocer y al saber aplicado)	Contenidos actitudinales (acciones frente al proceder, conocer y saber)
Identifica las diferentes especies forestales y áreas potenciales para su establecimiento.	Diseña los diferentes sistemas agroforestales.	Propone acciones para la diversificación de la producción agrícola, a través de sistemas forestales amigables con el medio ambiente.
Adquiere la habilidad para diseñar e implementar sistemas agroforestales.	Representa modelos holísticos de los sistemas agroforestales.	Establece actitudes positivas que permitan resolver la problemática para promocionar y establecer sistemas agroforestales.
Reconoce la importancia del servicio ambiental de los sistemas silvopastoriles.	Estructura modelos de organización para optimizar los recursos naturales necesarios para la conservación de los sistemas agroforestales.	Fomenta valores de honestidad, identidad, compromiso para la protección de los recursos naturales.



JOSÉ SANTOS VILLACORTA ESPINOZA

RESUMEN DE VIDA

Ingeniero Agrónomo de la Universidad Mayor de San Andrés, licenciado en Administración Educativa de la Universidad Católica de Bolivia, diplomado en Ecología y Conservación en la Escuela Militar de Ingeniería (EMI), diplomado “Estrategias didácticas para la formación basada en competencias en el Ministerio de Educación y Culturas - Educación para el Desarrollo - AUTAPO, maestría en Gestión Ambiental y Recursos Naturales (tesis de grado en proceso de elaboración) en la Escuela Militar de Ingeniería (EMI). Catedrático de la Universidad Boliviana de Informática (UBI), docente de formación profesional técnica en la modalidad agropecuaria del Instituto Superior Agro-industrial “Caranavi” ISTAIC, del Instituto Superior Tecnológico “WIÑAY MARKA” y del Tecnológico Agropecuario Caquiaviri, catedrático de las asignaturas Agricultura II, Química Orgánica y Bioquímica de la UMSA, ha desempeñado varios cargos administrativos en distintas instituciones, entre ellas la Agencia de Cooperación Suiza (COSUDE) - PROCAP, Miembro de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia, ha sido asesor de tesis en la Universidad Mayor de San Andrés, Universidad Boliviana de Informática, Instituto Superior Tecnológico “WIÑAY MARKA” y el Tecnológico Agropecuario Caquiaviri. Ha publicado diversos textos, manuales y trabajos de investigación en diferentes universidades e instituciones, tiene participación como expositor y facilitador en cursos, talleres y seminarios en la Fundación SWISS Contac, entre otras. Ha obtenido premios y distinciones como diploma de honor por éxitos en eventos académicos en la gestión 1991 otorgado por la Universidad Mayor de San Andrés.



Tabla de Contenido

UNIDAD 1

Descripción de Sistemas Agroforestales.....	15
1. Introducción.....	19
2. Características de los sistemas agroforestales	20
3. Clasificación de los sistemas agroforestales.....	20
4. El papel potencial de los árboles	22
5. Ventajas de los sistemas agroforestales	25
6. Algunas restricciones de los sistemas agroforestales.....	26

UNIDAD 2

Diseño de Sistemas Agroforestales.....	35
1. Introducción.....	39
2. Objetivos del diseño de sistemas agroforestales.....	39
3. Ejemplos de sistemas agroforestales.....	41
4. Opciones de manejo agroforestal	42
5. Otros elementos esenciales a considerar en un sistema agroforestal	47

UNIDAD 3

Servicio Ambiental de Sistemas Agroforestales.....	67
1. Definiciones de servicio ambiental.....	71
2. Los servicios ambientales de los sistemas forestales	72



UNIDAD 1

DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Definir y clasificar los sistemas agroforestales.

COMPETENCIA ESPECÍFICA

- Reconoce los diferentes sistemas agroforestales y los principios de sustentabilidad, sostenibilidad y diversidad.

A *Vivencias*

La diversidad de problemas que existe en la producción agropecuaria demanda de nuevas alternativas situadas en el contexto donde se desarrollan las actividades agropecuarias con los recursos locales existentes, con tecnología propia tratando de utilizar al máximo los recursos humanos y en menor dependencia de recursos externos, con la finalidad de ofertar alimentos a una población creciente que demanda que los mismos sean accesibles, sanos, de calidad, además de permitir una mejor calidad de vida para los productores generándoles ingresos suficientes para el sustento familiar que a su vez permita generar recursos para una adecuada alimentación, vivienda, vestimenta y una mejor educación cumpliendo el derecho humano a un buen vivir.

Los actuales sistemas de producción agrícola y ganadera basada en monocultivo ha permitido una producción con base a un requerimiento de insumos externos, uso de energía fósil, agroquímicos, que ha deteriorado los agro ecosistemas debilitando sus componentes esenciales para la producción como el suelo, agua y clima, haciendo que muchas áreas se hagan insostenibles ocasionando consecuencias nocivas para el medio ambiente y para los productores que se ven en la necesidad de abandonar el área rural, migrando a las ciudades donde se incorporan en diferentes actividades, muchas de ellas que solo les permite sobrevivir que genera problemas sociales de diferente índole.

A partir de los años ochenta, los organismos que tienen que ver con la producción alimenticia, el cuidado del medio ambiente, los fenómenos de migración de campo-ciudad han comenzado su preocupación por el origen y las consecuencias que mostraba un panorama además preocupante por los fenómenos de contaminación en todo nivel y la pobreza de muchos sectores migrantes en las ciudades y la pobreza en que viven los habitantes de áreas rurales.

Esta preocupación ha buscado generar nuevas opciones, alternativas sostenibles que cambien el panorama presente, sistemas que contribuyan a la conservación de los recursos naturales, el empleo de métodos de producción que restablezcan mecanismos de estabilidad en los sistemas productivos, fomentar la producción local con base a utilizar recursos locales, utilizando al máximo la capacidad multiuso del sistema y asegurar un uso eficiente de los mismos.

En la presente unidad se pretende identificar la importancia y las principales características de los Sistemas Agroforestales como alternativa productiva frente a la actual tendencia del sistema de monocultivo, que tiene como finalidad la conservación de las bases productivas, reducir la dependencia tecnológica, el aprovechamiento de los recursos y el mejoramiento del nivel de los agricultores y productores de alimentos.



TRABAJO GRUPAL

1. Nos organizamos en subgrupos de trabajo de 4 personas y describimos los siguientes elementos:
 - a. ¿Cuáles son las principales características de clima, suelos y la existencia o no de recursos hídricos?
 - b. ¿Cuáles son las características de los sistemas de producción existentes y que son predominantes a nivel familiar, asociaciones, y de empresas agropecuarias si es que existen?
 - c. ¿Cuáles son los principales productos de origen agrícola, forestal o ganadero?
 - d. ¿Cuáles son las ventajas del sistema de producción existente?
 - e. ¿Cuáles son las desventajas de los actuales sistemas de producción?
2. Elaboramos por medio de mapas conceptuales, cuadros sinóptico esquemas o gráficos, el trabajo realizado en papelógrafos o data show.
3. Asignamos el rol de relator a un estudiante de cada grupo para que socialice el trabajo realizado y las conclusiones en plenaria general.

EN PLENARIA

4. Sustentamos el trabajo realizado y promovemos la participación del resto del grupo y el profesor a través de un espacio de preguntas para aportes complementarios.
5. Se socializa el trabajo en una matriz general, escribimos las características principales de cada producción.

Características	Descripción	Conclusiones por equipo
Contexto productivo: Suelo, clima, agua		
Sistemas de producción		
Ventajas de producción		
Desventajas de los sistemas de producción existentes		

- Con la participación del docente y estudiantes extraemos las conclusiones generales del trabajo realizado por cada equipo establecemos recomendaciones generales buscando mejores opciones para mejorar y buscar opciones del sistema productivo actual.

Conclusiones generales	Recomendaciones	¿Qué podemos hacer?

B *Fundamentación Científica*

TRABAJO EN EQUIPO

- Nos organizamos en grupos y nombramos un secretario y solicitamos que realice lectura del siguiente texto. En nuestro cuaderno tomamos apuntes de los Sistemas Agroforestales, que estén fragmentadas en los subtítulos o aquellos conceptos que creemos debemos ampliar con la explicación de nuestro profesor.

Equipo I:	Introducción
Equipo II:	Características de la Agroforestería
Equipo III:	Clasificación de los sistemas agroforestales
Equipo IV:	El papel potencial de los árboles
Equipo V:	Ventajas de los sistemas agroforestales
Equipo VI:	Restricciones de los sistemas agroforestales

- A cada equipo se le distribuye los subtemas de la lectura y se solicita que realicen un rescate de las principales conceptualizaciones, recomendando que sea una lectura activa, cooperativa entre todos extrayendo los principales conceptos e ideas planteadas.
- Conforme se realiza la lectura por equipos, el docente va rotando en cada equipo escuchando, ampliando, ejemplificando conceptos y aclarando dudas sobre diferentes elementos que se presentan en la lectura. Cada estudiante del grupo debe tener su propio resumen.
- Concluida la lectura se organizan los estudiantes de acuerdo a los roles; (Roles: ayudante de mesa, controlador de tiempo y relator).

6. El relator de cada equipo; socializará el trabajo realizado; el docente estará atento para resolver alguna inquietud presentada.
7. Es necesario que cada estudiante cuente con sus respectivos apuntes, para poder realimentar las temáticas necesarias.

LECTURA: SISTEMAS AGROFORESTALES

Autores: Farrell John, Altieri Miguel

“Los sistemas agroforestales son nuevas alternativas productivas frente a los sistemas convencionales de producción agropecuaria actuales que se están convirtiendo en sistemas insostenibles al grado de poner en riesgo las bases de producción de alimentos a un grado de limitar la oferta necesaria para la población ocasionando el peligro latente de la hambruna en diferentes regiones del país y del mundo”.

Villacorta Espinoza José.

1. INTRODUCCIÓN

La Agroforestería es el nombre genérico utilizado para describir un sistema de uso de la tierra antiguo y ampliamente practicado, en el que los árboles se combinan espacialmente y/o temporalmente con animales y/o cultivos agrícolas. Ésta combina elementos de agricultura con elementos de ingeniería forestal en sistemas de producción sustentables en la misma unidad de tierra.

Sin embargo, solo recientemente se han desarrollado conceptos modernos de Agroforestería y hasta la fecha no ha evolucionado ninguna definición aceptable universalmente, a pesar de que se han sugerido muchas incluyendo la definición del ICRAF “La Agroforestería es 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 local” (Consejo Internacional para la Investigación en la Agroforestería 1982).

Cualquiera sea la definición, generalmente se está de acuerdo en que la Agroforestería representa un concepto de uso integrado de la tierra que se adapta particularmente a zonas marginales y a los sistemas de bajos insumos. El objetivo de la mayoría de los sistemas agroforestales es de optimizar los efectos benéficos de las interacciones de los componentes boscosos con el componente animal o cultivo para obtener un patrón productivo que se compara con lo que generalmente se obtiene de los mismos recursos disponibles en el monocultivo, dadas las condiciones económicas, ecológicas y sociales predominantes (Nair 1982).

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

La Agroforestería incorpora cuatro características:

ESTRUCTURA

A diferencia de la Agricultura y la ingeniería forestal moderna, la Agroforestería combina árboles, cultivos y animales. En el pasado, los agricultores rara vez consideraban útiles a los árboles en el terreno para el cultivo, mientras que los agroforestales han tomado como reservas para el crecimiento de árboles (Nair 1983). Aún así, durante siglos los agricultores tradicionales han proporcionado sus necesidades básicas al sembrar cultivos alimenticios, árboles y animales en forma conjunta.

SUSTENTABILIDAD

Un sistema agroforestal optimiza los efectos beneficiosos de las interacciones entre las especies boscosas y los cultivos y los 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. Esto resulta particularmente importante si se considera la aplicación actual de la Agroforestería en zonas de calidad marginal de la tierra y baja disponibilidad de insumos.

INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD

Al mejorar las relaciones complementarias entre los componentes del predio, con condiciones mejoradas de crecimiento y de uso eficaz de los recursos naturales (espacio, suelo, agua y luz), se espera que la producción sea mayor en los sistemas agroforestales que en los sistemas convencionales.

ADAPTABILIDAD CULTURAL/SOCIOECONÓMICA

A pesar de que un sistema agroforestal es apropiado para una amplia gama de predios de diversos tamaños y de condiciones socioeconómicas, su potencial ha sido reconocido para los pequeños agricultores en áreas marginales y pobres de las zonas tropicales y subtropicales. Si se considera que los campesinos generalmente no son capaces de adoptar tecnologías muy costosas y modernas, que han sido pasadas por alto por la investigación agrícola y que no tiene poder social o político de discernimiento, la Agroforestería se adapta particularmente a las realidades de los pequeños agricultores.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Existen diferentes criterios para clasificar prácticas y sistemas agroforestales (Nair 1985). Se utilizan más corrientemente la estructura del sistema (composición y disposición de los componentes), función, escala socioeconómica, nivel de manejo y la extensión ecológica.

En cuanto a la estructura, los sistemas agroforestales pueden agruparse de la siguiente manera:

3.1 AGROSILVICULTURA

El uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos.

3.2 SISTEMAS SILVOPASTORILES

Sistemas de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.

3.3 SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES

Sistemas donde la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas y para la crianza de animales domésticos.

3.4 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FORESTAL DE MULTIPROPÓSITO

Donde las especies forestales se regeneran y manejan para producir no solo madera, sino también hojas y/o frutas que son apropiadas para alimento y/o forraje.

Otros sistemas agroforestales se pueden especificar, como la apicultura con árboles, la acuicultura, lotes de árboles multipropósito y así sucesivamente. Los componentes se pueden disponer temporal o espacialmente y se utilizan varios términos para señalar las variadas disposiciones. La base funcional se refiere al producto principal y al papel de los componentes, en particular los arbolados. Estos pueden ser funciones productivas como (producción de necesidades básicas, como alimento, forraje, leña, otros productos) y roles protectores (conservación del suelo, mejoramiento de la fertilidad del suelo, protección ofrecida por los rompevientos y los cinturones de protección).

Basándose en la ecología, los sistemas se pueden agrupar para cualquier zona agroecológica definida como las zonas tropicales húmedas de las tierras bajas, zonas tropicales áridas y semiáridas, tierras altas tropicales y así sucesivamente. La escala socioeconómica de la producción y el nivel de manejo de los sistemas se puede utilizar como los criterios para designar a los sistemas como comerciales, intermedios o de subsistencia. Cada uno de estos criterios tiene méritos y aplicabilidad en situaciones específicas, pero también tienen limitaciones, por lo que ninguna clasificación única se puede aplicar universalmente. La clasificación dependerá del propósito para el que se planifique.

4. EL PAPEL POTENCIAL DE LOS ÁRBOLES

Los árboles generalmente se subutilizan en la agricultura y si bien se ha escrito mucho respecto a sus virtudes (Smith 1953, Douglas y Hart 1976, Mc Daniels y Lieberman 1979), su potencial se ha explotado relativamente poco. A causa de sus hábitos de crecimiento y su forma, los árboles influyen con otros componentes del sistema agrícola y ganadero. Sus grandes doseles afectan la radiación solar, precipitaciones y movimiento del aire, a la vez que su extenso sistema de raíces ocupa grandes volúmenes de suelo. La absorción de agua y nutrientes y la distribución de los nutrientes y la redistribución de los nutrientes como el humus, al igual que el movimiento irruptivo de las raíces y las posibles asociaciones bacteriales /fungales, también pueden alterar el ambiente de crecimiento.

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

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO


Los árboles pueden afectar el nivel de nutrientes del suelo al explotar las reservas minerales más profundas de la roca parental y recuperar los lixiviados y depositarlos sobre la superficie como el humus.

Esta materia orgánica aumenta el contenido de humus del suelo, el cual a su vez aumenta su capacidad de intercambio de cationes y disminuye la pérdida de nutrientes. La materia orgánica adicionada modera además las reacciones del suelo extremas (pH) y la consecuente disponibilidad de nutrientes esenciales y elementos tóxicos. Puesto que el nitrógeno, fósforo y azufre se tienen fundamentalmente en forma orgánica, la abundancia de materia orgánica es especialmente importante aprovecharlos. La asociación de árboles con bacterias fijadoras de nitrógeno y micorrizas también incrementará los niveles de nutrientes disponibles.

La actividad de microorganismos tiende a aumentar debajo de los árboles, debido a que la materia orgánica es incrementada (un abastecimiento de alimentos mejorado) y al ambiente de crecimiento (temperatura y humedad del suelo).

Un estudio realizado para evaluar el papel de los árboles en los sistemas de agricultura tradicional de México Central (Farrel 1984), ilustra la influencia potencial de los árboles sobre la fertilidad del suelo. Las propiedades de la superficie del suelo se midieron a distancias crecientes de dos especies de árboles *Prunus capulí* y *Juniperus deppeana* que se encontraron dentro de campos de cultivos seleccionados. Se encontraron valores superiores de todas las propiedades medidas bajo los doseles de capulí, y se observó un gradiente que disminuía al incrementar la distancia de árboles.

El fósforo disponible aumentó de cuatro a siete veces bajo los árboles y los totales de carbón y potasio aumentaron dos a tres veces; el nitrógeno, el calcio y magnesio aumentaron



de uno y medio a tres veces y la capacidad de intercambio catiónico aumentó de uno y medio a dos veces. También se encontró que el pH del suelo era mayor bajo los doseles. Este patrón espacial se atribuyó fundamentalmente a la redistribución de nutrientes con la caída de las hojas y la acumulación de materia orgánica cerca de los árboles ciruelo (capulí)

Los árboles también pueden aumentar las propiedades físicas del suelo, siendo la estructura del suelo la más importante. La estructura mejora como resultado del incremento de la materia orgánica (hojas y raíces), de la acción disociadora de las raíces de los árboles y la actividad de los microorganismos, todos los cuales ayudan a desarrollar agregados del suelo más estables. La temperatura del suelo se modera por la sombra y la cubierta de la hojarasca.

La función que pueden desempeñar los árboles en la protección del suelo es bien reconocida; además de reducir la velocidad del viento, el follaje de los árboles disipa el impacto de las gotas de lluvia que golpean la superficie del suelo. La capa de hojarasca que cubre el suelo y su estructura mejorada pueden ayudar a reducir la erosión de la superficie. El sistema de raíces penetrantes de los árboles realiza una función importante en la estabilización del suelo, especialmente en las laderas escarpadas.

La inclusión de especies compatibles y convenientes de perennes leñosos en terrenos de cultivos, pueden dar como resultado un mejoramiento acentuado en la fertilidad del suelo, mediante lo siguiente:

1. Aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo por la adición de hojarasca y otras partes de plantas.
2. Un ciclaje eficiente de nutrientes dentro del sistema y consecuentemente una mejor utilización de los nutrientes tanto nativos como los nutrientes aplicados.
3. La fijación biológica de nitrógeno y la solubilización de nutrientes relativamente escasos, por ejemplo el fósforo por medio de las actividades de micorrizas y bacterias solubilizadoras de fosfato.
4. Aumento en la fracción cíclica de nutrientes más allá de la zona absorbente de nutrientes del suelo.
5. Interacción complementaria entre las especies componentes del sistema, dando como resultado una distribución más eficiente de los nutrientes entre sus componentes.
6. Economía adicional de nutrientes debido a diversas zonas absorbentes de nutrientes de los sistemas de raíces de las especies componentes.
7. Efecto moderador de la materia orgánica del suelo en reacciones de suelo extremo y la consecuente liberación y disponibilidad de nutrientes.

4.2 EFECTO EN EL MICROCLIMA

Los árboles moderan los cambios de temperatura, dando como resultado temperaturas máximas más bajas y mínimas más altas bajo los árboles, en comparación con las áreas abiertas. La disminución de temperatura y la reducción de los movimientos de aire debido al dosel de los árboles reduce el promedio de evaporación. También se puede encontrar mayor humedad relativa bajo los árboles en comparación con los sitios abiertos.

4.3 HIDROLOGÍA

El equilibrio del agua de un micro sitio dado, predio o región está influido por las características funcionales y estructurales de los árboles. En distintos grados, dependiendo de la densidad de follaje, y las características de las hojas, la precipitación pasa a través de ellas hasta el suelo, se intercepta y se evapora o se redistribuye a la base del tronco por el propio flujo. La humedad del aire también puede ser recogida por el follaje de los árboles y ser depositada como precipitación interna (niebla de goteo), una significativa fuente potencial de agua en áreas de neblinas húmedas. Como resultado de una mejorada estructura del suelo y la presencia de una capa de hojarasca, el agua que llega al suelo se utiliza más eficientemente debido al incremento de la filtración y permeabilidad, reduciendo la evaporación y el escurrimiento superficial. En gran escala, particularmente en áreas propensas a las inundaciones, los árboles pueden reducir las descargas de aguas subterráneas, existiendo la evidencia de que las características hidrológicas de las áreas de captación son influidas favorablemente por la presencia de árboles.

4.4 COMPONENTES BIOLÓGICOS ASOCIADOS

Todas las plantas, los insectos y los organismos del suelo pueden resultar beneficiados por la presencia de árboles compatibles. Aunque los mecanismos específicos son poco entendidos, por lo general involucran un microclima más benigno, temperatura de suelo favorable, régimen de humedad y estado de materia orgánica, una mayor disponibilidad de nutrientes así como su eficiente utilización y reciclaje. El mejoramiento en el estado de materia orgánica del suelo puede dar como resultado una mayor actividad de los microorganismos favorables en la zona de las raíces. Tales microorganismos también pueden producir sustancias que promueven el crecimiento mediante interacciones deseables provocando efectos comensalísticos en el crecimiento de especies de plantas.

4.5 FUNCIÓN PRODUCTIVA

Los árboles producen gran cantidad de productos importantes para los humanos y los animales. Además del forraje y alimentos proporcionan productos madereros como aceites y taninos y productos medicinales. Por ejemplo la acacia negra (*Robinia pseudoacacia*) es una productora de miel importante, fija nitrógeno y es productora de postes para cercos muy durables; La leucaena otra leguminosa que fija nitrógeno, es valiosa como alimento de ganado y de aves en los trópicos, debido a su alto contenido de vitaminas y proteínas, también es fuente primaria de leña. Los cultivos de árboles, también pueden suplir la

producción de gramíneas. Especies como el castaño (*Castanea*), el algarrobo (*Ceratonia*) y la acacia honey (*Gleditsia*) tiene un valor alimenticio en proteínas, carbohidratos y grasas mayor que las gramíneas convencionales creciendo en tierras marginales sin labranza (Smith 1953).

5. VENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Mediante la combinación de la producción agrícola y forestal se pueden alcanzar mejor y diversas funciones y objetivos de la producción de bosques y cultivos alimenticios. Existen ventajas ambientales, como también socioeconómicas, de tales sistemas integrados sobre la agricultura y/o monocultivos forestales (Wiersum 1981).

5.1 VENTAJAS AMBIENTALES

- Se hace un uso más eficiente de los recursos naturales. Las diversas capas de vegetación proporcionan una eficiente utilización de la radiación solar, los diferentes tipos de sistemas de raíces a distintas profundidades, hacen buen uso del suelo y las plantas agrícolas de corta duración pueden aprovechar de la capa superficial enriquecida como resultado del ciclaje mineral mediante las copas de los árboles. Además la integración de animales puede aprovecharse para la producción secundaria y el reciclaje de nutrientes.
- La función protectora de los árboles con respecto al suelo, la hidrología y la protección de las plantas puede utilizarse para disminuir los peligros de degradación ambiental. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en muchos sistemas agroforestales los componentes pueden competir por luz, humedad y nutrientes, por tanto se deben considerar los intercambios. El buen manejo puede reducir al mínimo estas inferencias y aumentar las interacciones complementarias.

5.2 VENTAJAS SOCIOECONÓMICAS

- Mediante la eficiencia ecológica se puede aumentar la producción total por unidad de tierra. No obstante que la producción de cualquier producto individual puede ser menor que en los monocultivos, en algunos casos la producción del cultivo base puede aumentar; por ejemplo en Java se ha demostrado que después de la introducción del sistema Taungya, la producción de arroz secano aumentó considerablemente.
- Los diferentes componentes o productos de los sistemas podrían ser utilizados como insumos para la producción de otros; por ejemplo implementos de madera, abono verde y disminuir la cantidad de inversiones e insumos comerciales.
- En relación con las plantaciones puramente forestales, la introducción de cultivos agrícolas junto con prácticas culturales intensivas bien adaptadas, a menudo se traduce en un aumento de la producción forestal y en una merma en los costos de manejo

arbóreo; por ejemplo la fertilización y desmalezado de los cultivos agrícolas también puede beneficiar el crecimiento de los árboles y proporciona una serie amplia de productos.

- Los productos arbóreos a menudo se pueden obtener a lo largo de todo el año, proporcionando oportunidades de mano de obra y un ingreso regular anualmente.
- Algunos productos arbóreos se pueden obtener sin necesidad de un manejo muy activo, otorgándoles una función de reserva para los periodos en que fallan los cultivos agrícolas, o para necesidades sociales determinadas; por ejemplo la construcción de una casa.
- En la producción de varios productos existe un riesgo de extensión, en la medida que varios de ellos serán afectados de manera diferente por condiciones desfavorables.
- La producción se puede enfocar hacia la autosuficiencia y el mercado. La dependencia de la situación del mercado local se puede ajustar de acuerdo con la necesidad del agricultor. Si se desea los productos son consumidos total o parcialmente, o son destinados al mercado cuando se dan las condiciones adecuadas.

6. ALGUNAS RESTRICCIONES DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Existe un número de restricciones de los sistemas agroforestales o condiciones limitantes para la aplicación de los sistemas agroforestales. Es necesario reconocerlas y hacer esfuerzos por superarlas, si se desea aplicar con éxito la Agroforestería.

Una de las principales limitaciones de los sistemas agroforestales en relación con el hecho que estos sistemas son específicos del ecosistema, y en ciertos suelos de baja calidad la elección de las especies vegetales apropiadas puede resultar limitante, aún cuando muchos árboles tienen mayor capacidad para adaptarse a los suelos pobres que los cultivos anuales. La competencia entre árboles y los cultivos de alimentos y la prioridad que se les debe dar para satisfacer necesidades básicas, puede excluir del cultivo arbóreo a los agricultores pobres, que cuentan con muy poca tierra para cultivar árboles.

Al promover la plantación arbórea, se necesitan beneficios a corto y largo plazo. Estos beneficios económicos productivos deben ser considerados. Una restricción económica común es que algunos sistemas agroforestales establecidos recientemente, puedan requerir costos sustanciales de inversión para comenzar; por ejemplo material de cultivo, conservación del suelo, fertilizante. Para dichas inversiones se puede requerir de créditos. En la mayoría de los sistemas agroforestales pueden ser necesarios algunos años antes de obtener los primeros rendimientos, en algunos casos dicho periodo requiere de apoyo financiero.

El tamaño del terreno puede afectar el tipo de insumos. En áreas con una alta presión poblacional y suelos pobres, los predios particulares pueden resultar demasiado pequeños como unidades confiables de producción. En este caso es necesario algún tipo de esfuerzo cooperativo. La disponibilidad de semillas y/o plántulas es una variable primordial para los proyectos agroforestales. En la mayoría de los casos, una planificación a más largo plazo, incluye el desarrollo de pequeños semilleros junto con la plantación y mantenimiento de árboles.

El manejo de ganado en algunas ocasiones puede entrar en conflicto con las actividades agroforestales, especialmente en áreas donde se practica la ganadería vacuna o caprina. En áreas con sistemas comunales o de clanes complejos de tierras, puede resultar difícil desarrollar métodos agroforestales. Los derechos de posesión constituyen una consideración fundamental para la Agroforestería.

La tenencia de árboles también constituye una posible restricción. En algunos casos, la tierra en la cual los árboles pueden ser plantados y protegidos no pertenece a aquellos que los plantaron. De manera que los que plantaron pueden no estar legalmente autorizados para hacer usufructo de los árboles y su producción.

Aún más en algunos países existen leyes que restringen la cosecha/tala de árboles para cualquier propósito, sin considerar al dueño de la tierra en que se encuentran plantados.

RECUERDE

Un sistema Agroforestal es la relación de cultivos entre plantas agrícolas (frutales, cereales, leguminosas, otros), de plantas forestales y animales que se proporcionan beneficios entre ellas y beneficios para la familia. Además con el sistema agroforestal se busca imitar al bosque en su naturaleza.

C Ejercitación

TRABAJO INDIVIDUAL

1. Elabore estrategias donde se identifiquen similitudes y diferencias de los Sistemas Agroforestales.

D *Aplicación*

TRABAJO EN EQUIPO

1. Nos organizamos en subgrupos de trabajo de 4 personas y nos distribuimos los roles de líder, controlador de tiempo y relator:

Procedemos a describir los sistemas actuales de producción y analizar la posibilidad de implementar un sistema agroforestal alternativo en una determinada zona situada en un área de estudio cercana. Realizo las siguientes actividades:

- a. En equipo identifico y caracterizo el sistema de producción existente, entre ellos la presencia de especies forestales, cultivos, tipo de ganadería y las interacciones que existirían entre estos componentes.
 - b. Realizo un gráfico donde identifico las parcelas y la disposición de especies arbóreas, áreas de cultivo, cultivos establecidos de pastoreo, además los diferentes flujos de materia y energía que ingresan al sistema, de igual manera las salidas de energía y materia.
 - c. Identifico las especies forestales, las especies nativas, especies cultivadas anuales, las áreas de pastoreo, las especies forrajeras anuales y perennes, además del tipo de ganadería existente.
 - d. Establezco los aportes e incorporación de materia orgánica al suelo de origen vegetal y/o animal y el flujo o ciclo de materia orgánica en la parcela.
2. Con base a los datos recopilados, en reunión con el equipo de trabajo establecemos posibilidades de plantear sistemas alternativos que integren los componentes arbóreos, cultivos y animales que permitan optimizar los recursos; generar mejores ingresos para los productores. Preparo junto con los compañeros de grupo las posibilidades de implementación analizando las ventajas de la propuesta, fundamentando nuestras conclusiones.

EN PLENARIA

3. El líder del grupo, explica las características del sistema de producción actual del área de estudio, las posibles alternativas de establecer un determinado sistema agroforestal con base a las características propias del contexto socio productivo.
4. Escuchamos las propuestas de los otros grupos, con la participación del docente, evaluamos las alternativas planteadas, la viabilidad para su implementación

identificando los aspectos favorables y las limitaciones existentes para implementar, seleccionando de manera colectiva las más posibles y reales de aplicar.

CON EL DOCENTE

5. Realizamos una evaluación integral, establecemos con claridad las recomendaciones realizadas en la actividad anterior.
6. Señalamos la experiencia realizada como base inicial del módulo, para futuras acciones que se ejecuten en las siguientes unidades del módulo de Sistemas Agroforestales.

E *Complementación*

TRABAJO INDIVIDUAL

1. Leo el artículo. CIPCA Norte. "El manejo agronómico de la parcela Agroforestal. CIPCA. 2006. Pando Bolivia.
 - a. Luego de realizar la lectura del artículo, elaboro un ensayo sobre la temática tratada.
2. Reviso en Internet el siguiente link: http://pat.carabolivia.org/pat/syscare/documentos/01_Introducción_a_los_sistemas_agroforestales.pdf para descargar el documento Sistemas agroforestales.
 - a. Realizo la lectura del documento para reforzar mis conocimientos sobre las características y principios de los sistemas agroforestales como alternativas para mejorar los sistemas actuales de producción agroalimentaria.
 - b. Escribo los elementos más importantes y relevantes de la unidad para utilizarlo en la unidad Diseño de Sistemas Agroforestales.

EVALUACIÓN

AUTOEVALUACIÓN

Valore cada ítem en una escala de 1 a 3 de acuerdo a lo que considere adecuado.

(Valor de la escala: 1 = Insatisfactorio 2 = Medianamente satisfactorio; 3 = Satisfactorio)

ITEM	ANTES			DESPUÉS		
	1	2	3	1	2	3
1. Defino el concepto de sistema productivo.						
2. Explico los sistemas agroforestales						
3. Identifico los tipos de sistemas agroforestales						
4. Reconozco la importancia de implementar sistemas agroforestales						
5. Identifico claramente los componentes sobre el cual está un determinado sistema agroforestal						
6. Describo el proceso metodológico básico para diseñar el estudio de contexto específico del módulo/materia						
7. Explico el cambio sustantivo entre un sistema de producción de monocultivo y un sistema integrado agroforestal.						
TOTALES						

NOTA: Llene esta autovaloración antes de empezar el contenido de la lectura (EL ANTES) y vuelva a realizar la autovaloración después de haber realizado la lectura (EL DESPUÉS). Esta autovaloración es para usted, si en EL DESPUÉS no logra responder adecuadamente, entonces solicite apoyo al Docente.

COEVALUACIÓN

A los grupos conformados en las diferentes actividades realizadas en el desarrollo de la unidad se asignará una hoja evaluativa donde cada grupo evaluará al otro grupo. En la hoja de evaluación cada grupo debe valorar la preparación, la defensa y exposición, la habilidad para responder preguntas, asignando una escala de 0 a 100%.

HETEROEVALUACIÓN

Aplicación de prueba objetiva escrita de selección múltiple que tendrá 30 preguntas, cada estudiante debe responder en un tiempo de noventa minutos aplicada por el docente a todos los participantes del módulo.

GLOSARIO

- **AGRICULTURA ORGÁNICA:** Sistema agrícola que no usa fertilizantes o pesticidas químicos.
- **BIODIVERSIDAD:** Multiplicidad de especies, básica para la creación y mantención de los ecosistemas.
- **CICLO DE CRECIMIENTO:** Periodo requerido por un cultivo anual para completar su ciclo anual de establecimiento, crecimiento y producción de la parte cosechada.
- **COMUNIDAD CLÍMAX:** Un sistema natural que representa el fin o ápice de una sucesión ecológica.
- **CONTAMINACIÓN:** La baja calidad de cierta porción del medio ambiente debido a la adición de impurezas.
- **CORTE Y QUEMA:** Un tipo específico de cultivo itinerante en áreas de alta precipitación donde crecen arbustos y árboles durante el periodo de barbecho. El crecimiento durante el barbecho se desbroza por medio del corte y quema.
- **CUBIERTA MUERTA:** Hojas, paja, turba u otro material esparcido alrededor de las plantas para impedir la evaporación del agua desde el suelo y las raíces.
- **CULTIVO DOBLE:** Cultivar dos especies en el mismo año en secuencia, sembrar o transplantar una después de cosechar la otra, este concepto es igual para un cultivo triple.
- **CULTIVOS INTERCALADOS:** Dos o más cultivos que crecen simultáneamente en filas iguales, alternadas o pareadas en la misma área.
- **CULTIVO MIXTO:** Dos o más especies cultivadas simultáneamente en el mismo campo, pero que no están dispuestos en fila; llamado algunas veces intercultivo mixto o cultivo asociado.
- **CULTIVO MÚLTIPLE:** Cultivar más de una especie en la misma tierra en un año. Dentro de este concepto hay muchos modelos posibles de disposición espacial y temporal del cultivo.
- **DIVERSIDAD ESTRUCTURAL:** Una medida de la forma en la cual la cubierta del suelo se organiza en capas en un sistema de cultivo o forestal.
- **FACTORES LIMITANTES:** Ley biológica que postula que el crecimiento de un organismo (o población de organismos), está limitado por el recurso menos disponible del ecosistema.

- **HÁBITAT:** Lugar donde vive una planta o animal
- **LEGUMINOSA:** Cualquier planta de la familia de leguminosas, tales como arvejas, frijoles o arvejas. Las bacterias que viven en las raíces de las leguminosas transforman el nitrógeno atmosférico que pueden ser asimiladas rápidamente por las plantas.
- **MANTILLO:** La materia orgánica intacta y parcialmente descompuesta que se encuentra sobre el suelo.
- **MONOCULTIVO:** Siembra de un solo cultivo a la vez. Particularmente el cultivo repetido del mismo cultivo en la misma tierra año tras año.
- **POBLACIÓN:** El grupo genético al cual pertenece un organismo en la práctica. Una población es generalmente mucho más pequeña que la especie total, debido a que todos los miembros de una especie pocas veces están próximos unos de otros.
- **REVOLUCIÓN VERDE:** La obtención de producciones elevadas en muchas partes debido al desarrollo de nuevas variedades de alto rendimiento, trigo, arroz y otros granos en la década de los sesenta. La segunda revolución verde es usar las técnicas de la ingeniería genética para mejorar la producción agrícola.
- **SISTEMA AGRÍCOLA O SISTEMA DE PRODUCCIÓN:** La manera en la cual se dispone de un conjunto particular de recursos agrícolas dentro de su medio ambiente, por medio de la tecnología, para la producción de productos agrícolas primarios. Esta definición excluye así el procesamiento posterior al que normalmente se hace en la granja a un producto vegetal o animal en particular. Incluye recursos agrícolas usados para comercializar el producto.
- **SUSTRATO:** El soporte proporcionado por el suelo para sustentar el crecimiento de las plantas.
- **USO SUSTENTABLE:** Uso continuo de la tierra sin deterioro permanente o severo de los recursos de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

- CIPCA-PANDO. Manejo de Sistemas Agroforestales: Boletín técnico. CIPCA. 2009. Cobija- Bolivia.
- CIPCA-LA PAZ. Implementación del cultivo de Cacao criollo en Sistemas Agroforestales. CIPCA. 2007. La Paz Bolivia.
- EQUIPO PROGRAMA DE APOYO A LA CADENA QUINUA. Manejo de los recursos suelo y agua. Procisur-AUTAPO. 2005. La Paz Bolivia.
- MEDINACELLI Carlos; PEIGNE Alain. Manual de capacitación campesino a campesino. Pachaman Urupa. 1999. La Paz Bolivia.
- FARREL John; ALTIERI Miguel. Sistemas Agroforestales: En Módulo de Diseño y Manejo de Agro ecosistemas de III Curso sobre Agroecología y Desarrollo Rural. CLADES. 1996. Lima Perú.
- YURJEVIC Andrés. El Desarrollo Rural sustentable: una mirada actualizada. Curso de Autoformación distancia: Módulo III.CET CLADES. Santiago de Chile.



UNIDAD 2

DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Adquirir las habilidades necesarias para diseñar e implementar en su entorno un sistema agroforestal.

COMPETENCIA ESPECÍFICA

- Diseña y establece sistemas agroforestales con un manejo integral de plagas y enfermedades.

A Vivencias

Una de las virtudes que tiene el ser humano que lo diferencia de las otras del reino animal es su enorme capacidad de raciocinio e inteligencia que le ha permitido sobrevivir pese a su debilidad física frente otras especies de animales más fuertes y llegar a dominar a un grado que puede muchas veces colocar en peligro la estabilidad de todos los elementos del medio ambiente que le rodea.

La capacidad creativa de los seres humanos se ha desarrollado y demostrado en diferentes campos del conocimiento, esta capacidad de interpretación de la realidad y de transformarla para un determinado propósito es lo que se conoce como la capacidad de diseñar. El diseño se concibe como la elaboración, plan o delineación original de un objeto u obra destinado a la producción en serie, que comienza con un bosquejo a partir de la creatividad humana buscando un propósito.

Los diferentes problemas que existen en la producción agrícola ganadera requieren la búsqueda de nuevas opciones a las tendencias actuales debido que muchas de ellas se han agotado y se tornan insostenibles; es preciso innovar los sistemas productivos más integrales, conservadoras del medio ambiente, que permita la optimización de todos los elementos actuales que sea más de beneficio, uniendo sinergias y eliminando lo mejor posible los antagonismos.

El ser humano debe recurrir a su capacidad creativa para que con base a experiencias anteriores, seleccione factores favorables y establezca sistemas alternativos más óptimos en todo sentido, entre ellos la conservación y aprovechamiento óptimo de las bases de producción y recursos naturales, partiendo de que es necesario que las generaciones presentes gocen y tengan bienestar actual, pero previendo que las generaciones del futuro tengan de igual manera bienestar y con las mismas oportunidades de gozar lo que el planeta nos brinda.

El mejor modelo es imitar lo que hace la naturaleza como tal, podemos diseñar sistemas alternativos productivos, teniendo como base el funcionamiento de los ecosistemas naturales como por ejemplo los bosques, las praderas naturales que tienen como principio el equilibrio y armonía entre sus elementos componentes, se puede diseñar sistemas observando los flujos naturales, este es el mejor modelo y ejemplo.

En la presente unidad se pretende establecer de manera creativa sistemas agroforestales; es decir de realizar el diseño de sistemas agroforestales con base en los principios, alternativas e importancia de este sistema de producción alternativo que busca ser sostenible, que aproveche los flujos de energía para el mismo, buscando una forma holística de aprovechamiento de todos los elementos, componentes del sistema productivo, buscando complementariedad y sinergias, reduciendo al mínimo los factores contrarios que tenga como meta la optimización en conjunto de los recursos del biotopo (suelos, agua, clima)



y de los recursos de la biocenosis (plantas, animales) donde los productores del área rural tengan acceso a mejores oportunidades que repercuta en su calidad de vida, no solo económica, sino que exista una convivencia en armonía con el medio ambiente.

TRABAJO GRUPAL

1. Todos los participantes nos distribuimos en subgrupos de trabajo. El Docente nos presenta cinco preguntas y nos distribuye las preguntas:
 - a. ¿Qué es un diseño?
 - b. ¿Cuál es la principal herramienta para realizar un determinado diseño?
 - c. ¿Qué elementos debemos tener en cuenta para realizar diferentes diseños?
 - d. ¿Cómo podemos diseñar nuevos sistemas de producción agrícola, ganadera y forestal?
 - e. ¿Qué elementos son básicos para diseñar un sistema agroforestal?
2. Nos organizamos y asignamos funciones dentro de nuestro grupo. Respondemos las preguntas y las consignamos en nuestros cuadernos.
3. Asignamos el rol de relator a un estudiante de cada equipo para que socialice el trabajo realizado.

EN PLENARIA

4. El relator socializa las respuestas realizadas por el equipo.
5. El Docente presenta en papelógrafos o data Show; las respuestas, fundamentando y ejemplificando cada una de ellas. A continuación desarrollaremos la siguiente matriz.

PREGUNTA	RESPUESTA CORRECTA
a. ¿Qué es un diseño?	
b. ¿Cuál es la principal herramienta para realizar un determinado diseño?	
c. ¿Qué elementos debemos tener en cuenta para realizar diferentes diseños?	
d. ¿Cómo podemos diseñar nuevos sistemas de producción agrícola, ganadera y forestal?	
e. ¿Qué elementos son básicos para diseñar un sistema agroforestal?	

7. El Docente aclarará conceptos y dará conclusiones generales del trabajo realizado por cada equipo, seguidamente establecemos recomendaciones generales para mejorar el sistema productivo actual.

¿Qué conocimientos previos teníamos sobre el diseño Agroforestal?	¿Qué aprendimos de nuevo?	¿Es de utilidad lo que aprendimos, podemos aplicar?

B *Fundamentación Científica*

TRABAJO EN PAREJAS

1. Realizamos la lectura del siguiente texto. Jerarquizamos las ideas principales del documento base; escribimos en el cuaderno lo aprendido.
2. El Docente nos motiva y recomienda que al realizar la actividad ésta sea activa y de cooperación entre nosotros.
3. El Docente se acerca a cada equipo de trabajo, para aclarar conceptos, es necesario que tenga un resumen general y consensuado.
4. Concluida la lectura nos organizamos en equipos; asignando roles; (secretario, relator y controlador del tiempo)
6. Exponemos el trabajo que realizamos, redefinimos conceptos, ampliamos y extraemos conclusiones sobre el tema, el docente cumple su rol de dinamizador. El relator de cada equipo se encarga de socializar el trabajo en plenaria general.

LECTURA: DISEÑOS DE SISTEMAS AGROFORESTALES Y ANEXOS SISTEMATIZADOS DE OTRAS FUENTES (Parte II)

Autores: Farrell John, Altieri Miguel. Et al

“La implementación de sistemas agroforestales requiere sobretodo de ingenio y creatividad, buscando aprovechar los recursos naturales, existentes en los predios además de los recursos humanos, teniendo como fin la optimización, la sustentabilidad, la integralidad de los recursos y el buen vivir de los seres humanos” José Villacorta

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas naturales pueden ser útiles como modelos para diseñar sistemas agrícolas sustentables. El rasgo más sobresaliente de los bosques naturales radica en la organización múltiple de los árboles, arbustos, malezas y hongos, en la que cada uno utiliza diferentes niveles de energía y recursos donde cada uno contribuye al funcionamiento del sistema total. Estos estratos reducen el impacto mecánico de las gotas de lluvia sobre la superficie y disminuyen la cantidad de luz directa que alcanza el suelo, como consecuencia de los cuales se reduce al mínimo la pérdida potencial del suelo, se disminuye la evaporación y se retardan los índices de descomposición de la materia orgánica. Generalmente, a nivel de suelo existe muy poco viento. Sobre la superficie, el humus proveniente de los vegetales en descomposición proporciona una cubierta protectora y una fuente de nutrientes para reciclar.

Todas estas condiciones crean un ambiente ideal para la microflora y fauna, insectos y lombrices que facilitan la descomposición de la materia orgánica en el suelo, creando así una buena estructura del suelo, la que a su vez aumenta la ventilación y el drenaje del agua. Los predadores y parásitos residentes mantienen controlados a aquellos insectos potencialmente dañinos para la vegetación. También existen múltiples capas bajo la superficie, donde las raíces de diversas formas vegetales mejoran la aireación y la filtración del agua.

Los insectos potencialmente dañinos para la vegetación y que se mantienen controlados en las plantas, utilizan diferentes volúmenes de suelo. De esta manera, las raíces de los árboles, que alcanzan mayor profundidad, interceptan los nutrientes lixiviados bajo la zona de la vegetación más pequeña y los llevan a la superficie en la forma de humus foliar.

2. OBJETIVOS DEL DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

El objetivo principal para el diseño de los sistemas agroforestales es resaltar las características ecológicas fundamentalmente del bosque, de modo que la comprensión de estos procesos en un sistema natural resulta de vital importancia. El diseño de secuencias de cultivos puede hacerse de manera análoga a la sucesión natural. En las zonas tropicales húmedas, los modelos de sucesión pueden ser particularmente apropiados para diseñar ecosistemas agrícolas. En Costa Rica, los ecólogos reemplazaron espaciales y temporales de especies silvestres por especies de plantas botánicas, estructural y ecológicamente similares. Las especies del ecosistema natural tales como Heliconia, cucurbitáceas, especies de Ipomoea, leguminosas, arbustos, pastos y árboles pequeños fueron reemplazadas por plátanos, variedades de zapallo, ñames, camotes, cultivos de frijoles locales, Cajanus cajan, maíz/sorgo/arroz, papaya, nuez tropical y especies de cassava, respectivamente. Alrededor del segundo año y tercer año, los cultivos arbóreos de rápido crecimiento (por

ejemplo nuez de Brasil y duraznero) pudieron formar un estrato adicional y mantener así una cubierta continua del cultivo evitando la degradación del terreno y la lixiviación de nutrientes; proporcionando rendimientos a lo largo del año.

Este enfoque puede resultar muy útil en regiones carentes de vegetación natural, donde se pueden iniciar modelos de sucesión a partir de áreas ecológicamente homólogas. Oldeman (1981) propuso el proceso de “transformación” como otro diseño opcional. De manera complementaria al método análogo, dicho concepto se basa en el análisis estructural de unidades colectivas (ecounidades). La transformación se puede lograr al reemplazar especies silvestres por especies útiles que cumplan el mismo nicho estructural y funcional de los silvestres. Este proceso transforma la estructura del sistema natural al mismo tiempo que mantiene sus propiedades benéficas.

En ocasiones en que un área totalmente forestal no es apropiada para un predio, los árboles se pueden combinar de otras formas con cultivos y animales para aumentar las relaciones funcionales requeridas. Wiersum (1981), Combe y Budowsky (1979) han resumido estas prácticas en sus intentos por desarrollar un sistema de clasificación para las técnicas agroforestales.

2.1 DISPOSICIÓN VEGETAL

Al ordenar las especies vegetales componentes en cuanto a tiempo y espacio, se deben considerar algunos factores. Ellos pueden incluir los requerimientos culturales de las especies componentes al crecer juntas, su fenología y forma de crecimiento (sobre y bajo el suelo), las necesidades de manejo para todo el sistema y la necesidad de acciones adicionales como la conservación del suelo o el mejoramiento de microclimas. Es por esto que los patrones de ordenamiento tienen propiedades específicas. Los posibles patrones comprenden (Nair, 1983):

1. Cultivar intercaladamente especies arbóreas con cultivos agrícolas anuales, sembrar en forma simultánea, especies herbáceas y arbóreas (o durante la misma temporada).

El espaciamiento de las especies arbóreas variará considerablemente, sin embargo en general, en las regiones más secas, este espacio será de un ancho superior. Este esquema también se puede aplicar en cultivos agrícolas como el caucho y la palma de aceite.

2. Limpiar las franjas casi a un metro de ancho en bosques primarios o secundarios a intervalos convenientes y sembrar especies agrícolas perennes que toleren la sombra, como el cacao. Luego cuando las especies crezcan, la vegetación forestal se entresacará según convenga y, dentro de cinco años, se contará con un dosel de dos a tres capas que estará compuesto por las especies agrícolas perennes y las especies forestales elegidas.
3. Introducir prácticas en manejo como la entre siembra y la poda con el fin que penetre más luz en la superficie del terreno y así sembrar especies agrícolas seleccionadas

entre las hileras de los árboles. El grado de entresacado o de poda dependerá de la densidad arbórea de la estructura del dosel.

4. En áreas inclinadas, las especies arbóreas seleccionadas pueden sembrarse en líneas perpendiculares a la pendiente (a lo largo del contorno) con diferentes disposiciones de siembra (hileras únicas, dobles, alternadas) con diversas distancias entre las hileras; los pastos del suelo pueden establecerse entre los árboles a lo largo del contorno. El área entre las hileras se puede usar para las especies agrícolas.
5. Sembrar, en forma proximal, árboles de múltiples propósitos alrededor de los lotes del campo. Los árboles formarán cercos vivos y rompevientos, proporcionarán forraje y combustible y marcarán los límites de los predios agrícolas. El esquema es particularmente apropiado para las áreas de tierras de uso extensivo.
6. Intercalar intensivamente con árboles, las áreas agrícolas manejadas en una forma regular o al azar. El sistema es conocido por pequeños terrenos en Asia, África y América del Sur.

3. EJEMPLOS DE SISTEMAS AGROFORESTALES

3.1 HUERTOS DOMÉSTICOS

En áreas tropicales representan uno de los ejemplos clásicos. Estos constituyen formas altamente eficientes de uso de la tierra, incorporando una gran variedad de cultivos con diferentes hábitos de crecimiento. El resultado es una estructura similar a los bosques tropicales con diversas especies y una configuración por estratos.

A través de las áreas tropicales, los sistemas agroforestales tradicionales pueden abarcar, más de 100 especies de plantas por campo. Éstas se usan para la obtención de materiales de construcción, leña, herramientas, medicamentos, alimentos para el ganado y el hombre. Por ejemplo en México, los indios huastecas manejan varios campos agrícolas de barbecho, complejos huertos domésticos y lotes forestales que suman casi 300 especies.

Las áreas pequeñas que rodean las casas, generalmente tienen un promedio de 80 a 25 especies de plantas útiles, en su mayoría plantas medicinales nativas. El manejo de la vegetación no perteneciente al cultivo, llevado a cabo por los huastecas en estos complejos sistemas agrarios, ha influido en la evolución de las plantas individuales, en la distribución y composición del cultivo total y en las plantas no cultivadas. Igualmente, el sistema tradicional *pekarangan* abarca, en general, alrededor de 100 o más especies de plantas. De dichas plantas, casi el 42% proporciona materiales de construcción y leña, el 18% corresponde a árboles frutales; el 14% a hortalizas y el resto constituye plantas ornamentales y medicinales, especies y además cultivos comerciales.

3.2 CULTIVO INTERCALADO INTENSIVO CON CULTIVOS DE PLANTACIÓN

Es otra técnica de plantación agroforestal, por ejemplo el cacao, el café y el caucho. En India, los cultivos como la pimienta negra, el cacao y la piña se siembran bajo el coco, usando la luz disponible como también un gran porcentaje del volumen del suelo (Nair, 1979). El café, el té y el cacao se siembran tradicionalmente bajo uno o dos estratos de árboles que proporcionan sombra; estos corresponden, a menudo a leguminosas fijadoras de nitrógeno que también otorgan valiosos productos madereros.

3.3 UTILIZACIÓN DE ÁRBOLES MULTIPROPÓSITO MEZCLADOS CON CULTIVOS O COMO PARTE DE SISTEMAS PASTORILES

Esta técnica se aplica en lugares semiáridos y áridos; las especies como la Acacia y Prosopis, no son valoradas solo por sus productos madereros y de forrajes, sino que también por la capacidad de enriquecimiento del suelo. La única fenología de la Acacia albida (sin hojas durante la temporada lluviosa) la convierte en un componente ideal de las regiones productoras de sorgo y mijo en el Oeste de África.

En México, se han descrito usos similares de árboles (Wilken, 1977), donde los agricultores estimulan el cultivo de leguminosas nativas en campos cultivados desde Puebla y el Sur de Tehuacan cruzando por Oxaca, los predios pueden ser abiertos y leguminosos o moderadamente densos con especies de mezquita (*Prosopis* spp), guaje (*Leucaena sculeta*) y guaramuchil (*Pithecellobium* spp), todos éstos de propiedades familiares. La densidad de los cultivos varía desde campos con solo unos pocos árboles hasta virtualmente bosques con cultivos sembrados abajo.

En muchas áreas los árboles también se integran al predio igual que los animales. Los predios se caracterizan por tener desde pequeños animales destinados a huertos domésticos en áreas tropicales, hasta ganado que pastorean los huertos de Chile (Altieri y Farrell, 1984) y ganado que pastorea en plantaciones forestales en Nueva Zelandia y el sureste de EEUU (Lewis et al. 1984, Tustin et al. 1979).

4. OPCIONES DE MANEJO AGROFORESTAL

4.1. CULTIVOS EN HILERAS EN ÁREAS DE ALTO POTENCIAL

El cultivo intercalado constituye un sistema apropiado para los huertos domésticos y para las tierras cultivables. Este sistema puede ser beneficioso por lo siguiente:

- Proporciona abono verde o mulch para cultivos asociados de alimentos y regula los nutrientes de las plantas desde las capas más profundas del suelo.

- El material podado se aplica como mulch y proporciona sombra durante la temporada otoñal.
- Elimina malezas.
- Proporciona las condiciones favorables para los macro y microorganismos del suelo; y al sembrarlo a lo largo del contorno del terreno elevado, proporciona una barrera para el control de la erosión del suelo.
- Realiza podas para la obtención del forraje, materiales para estacas y leña.
- Proporciona nitrógeno, biológicamente fijo, al cultivo asociado.

4.2 SIEMBRA EN CONTORNO

La siembra en contorno es útil si se presentan las siguientes condiciones:

- Suelos agotados o pobres
- Terrenos con pendientes (sometidas a erosión) y tierras no erosionadas.
- Densidad de población de media a alta.

La siembra en contorno puede ayudar de la siguiente manera:

- Abastece/mejora los nutrientes del suelo y aumenta el contenido de materia orgánica.
- Reduce la pérdida de agua y suelo.
- Reduce el riesgo de perder el cultivo durante temporadas extremadamente secas, moderando los efectos de la excesiva evaporación de humedad en terrenos expuestos.
- Brinda productos madereros para el consumo en el hogar o para la venta.

El sistema agrícola adecuado donde se puede utilizar este sistema está conformado por un cultivo permanente, un predio de tamaño medio o pequeño y un requerimiento de mano de obra de medio a alto por unidad de tierra. Las especies de crecimiento rápido pueden establecerse a comienzos de la temporada de cultivo, lo que brinda la posibilidad de crecer mientras que el ganado se mantenga fuera del área cultivable.

4.3 BANCO DE FORRAJE (PARA CORTE)

Es de gran utilidad el establecimiento de bancos de forraje en lugares donde existe una alta densidad de población y mercados cercanos para los productos del ganado. Los bancos de forraje pueden mejorar la calidad y disponibilidad de forraje, sobre todo a fines de la estación seca o a comienzos de la estación húmeda. Además estos bancos restablecen / mejoran el contenido de material orgánico y los nutrientes del suelo.

El crear estos bancos de árboles facilitará la obtención de madera para cercos. Los cultivos puros (bloques, fajas, líneas) de árboles (principalmente forraje de hojas) se pueden plantar

cerca de los corrales del ganado, en los jardines del predio, en tierras arables y tierras de pastoreo y a lo largo de los cursos de agua y alrededor de los márgenes de regadío.

El sistema agrícola apropiado para los bancos de forraje es en pequeños predios, donde hay un intensivo de la tierra, un sistema alimenticio de corral y una alta cantidad de mano de obra por animal.

4.4 BANCOS DE FORRAJE (PARA PASTOREO)

Los bancos de forraje para pastoreo por lo general se ubican en las áreas de pastoreo. Pueden estar en cerros (especialmente especies de vainas) en tierras elevadas a lo largo de los cursos de agua.

Los bancos de forraje para el pastoreo mejoran la existencia y calidad del forraje en zonas cuya densidad de población es baja a media, y mejorarán / restaurarán los nutrientes del suelo y el nivel de materia orgánica.

Una combinación de árboles (vainas y hojas) y pastos (cercados) se pueden plantar en bloques.

Las especies de vainas y las especies foliares deberían plantarse a lo largo de los cercos. Los árboles aislados necesitan ser protegidos por espinas. Las especies proporcionarán un complemento alimenticio para el ganado durante las lluvias.

Las especies seleccionadas se deben adaptar al suelo y clima local y además de tener otros atributos como la palatabilidad, alto contenido proteico, facilidad de establecimiento al sembrar semillas o trasplantar directamente. Los árboles de vainas para los cerros y tierras elevadas se siembran desde agosto hasta diciembre. Las variedades que se siembran por si solas en los lugares de riego deberán tolerar hasta seis meses de anegamiento.

4.5 MEJORAMIENTO DE FRUTALES

En el huerto y el área del predio es útil añadir árboles frutales. Los árboles aislados, plantados cerca del hogar, permitirán la protección de los animales. Los árboles frutales también se pueden plantar para crear límites alrededor del predio. Esto mejorará la nutrición, producirán frutas para la venta y proporcionará sombra y leña.

El uso está limitado por la disponibilidad de las variedades de frutas. Se necesita ajustar a la extensión de tierra disponible las variedades y el manejo, por ejemplo, propagación, injerto, plantación, aplicación de mulch, riego y el control de malezas, plagas y enfermedades.

4.6 BORDES/CERCOS VIVOS

Los bordes y cercos vivos son útiles en áreas con una densidad de población de alta

a media y donde los animales deambulan libremente en el sector. Los cercos vivos o bordes proporcionan una alternativa a las rejas construidas puesto que:

- Demarcan los límites; por ejemplo entre/alrededor de escuelas, predios y campos (en especial prados de sistemas de pastoreo)
- Protegen de la devastación causada por el ganado que pastorea libremente, por ejemplo tierras de cultivo, huertos, semilleros, bosquetes forestales, embalses, bancos de proteínas (sistemas de pastoreo), huertos de verduras y casas.



Además. Los cercos pueden ofrecer beneficios secundarios, tales como la reducción de la influencia adversa del viento y proporcionan no solo material orgánico a suelos adyacentes, sino también diversos productos a las comunidades locales (leña, palos, frutas, fibra, medicina, etc.).

El sistema agrícola apropiado para los cercos vivos es el predio pequeño o medio con un cultivo permanente.

4.7 CULTIVO INTERCALADO O COMBINADO

El cultivo intercalado o combinado es más útil en suelos pobres o que se agotan fácilmente, en tierras planas o con poca pendiente y en áreas con una densidad de población media.

Este sistema servirá para restaurar/mejorar los nutrientes del suelo y para aumentar la materia orgánica.

Aquí el sistema agrícola apropiado es un cultivo permanente, predios de tamaño pequeño a medio por unidad de tierra y que no críen animales (cuando hay una alta densidad arbórea).



Un sistema agroforestal con leguminosas, banano y cacao en Suapi.
Sapecho La Paz Bolivia

4.8 PLANTACIÓN DE ÁRBOLES DOMÉSTICOS/INDUSTRIALES EN ESTRATOS MÚLTIPLES

El cultivo de árboles en estratos múltiples se adapta mejor a los huertos familiares y al estrato más alto de árboles productivos en cercos o plantaciones. La plantación de multiestratos es apropiada en áreas donde existe una alta densidad poblacional y donde existe un régimen de lluvias considerable. Aportará recursos para los productos de los árboles, algunos de las cuales abastecerán las necesidades de la familia.

Esto también puede reducir los gastos de dinero y puede aumentar el ingreso de este. Los sistemas cultivo de árboles en estratos múltiples son apropiados para los sistemas agrícolas pequeños con un alto requerimiento de mano de obra por área.

4.9 PLANTACIÓN DE ÁRBOLES ALREDEDOR DE CANALES DE RIEGO Y EMBALSES

Plantar árboles alrededor de canales de riego y embalses es apropiado donde existe una densidad alta de población o hay una gran cantidad de animales. El plantar árboles reducirá el daño causado a los canales de riego y embalses para el ganado. Proporcionará además, materiales para los productos de madera que se consumen en el hogar o se venden. Los árboles se pueden plantar en franjas o bosquetes. Una combinación de árboles con pasto también ayuda. La plantación también se puede separar y combinar con especies de estratos múltiples.

El sistema agrícola apropiado es un predio pequeño o mediano con un cultivo permanente.

4.10 DESMALEZADO SELECTIVO

Donde existen grandes áreas de bosque nativo con bosques madereros, el desmalezado selectivo es útil. También es particularmente útil en áreas descongestionadas donde exista una baja densidad de población. El desmalezado selectivo conservará la vegetación nativa funcional, la biodiversidad y ayudará a asegurar el abastecimiento futuro de productos del bosque y germoplasma. En este sistema los árboles seleccionados se dejan en las tierras de cultivo. Las líneas de árboles y arbustos se dejan alrededor de tierras recién abiertas, entre campos y a lo largo de caminos, huellas y cursos de agua. El sistema agrícola apropiado son los predios medianos y grandes con un bajo requerimiento de mano de obra por área.

4.11 PLANTACIONES DE BOSQUETES PARA LEÑA Y POSTES

La plantación de bosquetes para leña y postes es apropiado para áreas deforestadas y para todas las zonas con un mercado para postes y leña. Dichos bosquetes son para producir leña, postes para satisfacer las necesidades de la industria familiar. También proporcionar dinero para la familia.

Los bosquetes deben cercarse. Se recomienda poner “cercos vivos”, donde sea posible, dentro del área de protección que ofrecen los postes.

Se recomienda además, utilizar rompe fuegos. El sistema agrícola apropiado es el predio de mediano a grande con un requerimiento de mano de obra de bajo a medio por área unitaria.

El sistema también apropiado para los predios de tabaco (para la construcción de establos y para curación) y en las pequeñas industrias, por ejemplo albañilería y pequeñas minas.

5. OTROS ELEMENTOS ESENCIALES A CONSIDERAR EN UN SISTEMA AGROFORESTAL

5.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES Y USOS

En cada contexto productivo es importante identificar las diferentes especies forestales, los cultivos y sus diferentes usos que puede tener una diversidad de utilidades de importancia.

Las especies que se implanten en un sistema agroforestal principalmente deben ser de origen nativo, es necesario priorizar las especies nativas debido a que están adaptadas a las condiciones de suelo, clima y requerimiento de agua; constituyéndose en una ventaja

a las especies exóticas que pueden emplearse como segunda opción por que muchas de ellas muestran amplia adaptabilidad y tienen amplios beneficios y utilidades. Es necesario considerar en el diseño de un sistema agroforestal el uso tanto de especies nativas e introducidas, con el propósito de que el sistema se beneficie y tenga un funcionamiento holístico y sinérgico que tenga como meta la optimización en pleno del sistema implantado.

Los árboles y arbustos y en general todas las plantas son muy importantes para la vida de la humanidad y de los animales; a través de la vegetación se puede obtener una diversidad de productos útiles y beneficios entre los que podemos citar:

- Son especies que conservan y protegen los suelos de la erosión por efecto de la lluvia y el viento.
- Con la vegetación especialmente las especies arbóreas protegen las cuencas hidrográficas, especialmente en las partes altas y orillas de los ríos, evitando que la fuerte corriente arrastren los suelos y provoquen inundaciones.
- La vegetación protege y mejora el clima, eliminan oxígeno que es aprovechado por los animales y la humanidad, ayudan a las plantas a purificar el aire.
- Es hábitat para los diferentes organismos, protegiendo la biodiversidad tanto de animales como plantas, donde encuentran alimentos, agua y el refugio para su sobrevivencia.
- Se puede utilizar una diversidad de plantas para asegurar la producción de alimentos que asegure la nutrición familiar y los excedentes se pueden comercializar para generar ingresos que fortalezcan la economía familiar.
- Se puede aprovechar muchas especies forrajeras para provisión de alimento para la cría de ganado mayor y menor.
- Muchas especies son fuente de medicinas naturales, obtenidas de los árboles, arbustos, y otras plantas silvestres que están al alcance de los productores.
- Muchas especies son muy utilizadas como leña, combustible muy utilizado en áreas rurales para diferentes actividades como la preparación de alimentos, artesanía y otras necesidades cotidianas. De igual manera se utiliza como combustible el carbón vegetal proveniente de las podas y raleo del bosque.
- Otro beneficio muy importante, es el aprovechamiento de las especies forestales para la obtención de madera que se puede permitir ingresos y/o destinarlo a la confección de muebles, materia prima para la industria y artesanía.

Como indicamos las especies utilizadas deben tener beneficios, adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas; es decir se deben seleccionar especies vegetales adaptadas al contexto del sistema Agroforestal, esta selección requiere de conocimientos, investigación

permanente interacción entre productores y técnicos de diferentes instituciones que promueven el desarrollo rural sostenible.

Entre las especies forestales que podemos considerar están las siguientes:

Cuadro de Especies forestales y arbustivas en un Sistema agroforestal

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USO	ECO REGIÓN
Sauco	Sambucus peruviana	Medicinal, cercos vivos, leña.	Sierra o altiplano y Yungas
Algarrobo	Prosopis sp.	Madera, cortinas rompe vientos.	Valles secos y altiplano semihúmedo
Acacia mimosa	Acacia retinoides	Sombra, ornamental, madera, mejoradora de suelos, madera.	Templada y sierra
Aromo, acacia francesa, mimosa	Acacia dealbata	Sombra, ornamental, madera.	Templada y sierra
Acacia negra	Acacia melanoxylon	Ornamental, sombra, mejoradora de suelos, madera y leña.	Templada y sierra
Álamo balsamero	Populus balsamifera	Ornamental, sombra, madera y leña, cortinas rompevientos, sombra.	Templada y sierra
Álamo blanco	Populus alba	Madera, ornamental y sombra, cortinas rompevientos.	Templada y altiplano
Albizia	Albizia lophanta	Madera, mejoradora de suelos, ornamental.	Templada y altiplano o sierra
Araucaria	Araucaria excelsa	Sombra, ornamental, madera.	Templada, ceja de Yungas, Yungas.
Arce	Acer negundo	Ornamental, madera	Templada y altiplano
Casuarina	Casuarina cunninghiana	Madera, leña, ornamental, leña, cortinas rompevientos, protector de cuencas.	Templada y altiplano.
Ceibo	Erythrina falcata	Sombra, madera, ornamental.	Zonas húmedas, tropicales y subtropical
Ciprés	Cupressus macrocarpa	Protectora, ornamental, madera, medicinal, cortinas rompevientos.	Templada y templado fría (transición)
Eucalipto	Eucalyptus globulus	Madera, sombra, medicinal, cerco.	Templada y sierra o altiplano semihúmedo.
Fresno	Fraxinus americana	Ornamental, madera, cestería.	Templada y Ceja de Yungas
Sauce llorón	Salix babylonica	Madera, cestería, ornamental, forraje, conservador de suelos.	Templada y altiplano
Gomero	Ficus elástica	Ornamental, cerco	Trópico y subtrópico

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USO	ECO REGIÓN
Grevilla	<i>Grevilla robusta</i>	Madera, ornamental, leña, cortinas rompevientos.	Valles y altiplano semihúmedo
Tarco o jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Ornamental, madera.	Templada y semitrópico
Kishuara, kolli	<i>Buddleja coriacea</i>	Leña, cerco, medicinal.	Templada y altiplano
Queñua, kewiña	<i>Polylepis besseri, incana</i>	Leña, ornamental, madera, medicinal, conservación de suelos.	Templada y altiplano
Molle	<i>Schimus molle</i>	Leña, sombra, medicinal, forrajera, cortinas rompevientos.	Valle seco y altiplano semihúmedo
Níspero	<i>Eriobotrya japonia</i>	Fruto, madera, semisombra, ornamental.	Valle y Yungas.
Olmo	<i>Ulmus campestris</i>	Sombra, ornamental, madera, cercos vivos, forrajera.	Valles, semivalles y altiplano
Paraíso	<i>Melia spp</i>	Ornamental, madera, leña, bioplaguicida.	Valle y altiplano
Pino	<i>Pinus patula</i>	Ornamental, madera, pulpa de papel, cerco.	Valles, semivalles
Palmera	<i>Phoenix canariensis</i>	Ornamental, fruto, artesanía y cobertura.	Trópico, semitrópico
Pino	<i>Pino radiata</i>	Ornamental, madera, rompevientos, protector de cuencas.	Valle, valle semihúmedo
Platanillo	<i>Platanus acerifolia</i>	Ornamental, leña, madera.	Valle, valle semihúmedo, Yungas
Manzano	<i>Malus sylvestris</i>	Fruto, ornamental.	Templada
Palo Román, mara macho, cedro macho	<i>Tapirina guianensis</i>	Rompevientos, madera de calidad para carpintería.	Tropical y subtropical
Palo Yugo, Serebo colorado	<i>Strynodendron pupurneum</i>	Madera dura de calidad para cajonerías y carpintería	Tropical y subtropical
Churqui	<i>Churqui sp</i>	Madera, leña, cercos vivos, cortinas rompevientos.	Valle y Chaco seco
Tipa	<i>Tipuana tipo</i>	Medicinal, forraje, cerco vivo.	Valles, Chaco y altiplano
Thola	<i>Parastrephia sp</i>	Medicinal, forrajera, leña, conservación de suelos.	Sierra y altiplano
Chillca	<i>Baccharis rubricautis</i>	Medicinal, cerco vivo, leña, madera.	Altiplano y valles
Sehuenca	<i>Cortaderia quila</i>	Defensa de orillas de ríos, leña.	Valle y altiplano

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USO	ECO REGIÓN
Mara de valle	Spendias sp	Leña, madera, forraje, cortina rompevientos.	Valle y altiplano semihúmedo
Mara	Swietenia macrophylla	Madera, leña, carpintería, tallado.	Trópico y subtropical
Cedro	Cedrela sp	Madera, leña, carpintería, tallados, cajonería.	Trópico y subtropical
Roble	Amburana cearensis	Madera, muebles, medicinal.	Trópico y subtropical
Laurel	Cordia alliodora	Madera, construcción, carpintería, postes.	Trópico y subtropical
Alfalfa Arbórea Tagasaste	Chamaecytisus proliferus ssp. palmensis	Forrajera, leña, cerco vivo.	Valle y altiplano semihúmedo

Fuente: Elaboración propia en base del documento técnico "Conservemos nuestro medio ambiente-Prácticas agroforestales (1994)"

5.2 IDENTIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DEL ÁREA DE SIEMBRA Y PLANTACIÓN

Para identificar el área de establecimiento de las especies vegetales (forestales, agrícolas, forrajeras, etc.) se debe realizar diferentes actividades:

Identificar las propiedades físicas del suelo:

- Textura
- Estructura
- Densidad del suelo
- Grado de consistencia del suelo
- Profundidad
- Drenaje e infiltración

Identificar las Propiedades químicas del suelo:

- Grado de acidez y alcalinidad
- Conductividad del suelo
- Capacidad de intercambio de iones (cationes y aniones)
- Balance equilibrado del Contenido de nutrientes

Identificar las propiedades biológicas del suelo:

- Contenido de materia orgánica
- Capacidad de sustento de vida (flora y fauna)
- Procesos de mineralización de la materia orgánica

Estos elementos son centrales porque de la interacción de estos tres componentes depende la productividad de los suelos, mucho más si la filosofía es implementar sistemas agroforestales, primero con visión de producción orgánica y posteriormente de establecer un sistema productivo ecológico que no requiera de insumos externos, sino que el sistema autogenera sus propios insumos.

También será necesario conocer las características de desarrollo de las especies que se pretende implementar en el sistema agroforestal, es decir los requerimientos que debe reunir, por ejemplo el sistema de reproducción por semilla o vegetativo (estacas, estolones, hijuelos, rizomas); el sistema de plantación, épocas de siembra y plantación.

5.3 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL

El diseño de un sistema agroforestal debe tener la concepción de sostenibilidad, es decir que luego de implantado el sistema, él mismo debe mantenerse y conservarse de manera integral, con una concepción holística donde las especies implantadas requieren de labores de manejo que están en función individual a sus requerimientos pero articulado con las otras especies vegetales.

De igual manera cada especie requiere de diferentes labores culturales que se deben realizar por especie, por ejemplo en las especies forestales se deben realizar diferentes actividades silviculturales como el raleo, las diferentes podas, limpieza e incorporación de materia orgánica, riego, control de plagas y enfermedades, cosecha de semillas, entre otras. De igual manera las especies forrajeras deben disponer de diferente manejo y labores culturales como siembra, riego, corte, henificado y otras. Las especies anuales que preferentemente deben establecerse en cultivos asociados tienen diferentes labores culturales, como siembra, raleo, riego, control de enfermedades y plagas, es mejor utilizar el control natural y mediante el manejo integrado de plagas (MIP) para evitar la contaminación y degradación de las bases productivas que se describirá más adelante.

En subtítulos anteriores se describe opciones de manejo y conservación que se aplican en un sistema agroforestal.

5.4 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

Extractado del Documento Manejo Ecológico de Sistemas de Producción de Altieri Miguel (1997)

Esta tendencia surgió en principios de los años 70, como respuesta a las preocupaciones acerca de los impactos negativos en el medio ambiente. Al proporcionar una alternativa a la estrategia de intervención unilateral con productos químicos; el MIP pretende cambiar la filosofía de la protección de los cultivos que requiere un conocimiento más profundo de la ecología de insectos y cultivos, basada en el uso de diversas tácticas y estrategias complementarias.

El MIP se define como una estrategia para el manejo de plagas en el contexto socioeconómico de los sistemas agrícolas, el medio ambiente asociado y la dinámica de la población de las diversas especies, utiliza métodos, técnicas apropiadas y compatibles para mantener las poblaciones de plagas por debajo del nivel de daño económico.

El MIP debería incorporar diversas y variadas tácticas para el control, apoyándose primero en los factores de control natural (por ejemplo: agentes patógenos, parásitos, predadores y clima) y en el manejo de estos factores, utilizando plaguicidas como último recurso.

Dicho manejo se basa en la dinámica de poblaciones de plagas, como la duración del estado inmaduro o el periodo reproductivo para sugerir una acción de control relacionada con la biología de la plaga. Otra parte importante del MIP comprende la determinación del umbral económico de daño y la abstención de controlar las plagas pasado este umbral.

El MIP debe orientarse a prevenir los brotes de éstas, mejorando la estabilidad de los sistemas, antes de tratar de sobrellevar los problemas de las plagas dañinas después que éstos aparecen enfatizando solo un enfoque curativo.

Actualmente el problema del manejo de plagas radica en el diseño de agroecosistemas que prevengan, repriman un complejo de plagas, mientras se obtiene una calidad y un rendimiento máximo y un daño ambiental mínimo. Dichos objetivos pueden ser conflictivos, especialmente cuando se hace demasiado hincapié en el rendimiento y calidad comercial.

Sin embargo, el conflicto se puede evitar cuando los sistemas MIP se coordinan con sistemas más amplios de uso de la tierra y agua, conservación de los recursos, protección ambiental y desarrollo socioeconómico.

Los sistemas MIP se deben diseñar para balancear las plagas y los organismos benéficos, basados en las consecuencias económicas, sociales y ecológicas que esto implique.

Es posible establecer un equilibrio de la fauna del cultivo, organizando la diversidad de la vegetación dentro y alrededor de los cultivos específicos. Al proporcionar el tipo adecuado de diversidad de cultivos a lo largo del año y al manipular el periodo de siembra, el tamaño de los campos y la composición de las especies en los márgenes de los campos de cultivo, se puede hacer que los hábitats y los recursos de alimento estén continuamente disponibles para las poblaciones benéficas y menos favorables para las plagas.

RECUERDE

“El mejor modelo para diseñar sistemas forestales es la modelación natural de un bosque, es simplemente imitar lo que ya está creado por manos divinas”.

José Villacorta

C *Ejercitación*

TRABAJO INDIVIDUAL

1. Elaboro un proyecto de implementación de un sistema agroforestal en base a lo aprendido en la fase de fundamentación científica, que me servirá de insumo o aporte personal para la fase de aplicación.

D *Aplicación*

TRABAJO EN EQUIPO

1. Nos organizamos en subgrupos de trabajo de 4 personas y elaboramos un proyecto, asignamos roles: relator secretario y controlador de tiempo:
 - a. El Docente nos distribuye un estudio de caso a cada equipo donde se describe las principales características de funcionamiento del sistema, el suelo, cultivos, animales, vegetación nativa, productos principales, además del componente socio productivo y otros elementos relevantes que nos sitúa en el “antes” y se plantea diseñar un Sistema Agroforestal que nos plantee un “después” que tenga características de integralidad, sostenibilidad, incremento de energía y optimización del sistema.
 - b. El relator realiza la lectura, nosotros anotamos y sintetizamos las ideas principales.
 - c. Con base a la sistematización planteamos posibles alternativas de implementación de un sistema Agroforestal determinado apropiado al contexto, identificando las especies nativas forestales y exóticas, los cultivos (anuales, perennes, forrajeros) y el tipo de ganadería en caso de existir la posibilidad de implementarlo.
 - d. Al realizar el diseño vamos identificando las ventajas y los beneficios de cada elemento y las contribuciones al enriquecimiento del sistema en energía, aporte de materia orgánica, conservación del agua, mejoramiento del microclima, y la mayor generación de productos en cantidad, calidad y diversidad.
 - e. Luego del análisis planteamos el diseño que consideramos más apropiado y que sea posible de implementarlo.

EN PLENARIA

2. El relator del grupo, plantea la propuesta del “estudio de caso” haciendo énfasis en “el antes” (sistema actual) y en “el después” (sistema agroforestal), las ventajas del

nuevo sistema, su real posibilidad de aplicación, sus ventajas y también las posibles limitaciones; respondemos a las preguntas.

CON EL DOCENTE

3. Extraemos y anotamos las conclusiones generales. Evaluamos de manera general la actividad para corregir los errores.

E Complementación

TRABAJO INDIVIDUAL

1. Reviso la experiencia "Presentación de Planes de Incorporación de la Forestación a predios ganaderos familiares." del Programa Ganadero - Dirección Forestal - MGAP de URUGUAY de 2008, que nos facilita el docente en formato digital (presentación en Power point)
 - a. Escribo un ensayo al docente y resalto los aspectos más relevantes del trabajo.

EVALUACIÓN

AUTOEVALUACIÓN

Valore cada ítem en una escala de 1 a 3 de acuerdo a lo que considere adecuado.

(Valor de la escala: 1 = Insatisfactorio 2 = Medianamente satisfactorio; 3 = Satisfactorio)

ITEM	ANTES			DESPUÉS		
	1	2	3	1	2	3
1. ¿Qué es diseño agroforestal?						
2. ¿Cuántas Clases y tipos de diseño agroforestal hay?						
3. ¿Qué elementos debo tomar en cuenta en un diseño Agroforestal?						
4. ¿Beneficios de un sistema agroforestal?						
5. ¿Tienes conocimiento de los diseños de sistemas agroforestales?						
6. ¿Puedes describir integralmente el funcionamiento de un sistema Agroforestal?						
TOTALES						

Nota dirigida al estudiante: Llene esta autovaloración antes de empezar el contenido de la lectura (EL ANTES) y vuelva a realizar la autovaloración después de haber realizado la lectura (EL DESPUÉS). Esta autovaloración es para usted, si en EL DESPUÉS no logra responder adecuadamente, entonces solicite apoyo al docente.

COEVALUACIÓN

A los equipos conformados en las diferentes actividades realizadas en el desarrollo de la unidad se asignará una hoja evaluativa que debe tener las siguientes partes:

Datos Generales		
Nº equipo	Componentes del Grupo	Nota <input type="text"/>
Tema:		<input type="text" value="100"/>
Fecha:		
1. ¿Qué aprendí el día de hoy?		
2. ¿Cómo me siento?		
3. ¿Qué sugerencias hay para el equipo de trabajo?		

Los miembros de cada grupo evaluarán al otro grupo. En la hoja de evaluación cada grupo debe valorar los ítems consignados y asignar una valoración entre una escala de 0 a 100%.

HETEROEVALUACIÓN

Aplicación de prueba objetiva oral, con preguntas previamente preparadas en bolillos del cual cada estudiante debe responder a 10 preguntas, cada una un tiempo máximo de tres minutos, las preguntas son referidas al Módulo y a todos los participantes.

GLOSARIO

- **ABIÓTICO:** Todos los factores no vivos, que determinan la existencia de un organismo. Los factores bióticos pueden ser materiales (suelo, agua, atmósfera) o energéticos (energía solar, viento, ruido). Los factores bióticos son los organismos vivos que comparten el medio ambiente, es decir los microorganismos, las plantas, los animales y el hombre.
- **ANTROPÓGENO:** Dícese de lo que es producido por la acción del hombre: p.e. de un medio biógeno o estación o grupo de estaciones cuyas características sean efecto de la intervención. UNESCO, 1989.
- **AMBIENTE O MEDIO AMBIENTE:** “Conjunto interactuante de sistemas naturales, construidos y socioculturales que se está modificando históricamente por la acción humana y que rige y condiciona todas las posibilidades de vida en la tierra, en especial la humana, al ser su hábitat y fuente de recursos”.

Medio Ambiente es todo aquello que rodea al ser humano y que comprende los elementos naturales, físicos como biológicos (biogeoestructura), los elementos artificiales (tecnoestructura), los elementos sociales (socioestructura) y las interrelaciones entre estos”.

- **APROVECHAMIENTO AMBIENTAL:** La utilización de los recursos naturales y el espacio, de manera tal que pueda obtenerse de ellos el mejor rendimiento posible y se evite su dilapidación, depredación y deterioro. SÁNCHEZ, V., 1989.
- **AGRICULTURA DE SUBSISTENCIA:** Producción de cultivos básicos destinados principalmente al consumo del agricultor y su familia.
- **APTITUD DE LA TIERRA:** Capacidad de producción de una unidad de tierra para un tipo de utilización definida.
- **BIODIVERSIDAD:** Variabilidad biológica de los organismos vivos dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- **BOSQUE:** Toda formación vegetal en la que predominan los árboles u otras especies leñosas, incluyéndose la fauna asociada a éstas.
- **BOSQUE DE GALERÍA:** Vegetación arbórea asociada a las márgenes de los ríos y arroyos y que ocurre frecuentemente en las sabanas.
- **BOSQUE DE PROTECCIÓN:** Bosque natural de dominio del Estado, destinado a la protección o conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica, ecosistemas y el medio ambiente.

- **BOSQUES NATURALES:** Bajo esta denominación se considera los bosques, producto de la naturaleza sin la intervención creativa de la acción humana. Estos abarcan en su totalidad las regiones planas de las formaciones del oriente boliviano, donde predominan las condiciones climáticas del trópico húmedo, abarcando los departamentos de Santa Cruz, Beni y Pando, Norte de La Paz, y Cochabamba.
- **CALIDAD DE VIDA:** La calidad de vida es un concepto central de la problemática del medio ambiente y del desarrollo sustentable. La calidad de vida representa algo más que un nivel de vida privada. Exige entre otros elementos, la máxima disponibilidad de la infraestructura social y pública para atenuar el beneficio del bien común y para mantener el medio ambiente sin mayor deterioro y contaminación. UNESCO, 1989.
- **COBERTURA VEGETAL:** Capa vegetal existente, constituido por los elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos.
- **COETANEIDAD Y REGULARIDAD:** Masa coetánea que tiene la misma edad, coetaneidad se refiere a la distribución de las edades del arbolado. Un perfil regular presenta poca variación en la altura, diámetro y en otros parámetros.
- **COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA:** La composición es la asociación de los géneros y de las especies en la masa forestal. La estructura abarca varios conceptos como la distribución espacial, el grado de uniformidad de la masa, la variación de los parámetros físicos del arbolado, la distribución de los mismos, como la altura, diámetro y la edad, el número de pisos existentes, el número de sujetos por piso.
- **CONSERVACIÓN:** La gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano, de tal suerte que produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras. IUCN, 1980.
- **CULTIVO PERENNE:** Cultivo cuyo ciclo vegetativo es mayor a 18 meses.
- **CHAQUEO:** Actividad de derribar parcial o totalmente los árboles de un bosque para establecer cultivos o pasturas para la unidad familiar, en pequeña escala.
- **DESARROLLO:** Una modalidad del desarrollo económico que postula la utilización de los recursos para la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones de la población, mediante la maximización de la eficiencia funcional de los ecosistemas en el largo plazo, empleando una gran tecnología adecuada a ese fin y la plena utilización de las potencialidades humanas, dentro de un esquema institucional que permita la participación de la población en las decisiones fundamentales "Sánchez, V., y SEJENOVICH, 1978.
- **DESARROLLO SOSTENIBLE:** Desarrollo que satisface las necesidades presentes de la humanidad sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. UICN, 1990.

El desarrollo sostenible es un proceso de mejoramiento económico y social que satisface las necesidades y los valores de todos los grupos interesados, manteniendo al mismo tiempo opciones futuras, conservando los recursos y la diversidad de la naturaleza. La sustentabilidad integra el punto de vista ecológico, social cultural y económico.

Las metas del desarrollo sostenible son dos:

- a) La supervivencia y bienestar del hombre
- b) La supervivencia y bienestar de todas las demás especies, sin la cual no hay garantías de sostenibilidad.

- **DESARROLLO SUSTENTABLE:** “Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

“Desarrollo sustentable es el mejoramiento de la capacidad para convertir un nivel constante de uso de los recursos físicos a fin de satisfacer cada vez y en mayor medida las necesidades humanas”.

- **DISEÑO SISTEMÁTICO:** Las ventajas supuestas son la mayor facilidad, sencillez y mejor distribución de las unidades demuestrales (distribución uniforme sobre el área de la población).

La principal desventaja es el no cumplimiento estricto con las asunciones básicas de la estadística (probabilidad) para la inferencia y el riesgo de que existan variaciones cíclicas en la población que pudieran coincidir con la periodicidad (los intervalos constantes) del muestreo sistemático.

- **DIVERSIDAD:** La diversidad biológica se refiere a la variedad y variabilidad de los organismos vivos y de los ecosistemas donde ellos ocurren. Puede ser evaluada, un poco artificialmente, por el número de diferentes ecosistemas y de especies existentes en un determinado lugar. MORALES C., 1990.
- **ECOSISTEMA:** Sistema abierto integrado por todos los organismos vivos y elementos no vivos de un sector ambiental definido en el tiempo y en el espacio, cuyas propiedades de funcionamiento y autorregulación están determinadas por las interacciones entre todos sus componentes. HURTUBIA, J. 1988.

Conjunto de plantas, animales y componentes no vivos de su entorno, entre los que existe interacción. ZONISIG, 1996.

Una unidad viva, animal o vegetal constituye una biosenosis (bioma= comunidad) ésta está asociada a todos los factores abióticos que constituyen el medio ambiente donde viven y cuyo conjunto constituye un biotipo. IICA, 2002

- **ECOLOGÍA:** La ecología es la parte de las ciencias naturales que se refiere al estudio

de las relaciones de los seres vivos entre ellos y con el medio ambiente en que viven. Los seres vivos forman comunidades y mantienen interrelaciones complejas entre sí. ODUM, E. P. 1972.

- **ESPECIE:** Unidad sistemática usada en biología, que se refiere a un grupo de individuos que poseen características comunes y pueden reproducirse entre sí. La especie está compuesta de poblaciones. MORALES. C., 1990.
- **EROSIÓN:** Desagregación, desprendimiento y arrastre de sólidos desde hielo, agua en ciertas regiones restringidas. GASTO 1981.

Desagregación, desprendimiento y arrastre de sólidos de la superficie terrestre por la acción de agua, viento, gravedad, hielo u otros agentes. ZONISIG, 1996.

- **ESTRUCTURA:** Proporciona información sobre la composición florística, distribución de los árboles y parámetros dasométricos que permitirán interpretar los elementos dinámicos y realizar un pronóstico del funcionamiento natural y desarrollo futuro del bosque.
- **EXTRACCIÓN Y RECOLECCIÓN:** La acción de obtener productos no maderables sin necesidad de destruir la fuente, manteniendo el equilibrio del ecosistema.
- **FAUNA:** Conjunto de especies animales terrestres, aéreas y acuáticas que habiten en determinados ambientes y territorios, su masa total, y la densidad absoluta y relativa dependen tanto de factores abióticos y bióticos. MORALES C., 1990.
- **FLORA:** Conjunto de las especies vegetales no cultivadas que viven en un lugar determinado. Incluye tantos árboles con arbustos, hiervas, pastos y otras especies vegetales. MORALES C., 1990.
- **FORMAS BIOLÓGICAS:** La forma biológica, (árbol, arbusto, liana, epífita, planta herbácea, etc...) es un carácter intrínseco de la especie vegetal, sin embargo el medio puede modificarla en cierta medida, o éstas se pueden adaptar funcionalmente al medio. IICA, 2002.
- **GANADERÍA EXTENSIVA:** Producción ganadera generalmente de baja a moderada carga animal, con poca a escasa inversión de capital y bajo nivel de manejo.
- **HÁBITAT:** Aquella parte del medio ambiente en la cual se establecen los intercambios inmediatos entre el hombre y los recursos que le son esenciales para cumplir con sus funciones vitales". Sánchez. V. y SEJENOVICH, 1978.

Lugar donde vive el organismo. Puede ser la corteza de un árbol, una playa arenosa, la sangre de un mamífero, un curso de agua dulce, una laguna, el intestino de un termes. Unidad ambiental de características definidas más o menos constantes". UNESCO. 1989.

- **MADERA VALIOSA:** Madera con valor de uso importante.
- **MANEJO FORESTAL:** Se entiende por manejo de un bosque como la administración económicamente rentable y técnicamente correcta para la producción de bienes y o servicios deseados en el tiempo y el espacio.
- **MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE:** Administración de las tierras forestales para lograr un flujo programado de productos deseados y servicios del bosque, manteniendo los valores inherentes y la productividad futura sin afectar negativamente el ambiente físico y social.
- **MANEJO DE RECURSOS NATURALES:** Conjunto de decisiones y acciones destinadas a la conservación y administración de elementos naturales de beneficio para el hombre, tendiente a maximizar su uso sostenible.
- **MANEJO EN EL CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES:** Son actividades programadas por el hombre como:
 - Aprovechamiento, raleo, cortes de mejoramiento
 - Eliminación de especies no deseables
 - Siembra de especies deseables
 - Manejo de plagas
- **MASA RODAL Y BOSQUE:** Una masa es un conjunto de árboles que tienen características uniformes es similar a rodal. Un bosque es un conjunto de masas o rodales forestales coetáneas, regulares o irregulares, docoetáneas o incoetáneas, irregulares por naturaleza.
- **NECESIDADES BÁSICAS:** Son el conjunto de factores que posibilitan la existencia continuada de la sociedad humana. Estos factores son la alimentación, la habitación, el empleo, el esparcimiento y el uso del ocio. Para lograr el desarrollo de estas necesidades básicas es imprescindible una distribución equitativa de los satisfactores. CRUZ CALVERDE y LICONA, 1982.
- **PLAN DE ORDENAMIENTO PREDIAL:** Instrumento que zonifica las tierras de un predio según sus distintas capacidades de uso o vocación.
- **PLAN OPERATIVO ANUAL FORESTAL:** Instrumento operativo que se prepara anualmente y en el que se establecen las actividades de aprovechamiento y silviculturales que se ejecutarán en el citado período, de acuerdo a lo establecido en el plan general de manejo.
- **PASTOREO ROTATIVO:** Acción de apacentar el ganado en una pastura por tiempo determinado, para luego pasarlo a otro campo de pastoreo. Permitiendo de esta manera la regeneración de la pastura y evitando la degradación de forraje, la aparición de malezas y la degradación de los suelos.

- **PASTURA ADAPTADA:** Especie de pastura que por procesos evolutivos (mutación y posterior selección del medio) adquiere las características necesarias para vivir y reproducirse en un ambiente natural.
- **PASTIZAL:** Comunidad vegetal en la cual las especies dominantes son gramíneas, aunque pueden incluir arbustos y árboles aislados.
- **PLAN DE MANEJO:** Instrumento técnico y administrativo para el uso y manejo sostenible de los recursos naturales y la gestión de las áreas protegidas.
- **PLAN DE MANEJO FORESTAL:** Instrumento de gestión forestal resultante de un proceso de planificación racional basado en la evaluación de las características y el potencial forestal del área a utilizarse, elaborado de acuerdo a las normas y prescripciones de protección y sostenibilidad y debidamente aprobado por la autoridad competente, que define los usos responsables del bosque, las actividades y prácticas aplicables para el rendimiento sostenible, la reposición o mejoramiento cualitativo y cuantitativo de los recursos y el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas. LEY FORESTAL, 1996.
- **PRESERVAR:** La manutención del estado natural original de determinados componentes ambientales, o de lo que reste de dicho estado, mediante la limitación de la intervención humana en ellos al nivel mínimo, compatible con la consecución de dicho objetivo. COMITÉ DE CIENCIAS AMBIENTALES, 1987.
- **PROCESOS ECOLÓGICOS:** Proceso natural permanente que contempla la estructura de comunidades, dinámica de poblaciones y funcionamiento de ecosistemas.
- **PRODUCTO FORESTAL MADERABLE:** Madera en tronca destinada a la transformación industrial a excepción de la leña y similares cuyo fin sea la elaboración de carbón.
- **PRODUCTO FORESTAL NO MADERABLE:** Producto derivado del bosque no incluido en la designación anterior, tal como la goma, castaña, cortezas, exudaciones, resinas.
- **PROTECCIÓN:** “La mantención del estado natural original de determinados componentes ambientales, o de lo que reste de dicho estado, mediante la limitación de la inversión humana en ellos al nivel mínimo, compatible con la consecución de dicho objetivo”.

“La utilización de la cobertura arbórea y del suelo en tierras y espacios destinados para tal fin y el conjunto de medidas que deben cumplirse, incluyendo, en su caso, la obligación de arborizar o promover la regeneración forestal natural”. LEY FORESTAL.1996

- **RECURSOS FORESTALES:** El conjunto de elementos actuales o potencialmente útiles de los bosques, convencionalmente denominados productos forestales maderables y no maderables. LEY FORESTAL; 1996.
- **RECURSO NATURAL:** Denominación que se aplica a la totalidad de las materias

primas y de los medios de producción aprovechables en la actividad económica del hombre. Sánchez, V. Y GUIZA, B., 1982.

- **RECURSO NATURAL RENOVABLE:** Recurso que puede regenerarse o reproducirse si no es explotado en exceso. Ejemplo: flora, suelos, agua, aire. MORALES C. 1990.

Recurso o materia prima que se agota a medida que se utiliza y cuyo tiempo de reposición es mucho más largo que el tiempo de utilización. MORALES C., 1990.

- **REFORESTACIÓN:** Reposición de vegetación arbórea que existió en un área determinada.
- **ROTACIÓN DE CULTIVOS:** Práctica agrícola de cultivar diferentes especies en sucesión regular, en un mismo sitio, para combatir mejor los insectos y enfermedades, contribuir a la recuperación de la fertilidad y a la contención de la degradación de los suelos.
- **SILVICULTURA:** Es el cultivo y el aprovechamiento racional del bosque, cultivar implica fomentar, cuidar y dirigir para obtener beneficios tanto en productos como en servicios, como la producción de maderas, leña, fauna silvestre, recreación, control hidrológico y valores escénicos. Cano (1988)
- **SISTEMAS AGROFORESTALES:** Combinación de cultivos con especies forestales, con fines de conservación de los recursos y sostenibilidad de la producción agrícola.
- **SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES:** Combinación de cultivos agrícolas, ganadería y especies forestales.

Es una forma de uso y manejo de los recursos naturales, en la cual especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas, pasturas en el mismo terreno de manera simultánea o en una secuencia temporal.

- **SOBREPASTOREO:** Excesivo uso de las pasturas por la sobrecarga animal, causando daños irreversibles a la vegetación y al suelo.
- **SUCESIÓN:** Es la división de una asociación correspondiente al estado actual de la vegetación natural o cultivada, incluyendo las etapas de sucesión natural que coloniza las áreas alteradas, sea por acción humana o fenómenos naturales equivalentes a las series de vegetación.
- **SUCESIÓN NATURAL:** Es el proceso que involucra el reemplazo ordenado de una comunidad por otra en un tiempo variable, el cual involucra un cambio en la composición florística, fisionómica y estructural de las comunidades, Budowski.
- **SUELO:** Es parte integral de todo ecosistema. Representa el fundamento o la base dentro y sobre el cual se han desarrollado todas las comunidades terrestres.

Al suelo le corresponde sólo una capa delgada de la litosfera, y en su formación, es decir, en la desintegración de los estratos superficiales de las rocas, influye no solo el clima, sino también las interacciones mutuas entre el mismo suelo y los seres vivos.

- **USO INTEGRAL Y EFICIENTE DEL BOSQUE:** El conjunto de normas de orden público que regulan la utilización sostenible y protección de los bosques y tierras forestales y el régimen legal de otorgamiento a los particulares, con clara determinación de sus derechos y obligaciones. LEY FORESTAL; 1996.
- **UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES Y TIERRAS FORESTALES:** El uso y aprovechamiento de cualquiera de sus elementos de manera que se garantice la conservación de su potencial productivo, estructura, funciones, diversidad biológica y procesos ecológicos a largo plazo. LEY FORESTAL, 1996.
- **USO SOSTENIBLE:** Utilización de los recursos naturales renovables de un modo e intensidad que no ocasione su disminución o alteración de la diversidad biológica a largo plazo, manteniendo la capacidad productiva y evolutiva de las especies y ecosistemas.
- **ZONA DE VIDA:** Combina en forma integral los factores bio-climáticos más importantes: calor, precipitación, evapo-transpiración, que se expresan en términos cuantitativos directamente relacionados con la vida orgánica y con los factores fisiográficos y edáficos con un criterio que permite una comparación a escala mundial.



BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERI A. Miguel. Requisitos y componentes técnicos de una propuesta Agroecológica andina: En módulo de I curso de Manejo Ecológico del Suelo. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo Rural. 1997. Lima - Perú.
- ALTIERI A. Miguel. 1997. Manejo Integrado de Plagas en documento Manejo Ecológico de Sistemas de Producción: Módulo II Diseño y Manejo de Agro Ecosistemas. Consorcio Latinoamericano Sobre Agroecología y Desarrollo Rural. 1997. Lima - Perú.
- CIPCA - PANDO. Manejo de Sistemas Agroforestales: Boletín Técnico. CIPCA. 2009. Cobija - Bolivia.
- CIPCA - LA PAZ. Implementación del cultivo de Cacao criollo en Sistemas Agroforestales. CIPCA. 2007. La Paz Bolivia.
- CLAESSEN; Sandra - QUIROGA María Soledad. 1994. Conservemos nuestro medio ambiente: Prácticas Forestales. CIEC-PL-480. La Paz Bolivia.
- EQUIPO PROGRAMA GANADERO. Presentación de Planes de incorporación de la Forestación a predios ganaderos familiares. Dirección Forestal - MGAP. 2008. Uruguay.
- FARREL John; ALTIERI Miguel. Sistemas Agroforestales: En Módulo de Diseño y Manejo de Agro ecosistemas de III Curso sobre Agroecología y Desarrollo Rural. CLADES. 1996. Lima - Perú.
- SALINAS C. José; PAZ B. Bernardo. Inventario Nacional de la oferta Tecnológica Agropecuaria y Agroforestal (Primera Aproximación). MAGDR-FAO-PNUD. 1999. La Paz - Bolivia.



UNIDAD 3

SERVICIO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Reconocer el servicio ambiental de los sistemas agroforestales en relación con recursos como el agua, el suelo, el CO₂ y los sistemas agrosilvopastoriles.

COMPETENCIA ESPECÍFICA

- Mejora los ambientes asociados a los sistemas de producción ganadera mediante la implementación de sistemas silvopastoriles.

Los servicios ambientales de los sistemas agroforestales presentan enorme importancia entre ellas la conservación del suelo, retención del carbono, calidad del agua y conservación de la diversidad biológica adquieren cada vez mayor atención en los procesos de planificación e investigación, aunque una limitante notoria es que los beneficios no son de corto plazo, sino que se acumulan en el largo/mediano plazo para los agricultores y/o los beneficiarios.

En muchas zonas productivas del área rural, la introducción de especies arbóreas en zonas agrícolas también presenta muchas desventajas desde el punto de vista del agricultor, no siendo menor la competencia entre los cultivos existentes y los pastos. Se requieren mecanismos para recompensar a los agricultores por todos los productos y servicios que pueden proveer para alentar el uso de los sistemas agroforestales.

Aunque se conocen los beneficios de los sistemas agroforestales es necesario realizar mayor investigación en los servicios medioambientales, además establecer las transacciones potenciales de los diferentes servicios involucrados sobre todo para beneficiar directamente a los agricultores que suministran estos servicios. Como las mujeres y los niños son a menudo los principales beneficiarios de los productos de los sistemas agroforestales tradicionales (por ejemplo, complementos alimentarios, fibras, medicamentos) también se necesita evaluar las posibles repercusiones negativas por la intensificación de la utilización de especies particulares de árboles (por ejemplo, producción de madera para construcción). También se necesita establecer elementos sólidos para validar y demostrar a los diferentes niveles de nuestras sociedades las repercusiones positivas de los Sistemas agroforestales en la sostenibilidad ecológica a largo plazo de estos sistemas de múltiples funciones de producción agrícola y pecuaria.

En la presente unidad se pretende describir los servicios ambientales de un sistema agroforestal, la importancia en el aprovechamiento racional, los beneficios que brinda al ecosistema y los organismos que tienen como hábitat incluyendo a los productores y sus familias, aprovechando los recursos de forma integral buscando una optimización y racionalidad para la conservación de los sistemas agroforestales.

TRABAJO GRUPAL

1. Nos organizamos en subgrupos de trabajo de cuatro compañeros y respondemos a las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué entienden por un servicio ambiental?
 - b. ¿Cómo definen un servicio ambiental de un sistema agroforestal?

- c. ¿Cuáles son los principales servicios ambientales de un sistema agroforestal?
 - d. ¿Conocen de alguna experiencia local que aproveche los servicios de un sistema agroforestal?
2. Con el grupo analizamos cada una de las respuestas, respondiendo en consenso. Elaboramos en un papelógrafo una matriz de pregunta - respuesta para dar a conocer el trabajo realizado por nuestro grupo.
 3. Elegimos al relator con el propósito de que se encargue de socializar las respuestas y las conclusiones del trabajo en la plenaria general.

EN PLENARIA

4. Contestamos las preguntas, fundamentando cada respuesta, donde participa todo el grupo en el espacio de preguntas realizadas por los compañeros de los otros grupos en base a la siguiente matriz:

PREGUNTA	RESPUESTA	CONCLUSIONES GENERALES DEL GRUPO
1. ¿Qué entienden por un servicio ambiental?		
2. ¿Cómo definen un servicio ambiental de un sistema agroforestal?		
3. ¿Cuáles son los principales servicios ambientales de un sistema agroforestal?		
4. ¿Conocen de alguna experiencia local que aproveche los servicios de un sistema agroforestal?		

5. De igual manera los miembros de otros grupos explican el trabajo realizado; luego con la guía del Docente y la participación general de todos los estudiantes, llegamos a consensuar las respuestas y establecemos las lecciones aprendidas:

¿QUÉ CONOCÍAMOS?	¿QUÉ APRENDIMOS?	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

B *Fundamentación Científica*

TRABAJO EN EQUIPO

1. Nos organizamos en grupos y nombramos un secretario, y relator al que solicitamos realice la lectura del documento que nos facilita el Docente. Cada uno de nosotros, toma apuntes sintéticos extrayendo los conceptos principales, en caso necesario acudimos al Docente para aclarar dudas.
2. El Docente nos recomienda que la lectura sea como siempre activa, cooperativa y participativa y que rescatemos las ideas y conceptos principales, cada uno de nosotros debe tener su propio resumen.
3. Nuestro Docente cumple el rol de guía y facilitador, se acerca a cada grupo de trabajo escucha, amplía conceptos, da ejemplos ejemplificado y aclara dudas conforme desarrollamos la lectura

4. Concluida la lectura se organizan los estudiantes de acuerdo a los roles; (Roles: ayudante de mesa, controlador de tiempo y relator).
5. El relator de grupo; socializa el trabajo realizado; el docente estará atento para resolver alguna inquietud presentada.
6. Es necesario que cada estudiante cuente con sus respectivos apuntes, para poder realimentar las temáticas necesarias.

LECTURA RECOPIADA: LOS SERVICIOS AGROFORESTALES

“Los sistemas agroforestales, aparte de constituirse en alternativas productivas, presentan diferentes servicios ambientales que benefician en general a toda la biocenosis (flora y fauna) incluyendo los seres humanos, y la conservación del Biotopo que son los medios físicos de un ecosistema que permiten los recursos necesarios para la sobrevivencia de los organismo”.
Villacorta José.

INTRODUCCIÓN

El presente documento es una recopilación de información que tiene como base el Documento “Funciones de servicio de los sistemas de Agroforestería” (J. Beer, C.A. Harvey, M. Ibrahim, J.M. Harmand, E. Somarriba y F. Jiménez.) y otros documentos complementarios que se seleccionaron en función a los propósitos y contenidos de la Unidad.

1. DEFINICIONES DE SERVICIO AMBIENTAL

El **servicio ambiental** se designa a cada una de las utilidades que la naturaleza proporciona a la humanidad en su conjunto, o a una población local, desde un punto de vista económico. El término fue introducido por Robert Costanza y sus colaboradores en trabajos orientados a valorar el medio natural en un lenguaje compatible con el de la Economía estándar, que rechaza hablar de valor si no es en términos estrictamente monetarios y relativos a transacciones.

Existen diversos ejemplos de servicios ambientales entre los más importantes se indican los siguientes:

- El control del ciclo del agua: Los ecosistemas de calidad reducen la escorrentía en favor de la infiltración y filtran el agua, favoreciendo un suministro más regular a la población.
- Autodepuración de los ríos y arroyos: Toda corriente de agua tiene un potencial propio de autodepuración, que es función del caudal de la corriente de agua y del grado de turbulencia de la misma necesaria para oxigenar las sustancias orgánicas presentes en el agua.
- Control de plagas: Los monocultivos extensos y continuos reducen los costos de explotación en cuanto a maquinaria, mano de obra y otros factores ligados a economías de escala, pero hacen los cultivos más sensibles a la extensión de plagas, exigiendo inversiones importantes en pesticidas, que a su vez degradan los suelos y contaminan los acuíferos. La alternancia espacial y temporal de cultivos distintos, así como la conservación de hábitats para la fauna silvestre, reduce la probabilidad de brotes de plagas y, sobre todo, su propagación.
- Sumidero de CO₂: El CO₂ es la sustancia gaseosa que mayor influencia presenta en el balance térmico de la atmósfera y el clima del planeta. El principal sumidero de CO₂ es la producción fotosintética de biomasa vegetal. Este es sólo un ejemplo de servicios imprescindibles que afectan a la globalidad del sistema y que dependen de decisiones particulares y locales que nunca son tenidas en cuenta en la contabilidad económica.

Los servicios ambientales son directamente dependientes del funcionamiento “saludable” de los ecosistemas y de la biodiversidad que éstos contienen, cuando los ecosistemas se degradan, de igual manera se degradan los servicios que prestan.

Villalobos (2007) recalca que desde el punto de vista económico los servicios ambientales son externalidades positivas generadas por actividades de producción agrícola y forestal sustentable y/o la protección y conservación de la biodiversidad y los recursos naturales.

2. LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS SISTEMAS FORESTALES

Según el CATIE, “se entiende como servicios ambientales los que brindan los bosques, otros ecosistemas naturales y las plantaciones forestales, que inciden directamente en la protección y mejoramiento del ambiente y calidad de vida.”

El estudio formal y la promoción de los sistemas agroforestales (SAF), un método de ordenación de la tierra utilizado desde tiempos inmemoriales tanto en el mundo “viejo” como “nuevo” (ver referencias a los antiguos griegos y otros autores en Robinson, 1985) comenzaron a fines de la década de los años 70 (De las Salas, 1979; Steppier y Nair, 1987).

Inicialmente la atención se centraba en la descripción, las ventajas y desventajas posibles biológicas y socioeconómicas y en el inventario de los SAF tradicionales, principalmente en los trópicos (Budowski, 1982; Nair, 1989). Al final de la década de los 90, una mayor preocupación internacional acerca de los temas medioambientales condujo a nuevos tratados (por ejemplo, el Protocolo de Kyoto) y a prestar atención a las funciones del servicio medioambiental de usos alternativos de la tierra. Rápidamente se reconoció que los SAF presentan muchas ventajas con respecto a los monocultivos en términos de una creciente demanda por una agricultura multifuncional y que los SAF proveen importantes servicios ambientales. El pago de incentivos a los agricultores cuya utilización de la tierra protege los recursos naturales y, por tanto, provee un servicio a la comunidad local, nacional y mundial es una nueva opción que podría contribuir a la viabilidad financiera de las explotaciones agrícolas. Es importante la cuantificación y evaluación de las funciones de servicio de cultivos de árboles y/o sistemas de producción árbol/animal. Las principales funciones de servicio de los SAF son la conservación del suelo, la conservación de la calidad del agua, la retención de carbono (cambios climáticos) y la conservación de la diversidad biológica.

2.1 CONSERVACIÓN DEL SUELO, LA FERTILIDAD, LA EROSIÓN A PARTIR DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Los conceptos de mejora de suelo por medio de los árboles en los SAF han sido estudiados por Young (1989) y por Buresh y Tian (1998). La mejora del suelo en los SAF está vinculada al crecimiento de árboles que fijen el nitrógeno o árboles y arbustos de raíces profundas que aumenten la disponibilidad de nitrógeno por medio de la fijación biológica, el reciclado de nutrientes de la planta desde la profundidad (especialmente en zonas secas) y la formación de materia orgánica para el suelo (Beer, 1988; Rao *et al.*, 1998).



La investigación formal de los SAF inicialmente se centró en los modos de mantener la fertilidad del suelo en los sistemas de recolección anual utilizando especies de arbustos leguminosos; por ejemplo, en parques SAF (Charreau y Vidal, 1965), en sistemas de cultivo en hileras (Kang y Reynolds, 1989) y en barbechos de árboles mejorados. Se ha realizado menos investigación en cultivos en hilera de los SAF de "barrera" (a lo largo del contorno de las pendientes), aunque la utilización de franjas de pasto y otras especies inusuales para atrapar sedimentos y nutrientes, escurrimientos lentos y aumento de infiltración. Aunque muchos de estos estudios de los SAF dieron resultados promisorios en el sitio o en los ensayos de investigadores en explotaciones agrícolas ordenadas, para los parámetros de productividad y fertilidad del suelo, la adopción de los sistemas de cultivos en hilera fue una desilusión por el complejo trabajo y el requisito de tierras; en algunos casos por la falta de productos de uso comercial o doméstico del componente árbol/arbusto y el largo tiempo requerido para mostrar cambios positivos (Carter, 1995).

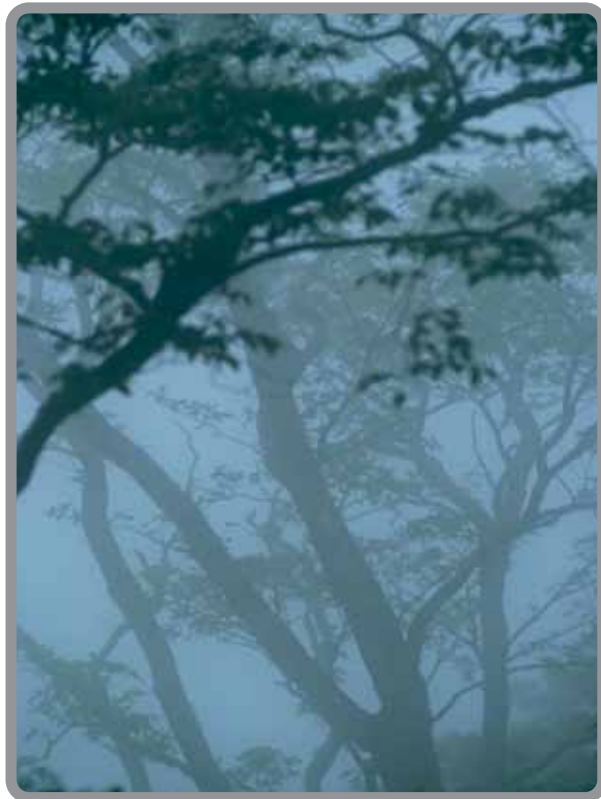
Los barbechos de árboles plantados son una solución potencial para la fertilidad declinante del suelo debido a los períodos acortados de barbecho en las zonas donde aún se practica la corta y quema (Anderson y Sinclair, 1993). La disponibilidad del nitrógeno, determinada por el nitrógeno del suelo inorgánico o mineralización por nitrógeno aeróbico a profundidad de 0 a 20 cm y los rendimientos de cultivos pueden ser significativamente más altos después de una rotación de árboles fijadores de nitrógeno que después del barbecho de otras especies de árboles o pastos (Harmand y Balle, 2001). En lo relativo a los barbechos herbáceos (leguminosos o no leguminosos), una mayor acumulación de material orgánico y almacenamiento de nutrientes en la biomasa, la densidad aumentada de raíces así como también la mayor extensión vertical de las raíces de los árboles ayudan a mantener las existencias de nutrientes reduciendo las pérdidas por filtración o tomando nutrientes de las capas profundas. Szott y Palm (1996) informaron que, en comparación con los barbechos herbáceos leguminosos, los barbechos de árboles leguminosos aumentaron en gran medida las existencias de fósforo, potasio, calcio y magnesio en la biomasa, hojarasca y cationes intercambiables y disponible (suelo; 0-45 cm). Estos autores sugirieron que los árboles leguminosos de crecimiento rápido pueden acelerar la reposición de las existencias de nitrógeno, fósforo y potasio en la capa de cultivo pero no pueden reponer completamente las existencias de calcio y magnesio.

Los beneficios de los árboles umbrosos de cultivo perenne (por ejemplo, café y cacao) incluyen erosión reducida del suelo por cuanto la hojarasca natural cae o los residuos de la poda cubren el suelo y reducen el impacto de las gotas de agua, mejoran la estructura del suelo, aumentan el contenido de nitrógeno del suelo y favorecen la retención de nutrientes (Beer *et al.*, 1998; Fassbender *et al.*, 1991).

Aunque los análisis económicos de todos los sistemas mencionados se hallan disponibles, no toman en cuenta todos los beneficios de corto y largo plazo por incluir a los árboles, tales como mejoras o mantenimiento de la fertilidad del suelo, ni el posible impacto de la rentabilidad de los incentivos por las funciones de servicios.

2.2 CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

El potencial de los SAF para ayudar a asegurar el aprovisionamiento de agua (cantidad y calidad) es la función de servicio menos estudiada. Los árboles en los SAF ejercen influencia sobre el ciclo del agua aumentando la lluvia y la interceptación de nubes (con posibles efectos negativos y positivos) la transpiración y retención del agua en el suelo, la reducción del escurrimiento y el aumento de la filtración. Por ejemplo, Bharati *et al.* (2002) informaron que la filtración en las zonas cultivadas con maíz y soja, o bajo pasturas, era cinco veces menos que bajo franjas ribereñas cultivadas con una variedad de especies de árboles y plantas, sugiriendo que éstas tenían un mucho más alto potencial para evitar que el escurrimiento de la superficie (con sustancias contaminantes) alcanzará los cursos de agua. Además, los árboles en los SAF pueden reciclar los nutrientes de un modo conservador evitando su pérdida por medio de la filtración del nutriente (Imbach *et al.*, 1989). Por ello, los SAF pueden reducir la contaminación del agua de suelo por los nitratos y otras sustancias perjudiciales al medio y a la salud humana. Como resultado del menor escurrimiento y filtración las micro cuencas hidrográficas con cubierta forestal o SAF que cubren un alto porcentaje de la superficie del suelo producen agua de alta calidad (Stadtmüller, 1994).



Una serie de estudios en Costa Rica ha ilustrado algunas de estas interacciones. Por ejemplo, la interceptación de la lluvia fue 16 y 7.5% en las plantaciones de café (*Coffea arábica*) asociadas con la *Erythrina poeppigiana* regularmente podada (555 árboles/ha)

o la *Cordia alliodora* no podada (135 árboles/ha), respectivamente (Jiménez, 1986). Las pérdidas de nitratos por filtrado fueron más altas de plantaciones sin sombra de café que de aquellas con árboles umbrosos en zonas donde los altos rendimientos de café se habían logrado por medio de grandes agregados de nitrógeno a partir de fertilizantes químicos (Babbar y Zak, 1995) probablemente por la más alta transpiración en los SAF (Ávila, 2003). En este país, la legislación reconoce los servicios medioambientales así como aquellos de tierras boscosas, pero, una vez más, se necesitan análisis económicos que tomen en cuenta los beneficios ambientales a mediano y largo plazo para determinar el verdadero valor de los SAF.

2.3 RETENCIÓN DEL CARBONO Y REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO A TRAVÉS DE SISTEMAS AGROFORESTALES.

Los SAF altamente productivos, incluso los sistemas silvopastoriles, pueden tener una importante función en la retención de carbono en los suelos y en la biomasa de madera (en superficie y subterránea). Por ejemplo, en América Latina, la ordenación tradicional del ganado involucra monocultivos de pastos que se degradan después de aproximadamente cinco años de establecimiento, liberando importantes cantidades de carbono a la atmósfera. Veldkamp (1994) estimó que la liberación acumulada neta de bióxido de carbono de pastos de baja productividad (*Axonopus compressus*) variaba de 31.5 (suelo Humitropept) a 60.5 Mg C/ha (Hapludand) en los primeros 20 años después del desbroce forestal. Los sistemas silvopastoriles bien ordenados pueden mejorar la productividad total (Bustamanate *et al.*, 1998; Bolívar *et al.*, 1999) mientras retienen carbono (López *et al.*, 1999); Andrade, 1999), un beneficio económico potencial adicional para los productores de ganado. El carbono total en los sistemas silvopastoriles varió entre 68 - 204 t/ha con la mayor parte del carbono almacenado en el suelo, mientras que los incrementos anuales de carbono variaron entre 1.8 a 5.2 t/ha.

La cantidad de carbono fijado en los sistemas silvopastoriles es afectada por las especies árbol/arbusto, la densidad y distribución espacial de los árboles y la tolerancia de sombra de las especies herbáceas (Nyberg y Hogberg, 1995); Jackson y Ash, 1998). En las pendientes de los Andes Ecuatorianos, el carbono total del suelo aumentó de 7.9% bajo la pastura abierta *Setaria sphacelata* a 11.4% bajo las bóvedas de la *Inga sp.*, pero no se observaron diferencias bajo la *Psidium guajava*. Los suelos bajo la *Inga* contenían un adicional de 20 kg C/ha en los 15 cm superiores comparado con la pastura abierta (Rhoades *et al.*, 1998)

Se han realizado pocos estudios para determinar el modo cómo los pagos por el carbono retenido afectarán el ingreso en la finca y los cambios en el uso de la tierra de los establecimientos ganaderos (Ruiz, 2002). Un análisis ex ante mostró que los agricultores pueden aumentar sus ingresos por más del 10% cuando el 20% de la pastura de monocultivo de pasto se transforma en sistemas silvopastoriles (por ejemplo, los bancos de forraje y los árboles dispersos en la pastura) y el bosque secundario. Este análisis económico, realizado en fincas ganaderas de doble propósito, sugirió que el ingreso

potencial en bruto generado por el carbono almacenado en los troncos de los árboles era de 253 dólares estadounidenses por año para finca de 70 ha (precio del carbono 7 dólares estadounidenses 7/t) (Pomareda, 1999). Los incentivos para que los agricultores adopten sistemas silvopastoriles que almacenen más carbono y eviten la degradación de los pastos se están desarrollando y verificando en países latinoamericanos como Colombia, pero se necesita mucho más trabajo para entender el potencial completo de este enfoque.

2.4 CONTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL MANTENIMIENTO Y ORDENACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.

Los SAF también pueden desempeñar una función importante en la conservación de la diversidad biológica dentro de los paisajes deforestados y fragmentados suministrando hábitats y recursos para las especies de animales y plantas, manteniendo la conexión del paisaje (y, de tal modo, facilitando el movimiento de animales, semillas y polen), haciendo las condiciones de vida del paisaje menos duras para los habitantes del bosque reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios, potencialmente disminuyendo los efectos colindantes sobre los fragmentos restantes y aportando zonas de amortiguación a las zonas protegidas (Schroth et al., En prensa). Los SAF no pueden proveer los mismos nichos y hábitats de los bosques originales y jamás deberían ser promovidos como una herramienta de conservación a expensas de la conservación natural del bosque. Sin embargo, sí ofrecen una importante herramienta complementaria para la conservación y deberían tomarse en cuenta en los esfuerzos para una conservación del paisaje amplio que proteja a los fragmentos forestales restantes y promueva el mantenimiento de la cubierta arbórea en las explotaciones agrícolas en las zonas que rodean las zonas protegidas o que las conectan, por ejemplo en el Corredor Biológico de Centroamérica.

El grado en el cual los SAF pueden servir a los esfuerzos de conservación depende de una variedad de factores, incluyendo el diseño y origen de los SAF (particularmente su diversidad florística y estructural), su permanencia en el paisaje, su ubicación relativa al hábitat natural restante y el grado de conexión dentro del hábitat, así como también su ordenación y uso, particularmente el descabezado, uso de herbicidas y pesticidas, aprovechamiento de los productos madereros y no madereros e incorporación de ganado, cabras, etc. En realidad, cuanto más diverso es el SAF, más baja es su intensidad de ordenación y más cercano se encuentra al hábitat intacto y mayor su habilidad para conservar las especies nativas de plantas y animales. Ciertos SAF que imitan estrechamente los ecosistemas naturales (por ejemplo, jardines de hogares, así como también SAF de café y cacao rústicos) provee una variedad de nichos y recursos que toleran una alta diversidad de plantas y animales, aunque usualmente menos que la de un bosque intacto (Perfecto et al., 1996; Rice y Greenberg, 2000). Sin embargo, aún los SAF con bajas densidades de árboles y baja diversidad de especies pueden ayudar a mantener la conexión biótica (Harvey et al., En prensa).

Igualmente importante es la actitud de la población local hacia la conservación de la diversidad biológica y los beneficios (productos, servicios) o pérdidas resultantes (daños al cultivo o depredaciones, pérdida de animales) que a su vez causan que los pobladores

favorezcan o desalienten las plantas y animales nativos. Cuando la intensidad de caza es alta, es improbable que las poblaciones de las especies de animales de caza dentro del SAF sean viables sin tomar en cuenta si existe un hábitat apropiado disponible.

Todavía perduran importantes cuestiones acerca de la viabilidad a largo plazo de las poblaciones de animales y plantas en los SAF y qué le sucederá a estas poblaciones si el paisaje circundante es objeto de continua deforestación. La mayoría de los estudios a la fecha han seguido o inventariado la diversidad biológica en los paisajes que aún retienen alguna cubierta forestal, se han centrado en la taxonomía y se han realizado en pequeñas escalas temporal y espacial. Se necesitan estudios de taxonomía múltiple, de escalas múltiples y a largo plazo antes de que se conozca el verdadero valor de los SAF para la conservación.

A pesar de estas limitaciones en nuestro conocimiento actual, ya existe suficiente evidencia de que los SAF ofrecen más esperanza para la conservación de las especies de plantas y animales que los cultivos de monocultivos que normalmente reemplazan. Este hallazgo ha guiado a interesantes nuevas iniciativas para usar SAF como herramientas para la conservación en paisajes ya deforestados y fragmentados. Muchas de estas iniciativas incluyen ya sea el pago directo a los agricultores por la conservación de la diversidad biológica (por ejemplo, el proyecto FMAM conducido por CATIE; pago por servicios medioambientales para SAF en Costa Rica) o la certificación de productos que derivan de estos SAF como amistosos para la diversidad biológica y la ecología (por ejemplo, el café amistoso para los pájaros) [Smithsonian Migratory Bird Center, 1999].

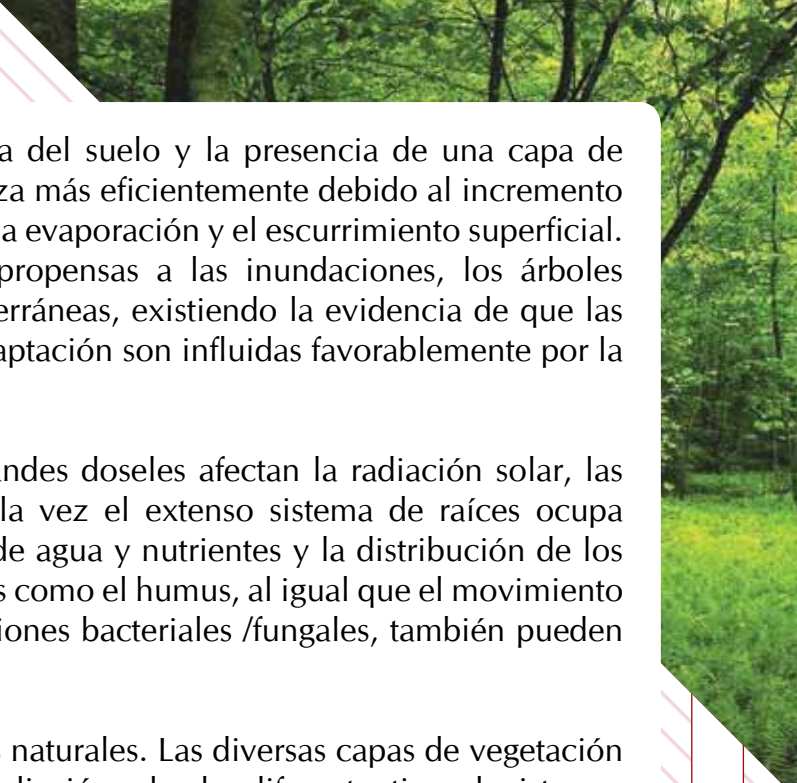
2.5 EFECTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA MACRO Y MICRO CLIMÁTICOS

Altieri (1997) indica que Los árboles moderan los cambios de temperatura, dando como resultado temperaturas máximas más bajas y mínimas más altas bajo los árboles, en comparación con áreas abiertas. La disminución de temperatura y la reducción de los movimientos de aire debido al dosel de los árboles reducen el promedio de evaporación del suelo y fuentes de agua.

También se puede encontrar mayor humedad relativa bajo los árboles en comparación con los sitios abiertos.

El mismo autor explica, que el equilibrio del agua de un micro sitio dado, está influido por las características funcionales y estructurales de los árboles. En distintos grados, dependiendo de la densidad de follaje, y las características de las hojas, la precipitación pasa a través de ellas hasta el suelo, se intercepta y se evapora o se redistribuye a la base del tronco por el propio flujo.

La humedad del aire también puede ser recogida por el follaje de los árboles y ser depositada como precipitación interna (niebla de goteo), constituyéndose en una significativa fuente potencial de agua en áreas neblinas húmedas.



Como resultado de una mejorada estructura del suelo y la presencia de una capa de hojarasca, el agua que llega al suelo se utiliza más eficientemente debido al incremento de la filtración y permeabilidad, reduciendo la evaporación y el escurrimiento superficial. En gran escala, particularmente en áreas propensas a las inundaciones, los árboles pueden reducir las descargas de aguas subterráneas, existiendo la evidencia de que las características hidrológicas de las áreas de captación son influidas favorablemente por la presencia de árboles.

El mismo Altieri (1997) indica que “los grandes doseles afectan la radiación solar, las precipitaciones y movimiento del aire,” a la vez el extenso sistema de raíces ocupa grandes volúmenes de suelo. La absorción de agua y nutrientes y la distribución de los nutrientes y la redistribución de los nutrientes como el humus, al igual que el movimiento irruptivo de las raíces y las posibles asociaciones bacteriales /fungales, también pueden alterar el ambiente de crecimiento.

Se hace un uso más eficiente de los recursos naturales. Las diversas capas de vegetación proporcionan una eficiente utilización de la radiación solar, los diferentes tipos de sistemas de raíces a distintas profundidades, hacen buen uso del suelo y las plantas agrícolas de corta duración pueden aprovechar de la capa superficial enriquecida como resultado del reciclaje mineral mediante las copas de los árboles.

2.6 ESPECIES INTRODUCIDAS VERSUS ESPECIES NATIVAS

Las especies nativas se consideran aquellas que se originan en el mismo lugar por lo tanto adquieren características de estar habituadas al contexto donde se han originado, es decir que están que genéticamente adaptadas a las características físico-químicas y biológicas del suelo, a las condiciones climáticas de temperatura, lluvias y otras variables físicas del suelo, esto les ha permitido tener condiciones de rusticidad, tolerancia a factores adversos, y una mayor sobrevivencia.

Las especies introducidas, también conocidas como exóticas son aquellas que no son originarias del lugar, sino que provienen de otros ecosistemas que tienen la posibilidad de adaptarse a un determinado ambiente; muchas de estas especies al incluirse pueden ser compatibles, pueden dar como resultado un mejoramiento acentuado en la fertilidad del suelo, la conservación del agua, la conservación de la biodiversidad, o en caso contrario pueden establecer elementos contrarios y antagónicos que puede ocasionar la reducción de las especies nativas del lugar ocasionando por ejemplo una excedida competencia por agua, luz y nutrientes.

Por lo general una especie nativa tiene mayor ventaja en su desarrollo respecto a las especies introducidas; sin embargo las especies introducidas cuando se adaptan a un determinado lugar, pueden lograr mayor desarrollo y proveer al sistema beneficios mayores como servicios y productos que en forma integral promueve una optimización del funcionamiento del sistema.

Pacheco (2007) enfatiza que los bosques nativos, especialmente aquellos bajo regímenes de conservación en áreas protegidas, contienen importantes bienes y servicios derivados de la diversidad biológica en su conjunto, y de la dinámica de los ecosistemas, en particular.

En los sistemas agroforestales se deben priorizar las especies nativas en relación a las especies introducidas por sus ventajas, pero no se debe dejar de lado especies introducidas que tengan características similares o tengan mejores aptitudes para brindar servicios y productos agroforestales.

RECUERDE

Los servicios ambientales de un sistema Agroforestal son numerosos que benefician a los organismos biológicos y los recursos naturales presentes en un determinado ecosistema.

C *Ejercitación*

TRABAJO INDIVIDUAL

1. Elabore un listado de servicios en tres tipos de sistemas agroforestales estableciendo similitudes y diferencias.

D *Aplicación*

TRABAJO EN EQUIPO

1. Nos organizamos en subgrupos de trabajo de 4 personas y nos distribuimos los roles de líder, relator y secretario.
2. En equipo en cada una de las tecnologías agroforestales identificamos cuales generan productos o servicios, diferenciando objetivamente y con su respectiva fundamentación en el siguiente cuadro matriz que nos facilita el Docente:

TECNOLOGÍAS AGROFORESTALES	PRODUCTOS						SERVICIOS					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	
Cercas vivas												
Árboles en linderos												
Barreras rompevientos												
Árboles en contornos o terrazas												
Franjas de vegetación en contorno												
Árboles en cultivos transitorios												
Árboles en pasturas												
Árboles en cultivos permanentes												
Bancos de proteína												
Cultivos en faja												
Huertos en plantación de frutales												
Lotes multipropósito												
Entomoforestería												
Sistema de chacras												
Barbecho o rastrojos												
Acuaforestería												
Huertos familiares												
Bancos de forraje												

A= productos

1. Madera
2. forraje
3. Frutas
4. Prod.alimenticios-animal
5. Prod. Alimenticios-vegetal
6. Produccion diversificada

B= servicios

1. Recuperación o conservación de suelos
2. Aumento de la productividad del cultivo asociado y/o del sistema
3. Regulación micro climática local
4. Regulación del agua
5. Conservación de la biodiversidad

3. En base a los datos del cuadro matriz seleccionamos la tecnología agroforestal e identificamos los productos o servicios y marcamos con una "X", previo análisis del grupo, debiendo fundamentar cada una de ellas.

EN PLENARIA

4. Nuevamente los grupos nos reunimos; nuestro relator y del líder del grupo, da a conocer el trabajo fundamentando cada una de las respuestas. Escuchamos las otras respuestas de los otros grupos.



CON EL DOCENTE

5. Realizamos una evaluación integral del trabajo, donde aclaramos y realizamos precisiones que nos brindan las diferentes tecnologías agroforestales.

E *Complementación*

TRABAJO INDIVIDUAL

1. Leo el artículo.
2. Reviso en Internet el siguiente link

<ftp://ftp.fao.org/docrep/nonfao/lead/x6349s/x6349s00.pdf>. Para descargar el documento: Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. Gabriela Ávila, Francisco Jiménez.

- a. Realizo la lectura del documento para reforzar y ampliar mis conocimientos sobre los servicios ambientales que nos brindan los servicios agroforestales.
- b. Realizo la lectura y esquematizo los principales conceptos y elementos mapas conceptuales los elementos más importantes y relevantes que presento al Docente para su valoración.

EVALUACIÓN

AUTOEVALUACIÓN

Valore cada ítem en una escala de 1 a 3 de acuerdo a lo que considere adecuado. (Valor de la escala: 1 = Insatisfactorio 2 = Medianamente satisfactorio; 3 = Satisfactorio)

ITEM	ANTES			DESPUÉS		
	1	2	3	1	2	3
1. Defino qué es un servicio ambiental?						
2. Defino qué es un servicio ambiental agroforestal?						
3. Identifico tres servicios ambientales agroforestales?						
4. Explico por qué un sistema agroforestal puede convertirse en un sumidero de carbono?						
5. La madera que producen los árboles es un producto o servicio.						
6. Explique por qué se considera un servicio agroforestal la regulación de la temperatura medio ambiental.						
TOTALES						

Nota: Llene esta autovaloración antes de empezar el contenido de la lectura (EL ANTES) y vuelva a realizar la autovaloración después de haber realizado la lectura (EL DESPUÉS). Esta autovaloración es para usted, si en el DESPUÉS no logra responder adecuadamente, entonces solicite apoyo al docente.

COEVALUACIÓN

A los grupos conformados en las diferentes actividades realizadas en el desarrollo de la unidad se asigna una hoja evaluativa donde cada grupo evaluará al otro grupo.

El formato de la hoja de evaluación es la siguiente:

Módulo: Sistemas Agroforestales			
Unidad: Servicio Ambiental de Sistemas Agroforestales			
Datos Generales:			
Nº equipo:	Componentes del Grupo:	Nota:	100
Tema:	1		
fecha:	2		
	3		
	4		
1. ¿Qué aprendí? _____			

2. ¿Cómo me siento? _____

3. ¿Qué sugerencias anoto para el equipo de trabajo? _____

Cada grupo evaluará al otro grupo. En la hoja de evaluación cada grupo debe valorar los ítems consignados y asignar una valoración entre una escala de 0 a 100%.

HETEROEVALUACIÓN

Aplicación de prueba oral previamente preparada con bolillos donde está escrita una pregunta; los estudiantes por turno debe levantar el bolillo y responder en un tiempo de 60 segundos, si es incorrecta o no puede responder, se da la opción a otro estudiante. Cada estudiante por turno debe llegar a responder cinco preguntas. Al final el docente valora las respuestas de 0 a 100%.



GLOSARIO

- **BIODIVERSIDAD:** Variabilidad biológica de los organismos vivos dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- **CALIDAD AMBIENTAL:** Estado del medio ambiente evaluado en función de los seres que en el habitan y de los elementos que lo componen.
- **COBERTURA VEGETAL:** Capa vegetal existente, constituida por los elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos.
- **CONSERVACIÓN:** La gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano, de tal suerte que produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras. UICN, 1980.
- **DEGRADACIÓN AMBIENTAL:** Evolución de un recurso en un sentido desfavorable generalmente por ruptura del equilibrio de la naturaleza debido a un uso inadecuado. Ferrer-Veliz, 1978.
- **DIVERSIDAD:** La diversidad biológica se refiere a la variedad y variabilidad de los organismos vivos y de los ecosistemas donde ellos ocurren. Puede ser evaluada, un poco artificialmente, por el número de diferentes ecosistemas y de especies existentes en un determinado lugar. MORALES C., 1990.
- **EVALUACIÓN AMBIENTAL/DIAGNÓSTICO AMBIENTAL:** La evaluación del medio ambiente es el proceso integrado de evaluar las condiciones y tendencias del medio ambiente empleando la vigilancia, el intercambio de información, la investigación, la valorización y la revisión. Los resultados de estas tareas servirán de base para las decisiones de política PNUMA, 1977.
- **GESTIÓN AMBIENTAL:** La gestión ambiental, no es más que un medio de alcanzar un fin superior que se resume en un modelo de desarrollo sostenible a largo plazo y adecuado en función de los recursos ambientales y la capacidad ecológica del sistema global. Medio ambiente y desarrollo alternativo. JIMÉNEZ L.M.
- **HIDROLOGÍA:** Parte de las ciencias naturales que trata de las aguas.
- **IMPACTO AMBIENTAL:** Los efectos ambientales se definen como la modificación neta (positiva o negativa) de la calidad del medio ambiente incluidos los ecosistemas de que depende el hombre.

Se dice que hay impacto cuando una acción o actividad produce una alteración en el medio ambiente o en algunos de los componentes del medio. Esteban Bolea, 1977.

- **MANEJO DE RECURSOS NATURALES:** Conjunto de decisiones y acciones destinadas a la conservación y administración de elementos naturales de beneficio para el hombre, tendiente a maximizar su uso sostenible.
- **PLAN DE MANEJO:** Instrumento técnico y administrativo para el uso y manejo sostenible de los recursos naturales y la gestión de las áreas protegidas.
- **SISTEMAS AGROFORESTALES:** Combinación de cultivos con especies forestales, con fines de conservación de los recursos y sostenibilidad de la producción agrícola.
- **SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES:** Combinación de cultivos agrícolas, ganadería y especies forestales. Es una forma de uso y manejo de los recursos naturales, en la cual especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas, pasturas en el mismo terreno de manera simultánea o en una secuencia temporal.
- **SOSTENIBILIDAD:** Es el uso auto sostenible, es decir que es capaz de sostenerse por si mismo sin que exista un influjo demasiado fuerte de afuera para mantener la sostenibilidad del mismo. Medio Ambiente y Desarrollo, Guillermo Mann, 1991.
- **UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES Y TIERRAS FORESTALES:** El uso y aprovechamiento de cualquiera de sus elementos de manera que se garantice la conservación de su potencial productivo, estructura, funciones, diversidad biológica y procesos ecológicos a largo plazo. LEY FORESTAL, 1996.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERI, Miguel; YURJEVIC, Andrés. 1995. Agroecología y Desarrollo. Revista del Consorcio Latinoamericano Sobre Agroecología y Desarrollo. Santiago de Chile.
- BEER C.A. Harvey, M. IBRAHIM, J.M. Harmand. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. En revista de las Américas. Funciones de servicio de los sistemas de Agroforestería.
- FARREL John; ALTIERI Migueñ. Sistemas Agroforestales: En Módulo de Diseño y Manejo de Agro Ecosistemas de III Curso sobre Agroecología y Desarrollo Rural. CLADES. 1996. Lima - Perú.
- MEDINACELLI Carlos; PEIGNE Alain. Manual de capacitación campesino a campesino. Pachaman Urupa. 1999. La Paz - Bolivia.
- PACHECO, Mónica. 2007. BOL-69: Servicios ambientales, Iniciativa con contenido social y sustentable. En revista el Tejedor. Santa Cruz - Bolivia.
- OSPINA Alfredo. 2004. Agroforestería, Definición y concepto en Agroforestería en Latinoamérica: Experiencias Locales. Movimiento agroecológico para América Latina y el Caribe. La Paz - Bolivia.
- Apartado 44 CATIE, Turrialba, Costa Rica. jbeer@catie.ac.or. Departamento de Agricultura y Agroforestería, Centro de Educación Superior e Investigación sobre Agricultura Tropical (CATIE), Turrialba, Costa Rica.



α LFA



EUROPEAID
CO-OPERATION OFFICE



Università degli Studi
Guglielmo Marconi
TELEMÁTICA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DEL ESTADO DE HIDALGO



Universidad Nacional
Autónoma de Nicaragua



Universidad de Valladolid