

Steud., de dos años de edad. Turrialba, Costa Rica. CATIE.

SKERMAN, P.J. 1977. Tropical forage legumes. FAO, Rome. Chapt. 15:431-525.

TROLLOPE, W. S. W. 1981. The growth of shrubs and trees and their reaction to treatment In: Veld and pasture management in South Africa. Ed. N. M. Taiton Pietermaritzburg, South Africa. Shuter and Shooter Publ. pp. 251-261.

VAN EIMERN, S. et al. 1964. Windbreaks and shelterbelts. World Meteorol. Org. Technical Note No. 59. 188.

WOODRUFF, N. P. and ZINGG, W. W. 1953. Winds tunnel studies of shelterbelt models. S. For. 51:173-178.

LOS SISTEMAS AGROFORESTALES COMO UNA ALTERNATIVA PARA EL TROPICO HUMEDO MEXICANO

Alejandra Rodríguez-Osio y Aurelio M. Fierros-González

INTRODUCCION

Los recursos naturales han sido aprovechados por el hombre de muchas maneras y esto ha permitido el sustento de grandes poblaciones humanas. Contamos actualmente con 5 mil millones de habitantes sobre el planeta y cada vez se resiente más la limitación de los recursos; hay varias explicaciones sobre la crisis actual de recursos, como la explosión demográfica, el aprovechamiento irracional, las determinaciones históricas y las dependencias económicas y tecnológicas de algunos países. Para cualquier marco teórico de esta discusión es muy importante tener en perspectiva el origen, la cantidad de reservas, el uso y el reciclaje de estos recursos para decidir cómo vamos a administrar el planeta en que vivimos.

Se han denominado recursos naturales renovables a los recursos bióticos cuya explotación perpetua depende de la planeación y administración correcta llevada a cabo por el hombre (Owen 1977), o bien aquellos que pueden regenerarse en un tiempo razonable para su nueva utilización. Dentro de este contexto los bosques se consideran como un recurso renovable, pero debemos replantear esta clasificación si los bosques que usamos no llegan a reemplazarse.

Universidad Autónoma de Chapingo - Di Ci Fo
Apartado Postal 111. 56230 Chapingo, Méx.

La regeneración de un bosque puede no ser tan segura como antes se creía y hablando del bosque tropical es menos probable que se pueda volver a la vegetación original. De aquí que Gómez-Pompa et al. (1972) concluyen que los bosques tropicales son un recurso no renovable, y si esto es verdad debemos estudiar el recurso bajo pautas distintas de aprovechamiento si se quiere mantener una productividad a largo plazo. Los planes de desarrollo no deben considerar los recursos naturales como reservas inagotable a su disposición, hay que tratar de conciliar las decisiones económicas y las ecológicas.

Entonces para el caso de los bosques tropicales debemos preocuparnos en buscar alternativas de manejo para un recurso no renovable y fácilmente deteriorable. Es un reto para todos los profesionistas que trabajan en el aprovechamiento de los recursos naturales encontrar una solución para una utilización sostenida del ecosistema tropical y así poder frenar la acelerada tasa de deforestación.

Varios son los factores que resultan en la deforestación de los trópicos (Budowski, 1983):

1. La explosión demográfica que presiona a los campesinos a deforestar para tener terrenos de cultivo.
2. El aumento en la demanda de maderas tropicales, sobre todo en los países industrializados.
3. La demanda de carne en los países industrializados, convirtiendo

los bosques tropicales en extensos pastizales.

4. La apertura de nuevas carreteras sin una planeación adecuada del uso del suelo.
5. La promoción de varios gobiernos para convertir los bosques tropicales en grandes asentamientos humanos, para usos agrícolas y ganaderos.

La deforestación de los trópicos puede traer consecuencias no sólo locales sino mundiales y no podemos aún saber qué ocurriría en el futuro sin esta cubierta forestal tropical. Salati y Vose (1984) exponen algunos de los efectos posibles de una deforestación masiva del Amazonas. Se habla no sólo de la pérdida irremediable de suelos por las altas tasas de erosión que se darían, sino de un desequilibrio general en el balance de calor y cambios climáticos. La región más afectada sería el centro de Brasil por que se acentuaría la continentalidad afectando gravemente toda la agricultura. No podemos conocer exactamente como cambiaría el clima del planeta pero hay evidencias de que afectaría tanto a la precipitación, como a las temperaturas extremas.

La producción agrícola en los trópicos ha sido una gran desilusión pues se creía que iba a haber gran rendimiento por la disponibilidad continua de agua y luz solar, sin embargo los resultados muestran que en pocos años la productividad declina en forma impresionante en . A pesar de que estas áreas sustentan la vegetación más exuberante de la tierra, en cuanto se transforma en sistema agrícola se nota que los suelos son muy poco fértiles, poco

profundos, sin minerales ni materia orgánica, y con alto contenido de aluminio y calcio (como en Yucatán). Las selvas tropicales se desarrollan gracias a mecanismos altamente eficientes de reciclaje de nutrientes, manteniendo siempre la mayor parte de los nutrientes en la biomasa, es decir que en cuanto removemos la vegetación estamos removiendo la única riqueza del lugar, y por esto los ecosistemas tropicales son tan frágiles y su regeneración casi imposible si se deforesta en extensiones excesivas.

Hay dos características esenciales para dirigir los estudios de aprovechamiento en los bosques tropicales, una es su diversidad y la otra recordar que su riqueza radica en la vegetación y no en el componente abiótico. "El rasgo más notable de un país como México es su diversidad (biológica, ecológica y cultural)" (Toledo et al, 1985); entonces las soluciones pueden encontrarse justamente en el aprovechamiento de esta diversidad; en lugar de tender a la homogeneización podemos buscar una forma de producción múltiple para el trópico mexicano. La diversidad alimentaria es ya desde tiempos precolombinos una característica de las culturas de México y con esto la utilización múltiple de los recursos.

Una de las alternativas que se han propuesto para la explotación de la áreas tropicales es la agrosilvicultura, término que se usa extensamente para denominar una producción conjunta agrícola, forestal, frutal y ganadera, pudiéndose excluir alguno de estos elementos pero siempre manteniendo la idea de una explotación múltiple del recurso. El aprovechamiento tradicional de los

recursos naturales contiene varios elementos ecológicos que deben aprovecharse. Los policultivos, los huertos familiares, el uso de muchas especies silvestres que circundan a la comunidad son ejemplos de sistemas de aprovechamiento más apegados a los sistemas naturales. En realidad la agrosilvicultura es un término nuevo para una práctica que ha sido realizada tradicionalmente desde hace mucho tiempo. La definición del término es aún ambigua pero la propuesta por Budowski (1979) es adecuada: "La agroforestería implica la combinación de árboles, en el espacio o en el tiempo, ya sea con los cultivos, con ganadería o con los dos a la vez, a fin de obtener un sistema de producción estable que beneficie a la población rural."

La creación de ecosistemas artificiales múltiples parece reunir muchos beneficios, desde una mayor rentabilidad a largo y corto plazo, hasta un mejor equilibrio ecológico (atenuándose la incidencia de plagas y la erosión). Gómez-Pompa y Ludlow (1983) proponen que "la regeneración de los ecosistemas tropicales puede estar ligada a prácticas de utilización forestal e inclusive a prácticas agrícolas bajo la utilización de sistemas paralelos de plantaciones forestales con plantaciones silvestres, utilizando algunos de los mecanismos de regeneración natural." Aunque estos sistemas se han considerado, es aún lejana la idea de implantarlos extensamente por la dificultad al extrapolar resultados debido a la gran variación de los bosques tropicales; las características de suelos, condiciones físicas, clima y condiciones socio-económicas en cada región tropical varía mucho para poder proponer una solución única, es necesario hacer adaptaciones a cada caso.

PRODUCCION Y PROTECCION BAJO UN CONTEXTO ECOLOGICO

Estudiar la naturaleza en sus procesos básicos debe darnos un esquema dentro del cual planear su aprovechamiento, comprendiendo el margen para mantener productivo un sistema a largo plazo. Al conocer más de los ecosistemas tropicales nos encontramos con fenómenos inesperados, como la baja fertilidad del suelo, y con procesos difíciles de dirigir, como la sucesión. Sabemos sin embargo que el ecosistema tropical es altamente productivo y eficiente biológicamente hablando, entonces lo que debemos hacer aprovechar estas características en lugar de cambiarlas, hay que utilizar el sistema a nuestro favor, no competir contra él. Cuando se sustituye la selva por un monocultivo cualquiera se tiene a la naturaleza en contra, el reciclaje de nutrientes pierde su eficiencia y el suelo se vuelve infértil, las malezas y plagas invaden con explosiones demográficas incontrolables y acaba por tenerse un sistema inmantenible. Es por esto que se han comenzado a considerar sistemas que simulen lo mejor posible a los sistemas naturales de cada región, mejorando así la eficiencia energética entre la inversión y la extracción.

El bosque, a diferencia de los campos agrícolas, tiene un arreglo estructural de varios niveles tanto vertical como horizontalmente, e incluso en el subsuelo la distribución de raíces ocupa varias capas. Otra característica contrastable es la

diversidad, si bien aún hay mucha polémica entre los ecólogos para explicar esta gran riqueza en los trópicos, "la lógica y abundantes pruebas de la observación apoyan la tesis según la cual la diversidad favorece la estabilidad" (Southwood y Way 1970, citado en Frarnworth y Golley 1977). Trabajando con estas dos ideas podemos

imaginar que el sistema debe manejarse manteniendo su estructura vertical multiestratificada y su alta diversidad.

TIPOS DE SISTEMAS AGROFORESTALES

Aun cuando el concepto es el mismo, la implementación del sistema agroforestal puede variar mucho, de acuerdo a los objetivos, el lugar y la inversión inicial. Weaver (1979) describe siete sistemas distintos:

- Los sistemas de roza-tumba y quema, o de agricultura migratoria, que son familiares en nuestro país transforman el bosque tropical en área agrícola por un tiempo (3-7 años) y luego se abandona el terreno o bien se deja como pastizal para ganado.
- Los sistemas de corredor, se han realizado sobre todo en África consisten de rotaciones de 17 años aproximadamente, con dos cultivos de ciclo corto, uno anual, después un cultivo perenne y finalmente se abandona 10-12 años a la sucesión secundaria natural.
- El sistema Taungya, se desarrolló en Birmania 1856, como un método para reducir el costo de la replantación de la teca (*Tectonia grandis*), es una forma de ir transformando un terreno agrícola en

una plantación forestal. Se usan árboles de buen crecimiento, intolerantes, de raíces profundas y competitivos. Se intercalan cultivos agrícolas de ciclo corto, por ejemplo en Costa Rica se ha ensayado Eucalyptus deglupta con maíz, entre otras combinaciones.

- Árboles intercalados. En este caso tanto los cultivos como los árboles están a un mismo tiempo durante toda la producción; se han hecho muchos ensayos con árboles y otros cultivos (cacao, té, café).

- Simulación de la sucesión natural. Holdridge en 1959 propuso un sistema con parcelas de 0.1ha / año durante 30 años para ir rotando una sucesión artificial, iniciando con cultivos de subsistencia y terminando con Cordia alliodora, palma pejíbaya, el cacao en el estrato medio y tubérculos en el suelo.

- Granjas autosuficientes. Formas integrales de producción de frutas, árboles forestales, hortalizas, cultivos múltiples, ganado, pescado, aprovechamiento de los residuos, etc.

- Cercos vivos y cortinas rompevientos.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA AGROSILVICULTURA

Budowski (1982) hace una revisión de las ventajas y desventajas de la agrosilvicultura:

Aspectos Biológicos

Ventajas.

- Mayor absorción de radiación solar .
- Simulación de los modelos ecológicos naturales en forma y estructura, aprovechando mejor el espacio vertical.
- Mayor resistencia contra condiciones adversas de la precipitación.
- Atenuación de los extremos de temperatura.
- Reducción del daño causado por fuertes vientos y por las gotas de agua con alta energía cinética al caer de estrato en estrato.
- Mayor cantidad de biomasa se reincorpora al suelo como materia orgánica cuando caen hojas, frutos, flores y ramas.
- Mayor eficiencia de reciclaje de nutrientes porque las raíces de los árboles captan nutrientes tanto de los horizontes más profundos del suelo como de los superficiales.
- Mejoramiento de la estructura del suelo por los árboles y sus raíces, produciendo mayor cantidad de agregados estables, evitando y rompiendo varios tipos de duripanes; se mejora entonces la infiltración y habrá menos lugares de agua estancada en la superficie.
- Disminución de malezas debido a la menor cantidad de luz que llega al suelo.
- Regulación de las poblaciones de insectos especialistas por la diversidad de plantas.

Desventajas.

- Competencia de los árboles por la luz, nutrientes, agua y espacio con las plantas en los estratos inferiores bajando su rendimiento y calidad.
- Propensión a daño físico de los cultivos asociados por la cosecha

- de los árboles
- Difícil o imposible mecanización .
- Favorecimiento de infecciones fungicas por el aumento de la humedad relativa bajo el dosel .
- Posible aumento de daños a las plantas del sotobosque por las gotas de agua que caen de las copas de los árboles .
- Efectos alelopáticos de algunos árboles.

Aspectos Económicos y Sociales

Ventajas.

- Acceso directo de varios productos para el productor.
- "Capital " de ahorro para emergencias en los árboles.
- Mitigación de las catástrofes asociadas a un solo cultivo.
- Reducción en los costos de deshierbe.
- Flexibilidad para distribuir el trabajo a lo largo de todo el año y no solo en una temporada.
- Posibilidad de algunos esquemas para cambiar gradualmente a un sistema más estable sin disminuir la productividad.

Desventajas.

- Rendimientos inferiores (en algunos casos) comparando con su contraparte en monocultivo. Aun cuando combinando el valor de los cultivos y los árboles sea mayor puede tomar algunos años para que los árboles tomen valor.
- Altos requerimientos de mano de obra.
- Renuencia a plantar árboles en áreas con alta densidad de población donde se subsiste de la cosecha anual .

- Escasez de personal capacitado para manejar un sistema agroforestal.
- Pocas experiencias previas. Un sistema agroforestal es más complejo y menos entendido que un monocultivo por lo que se rechaza para producir y también para su estudio científico.
- Dificultad en la comercialización de pequeñas cantidades y de varios productos a la vez.

OBJETIVOS DE UN SISTEMA AGROFORESTAL

Los múltiples beneficios que se obtienen de estos sistemas tienen su variabilidad de acuerdo a las condiciones del lugar y también a los objetivos del productor.

La producción de madera es un objetivo común debido a la alta demanda en los países subdesarrollados. Sobre todo madera como leña combustible para cocinar, madera de usos locales, como postes, herramientas, construcción, artesanía, etc. y por último como madera de aserrío si es de calidad y buenas dimensiones . También se han llegado a usar algunas especies para celulósicos en la fabricación del papel.

Otro objetivo puede ser la protección de los cultivos. Se mejora el microclima al regular la temperatura y la humedad. En un experimento con Populus spp. se notó una reducción del 58% en la velocidad del viento, 1°C menos en las temperaturas altas y un 38% de reducción en la evaporación; se notó un 7% de aumento en la humedad relativa y de 30 a 50% de aumento en el rendimiento de