

**SISTEMAS AGROFORESTALES EN AMERICA TROPICAL**

**Gerardo Budowski**

**Trabajo presentado en el "Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo de la América Tropical", celebrado en San José del 11 al 17 de octubre de 1979**

**CATIE  
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Programa de Recursos Naturales Renovables  
Turrialba, Costa Rica  
1979**

## SISTEMAS AGROFORESTALES EN AMERICA TROPICAL

\*Gerardo Budowski

Ante todo se debe aclarar lo que se entiende por sistemas agroforestales (también llamados agro-silvo-pastoriles), un tema que ha suscitado muchas opiniones. En una reciente reunión del ICRAF (Centro Internacional para la investigación en agro-forestería) en Nairobi, cuando a los participantes de una reunión se les pidió que dieran por escrito "su" definición, hubo no menos de ocho. Aquí se entenderá por "el conjunto de técnicas de uso de la tierra que impliquen la combinación de árboles forestales con cultivos, con ganadería o con ambos. La combinación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo o en el espacio. Tiene como objetivo buscar la máxima producción por unidad de superficie, respetando siempre el principio del rendimiento continuo" (Combe y Budowski, 1979). Esta definición abarca una gran cantidad de modalidades; algunas se han practicado en forma tradicional desde hace centenares de años (Budowski, 1979). En todo caso tal definición es mucho más amplia que lo que se conoce como agro-silvicultura (o agri-silvicultura).

El siguiente es un breve resumen de experiencias reportadas en la literatura observadas en algunos de los países latinoamericanos. En parte, estas observaciones fueron descritas país por país en un trabajo presentado en la recién finalizada Conferencia sobre Cooperación Internacional en Agro-Forestería en Nairobi

---

\* Ph.D., Jefe del Programa de Recursos Naturales Renovables, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

(Kenya), en julio de 1979 (Budowski, 1979). Otra fuente importante de información fue la realización en el CATIE, en marzo de 1979, de un Taller Internacional sobre sistemas agro-forestales en América Tropical, donde se presentaron 36 trabajos sobre esta temática. En este taller se adoptó un documento que delinea prioridades de investigación (CATIE, 1979b).

### Algunas modalidades más sobresalientes de los sistemas agro-forestales

La siguiente enumeración no pretende ser completa, pero muestra las numerosas posibilidades con cierta escogencia de las más interesantes.

### Combinaciones de árboles maderables con cultivos anuales y perennes

Se siembran árboles y cultivos juntos hasta que los árboles llegan a un tamaño tal que ya no es posible cultivar. A menudo se designa este sistema como agrosilvicultura. Esta modalidad se describe con mayor abundancia en la literatura como "sistema taungya" y existen numerosas referencias.

En Argentina, Cozzo (1976) y Flinta (1960), señalan numerosas especies de árboles y cultivos especialmente con Salix y Populus; en Chile se practica comúnmente cuando se plantan Populus spp. En Brasil, Dubois (1979), diseñó un esquema teórico de asociaciones multiestratos combinando árboles con cultivos intercalados en las plantaciones de Gmelina arborea.

En Colombia, una serie de publicaciones por Peck (1976a, 1976b y 1976c) y Leguizamón (1979), señalan para la zona húmeda del pacífico, el uso de cultivos tradicionales notablemente arroz, Colocasia, Xanthosoma, Guilielma gasipaes, varios árboles frutales y las especies maderables Cedrela odorata y Cordia alliodora.

Una serie de programas se realizan en diferentes sectores del país, pero existen pocos datos publicados. En Ecuador, Bishop (1979) propuso diferentes modalidades de combinaciones en el este, en la zona de Limoncocha. También es común el asocio de Cordia alliodora en cafetales y cacaotales en el lado occidental del país.

En Costa Rica, es notable la incorporación de un tercer estrato de Cordia alliodora, un árbol de gran valor comercial, en plantaciones de café y cacao, siendo el segundo estrato usualmente una leguminosa (Erythrina poeppigiana, E. glauca, Inga spp.), que fija nitrógeno por Rhizobium. Las Erythrina spp. se podan generalmente dos veces al año. La incorporación de Cordia parece particularmente apropiada por cuanto aumenta los ingresos del finquero, la copa del árbol es pequeña, la forma del fuste excelente y es de rápido crecimiento (CATIE, 1979a). Cuando hay escasez de agua, el árbol pierde sus hojas. Los análisis de hojas de Cordia en cafetales muestran de 3-4% de N en hojas secadas al horno. También hay datos sobre los aportes de materia orgánica y elementos nutritivos recirculados por Erythrina poeppigiana (Molleapaza, citado en Combe y Gewald 1979 pág.271). Es notable que la poda cada seis meses de las ramas de esta especie (que alcanzan fácilmente 3 m de largo), se hace en solamente 90 segundos con unos tres minutos más para distribuir regularmente las ramas desmenuzadas en el suelo en forma de "mulch". Todas las Erythrina spp. se propagan por estacones de 2,00 a 2,50 metros de largo, casi siempre provenientes de las mismas podas. Se supone que la poda periódica de Erythrina puede estimular una mayor nodulación y fijación de N en las nuevas raicillas que se forman cuando se practica el desrame. Otros ensayos en terrenos del CATIE fueron descritos por Combe y Gewald (1979).

Aunque existen numerosas investigaciones sobre el sistema Taungya en el CATIE (A.Aguirre, 1963; C.Aguirre, 1977; Fernández, 1978; Magne, 1979; Muñoz, 1975), no se conocen aún casos prácticos de aplicación de parte de pequeños agricultores. Un estudio detallado de combinaciones secuenciales que en todo momento implica una buena ocupación del espacio se realiza desde 1977 en el CATIE, bajo la dirección del Programa de Cultivos Perennes (Enríquez, 1979).

En México, también se está investigando el sistema Taungya en el sur-este (Chavelas, 1979) y en la zona de Tabasco.

En Surinam, el Servicio Forestal hizo plantaciones forestales en escala a través de sistema Taungya usando principalmente Cordia alliodora (semillas procedentes de Costa Rica), Cedrela angustifolia (semilla de Venezuela) y Eucalyptus deglupta (siendo notorio en este país, este eucalipto retoña). Existe una publicación sobre los detalles de las operaciones involucradas y los costos (Vega, 1979). Sin embargo, el presente alto costo de la mano de obra ha motivado la discontinuación de estos ensayos por parte del Gobierno.

#### Sistemas silvo-pastoriles

En Brasil, el pastoreo se practica en las plantaciones de Pinus caribaea en Jari (Briscoe, 1979), con aparente éxito. En Costa Rica el componente forestal en pequeñas fincas ganadera ha sido descrito por Avila et al. (1979). En Ecuador, Bishop (1979) encontró el uso de pastos leguminosos con Cordia alliodora en zonas del Oriente. En las zonas más secas en el sur del Ecuador hay combinaciones de ganado con Eucalyptus globulus en las alturas y con Prosopis juliflora y Acacia macracantha en zonas bajas (Loján, 1979). Ya son muy conocidas las asociaciones de Alnus acuminata en las zonas lecheras de altura de Costa Rica con

pastos para pastoreo o de corte, practicadas desde por lo menos 80 años y descritas desde hace 28 años por Holdridge (1951) y visitadas en una de las excursiones del Simposio (Combe, 1979). La especie también ha sido recomendada en cañales por Fournier (1979). A 1800 metros de altura cerca de Cuenca, Ecuador, Salix chilensis se encuentra en hileras de poca separación con pastos, o también con maíz y caña de azúcar. Líneas de eucaliptos que funcionan como rompevientos pero también se explotan para postes y leña, son muy comunes en los valles interandinos, rodeando diversas áreas de pastos y cultivos. En los valles interandinos es muy común el asociado de pastos, especialmente alfalfa y eucaliptos. En México es bien conocido el uso forrajero de las hojas de Brosimum alicastrum cuyos valores alimenticios fueron descritos por Yerena et al. (1978). En Perú en la zona seca al norte, se está haciendo una serie de ensayos con Prosopis juliflora, cuyos frutos tienen alto valor alimenticio, para luego ser combinados con el pastoreo de ovejas en las zonas secas. La miel es un producto adicional proveniente de las flores de Prosopis; ya existen algunas mediciones de rendimientos (Valdivia, 1979).

#### Cercos vivos y cortinas rompevientos

Existe una multitud de especies usadas en cercos vivos, generalmente para que en ellos se clave el alambre. Los productos que se obtienen de ellos son numerosos: leña (en Gliricidia sepium y Diphyssa robinoides); frutos (Spondias purpurea); flores comestibles (Yucca elephantipes y algunas Erythrina spp.); alimentos para conejos (Erythrina berteroana) y productos medicinales (Bursera simaruba). El producto más importante sin embargo, lo constituyen las estacas para más cercos vivos ya que todas las especies arraigan vegetativamente. Las

cercas vivas producen materia orgánica, sirven de barreras contra la erosión, cortan la fuerza del viento, y, cuando son leguminosas, incorporan nitrógeno. Pero necesitan mantenimiento y son difíciles de erradicar.

En zonas altas el uso de cortinas rompevientos a base de Cupressus lusitánica, que también producen una madera de buena calidad, es objeto de otro trabajo en este Simposio. Todo parece indicar que se trata de una excelente inversión.

Mucho queda por investigar en cuanto a los valores para conservación que desempeñan estos cercos y las cortinas.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE CASTILLO, C. 1977. Comportamiento inicial de Eucalyptus deglupta Blume, asociado con maíz (sistema "Taungya"), en dos espaciamientos con y sin fertilización. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 130p.
- AGUIRRE CORRAL, A. 1963. Estudio silvicultura y económico del sistema Taungya en condiciones de Turrialba, Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 80p.
- AVILA, M., M. RUIZ, D. PEZO, A. RUIZ. 1979. The importance of the forestry component on small cattle farms of Costa Rica. 11p. In Gonzalo De las Salas, editor. Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina, CATIE, marzo 26-30, 1979. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10p. (También disponible en español).
- BISHOP, J. 1979. Producción familiar agro-porcino-forestal en el trópico húmedo hispanoamericano. 10p. In Gonzalo De las Salas, editor. 1979. a. Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina, CATIE, marzo 26-30. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10p. (También en inglés).
- BRISCOE, C. 1979. Agroforestry in Jari, Brasil. In Gonzalo De las Salas, editor, Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10p. (También en español).
- BUDOWSKI, G. 1977. Sistemas agro-silvo-pastoriles en los trópicos húmedos; un programa de trabajo. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Departamento de Ciencias Forestales. 24p. (También en inglés como: "agro-forestry in the humid tropics, a programme of work").
- BUDOWSKI, G. 1979. National, bilateral and multilateral agroforestry projects in Central and South America. In International Cooperation in Agroforestry, conference. ICRAF, Nairobi, Kenya, 15-23 julio. 24p. + 5p. Appendix.
- CATIE. Programa de Recursos Naturales Renovables. 1979a. Crecimiento de laurel (Cordia alliodora) en cafetales, cacaoales y potreros en la Zona Atlántica de Costa Rica, 6p. In Gonzalo De las Salas, editor. 1979. Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. CATIE, Costa Rica. 10p. (También en inglés).
- CATIE. Taller sobre Sistemas Agro-forestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica, marzo 26-30, 1979b. Organización y Conclusiones. CATIE y UNU, Turrialba, 25p. (También en inglés).
- CHAVELAS, J. 1979. Módulo de uso múltiple del suelo en regiones tropicales. 11p. In Gonzalo De las Salas, editor. 1979. Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10p. (También en inglés).



- COMBE, J. 1979. Excursión N°3. Combinaciones silvo-pastoriles en zonas altas de producción de leche en Costa Rica. Simposio CONICIT-INTERCIENCIA-SCITEC. 4p.
- COMBE, J. & G. Budowski. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales. In Gonzalo De las Salas, editor. Presentado en el Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10p. (También en inglés y francés).
- COMBE, J. & N.J. GEWALD, editores. 1979. Guía de campo de los ensayos agroforestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Programa de Recursos Naturales Renovables. 357p.
- COZZO, D. 1976. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. 610p.
- DUBOIS, J. 1979. El papel del Programa IICA-TROPICOS en la promoción de sistemas agro-silvo-pastoriles. 7p. In Gonzalo De las Salas, editor. 1979. Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. (También en inglés).
- ENRIQUEZ, G. 1979. Ensayo central de cultivos perennes en comparación con algunos anuales, en el CATIE, Turrialba. In Gonzalo De las Salas, editor. 1979. Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10p. (También disponible en inglés).
- FERNANDEZ, S. 1978. Comportamiento de Gmelina arborea asociado con maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris) en dos espaciamentos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Tesis Mag.Sc. 125p.
- FLINTA, C. 1960. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 497p.
- FOURNIER, L. El cultivo del jaul (Alnus jorullensis) en fincas de café en Costa Rica. In Gonzalo De las Salas, editor, editor, 1979. Tallers sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. También disponible en inglés).
- HOLDRIDGE, L.A. 1951. The alder Alnus acuminata as a farm timber tree in Costa Rica. The Caribbean Forester 12:47-53.
- LEGUIZAMO, A. 1979. Sistemas agroforestales en ejecución en el Bajo Calima, Colombia. 10p. In Gonzalo De las Salas, editor. 1979. Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10p. (También disponible en inglés).

- LOJAN, L. 1979. Sistemas agro-silvo-pastoriles en el sur del Ecuador. 6p. In Gonzalo De las Salas, editor. 1979. Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10p. (También en inglés).
- MAGNE, J. 1979. Comportamiento de Terminalia ivorensis asociado con cultivos agrícolas: maíz y/o frijol, en su primera fase de crecimiento, utilizando pseudo-estaca y plantón como materiales de transplante. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 90p.
- MUÑOZ, M. 1975. Comportamiento inicial del laurel (Cordia alliodora) (Ruiz & Pav.) Oken plantado en asocio con maíz (Zea mays) bajo dos niveles de fertilización. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 78p.
- PECK, R. 1976a. Agro-silviculture, as developed in the Pacific coastal lowlands of Colombia. Mimeografiado. 6p.
- PECK, R. 1976b. Evaluación de tres sistemas de establecimiento de bosques artificiales en el litoral pacífico de Colombia. Mimeografiado. 16p.
- PECK, R. 1976c. Selección de especies aptas para el establecimiento de bosques artificiales en tierra firme del litoral Pacífico de Colombia. Mimeografiado. 24p.
- VALDIVIA, S. 1979. Asentamiento y desarrollo rural en las zonas áridas de la Costa Norte del Perú. In Gonzalo De las Salas, editor. 1979. Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10p. (También en inglés).
- VEGA, L. 1979. Comparación de la rentabilidad de las plantaciones regulares con el modelo de agro-silvicultura en Surinam. 18p. In Gonzalo De las Salas, editor. 1979. Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, marzo 26-30. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 10p. (También en inglés).
- YERENA, F., H.M., FERREIRO, R.ELLIOTT, R.GODOY, T.R.PRESTON. 1978. Digestibilidad de Ramón (Brosimum alicastrum), Leucaena leucocephala Pasto Buffel (Cenchrus ciliare) y pulpa y bagazo de henequén (Agave fourcroydes). Producción Animal Tropical 3:70-73.