

## **Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica**

### **Limitations in the adoption of silvopastoral systems in Latin America**

T. Clavero<sup>1</sup> y J. Suárez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Transferencia de Tecnologías en Pastos y Forrajes,  
La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

E-mail: tclavero@hotmail.com

<sup>2</sup> Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba

#### **Resumen**

Si bien los sistemas silvopastoriles se iniciaron en Latinoamérica hace unas tres décadas, aun no se ha logrado la aceptación y difusión esperada en las diferentes áreas y/o regiones agroecológicas. Ello se debe a que existen un conjunto de factores que han incidido en que la utilización de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica no sea la esperada, a pesar de los múltiples bienes y servicios que ofrecen. Algunas de las causas principales que han limitado el desarrollo de las tecnologías en esta área son las siguientes: factores técnicos como germoplasma, problemas de plagas y enfermedades, información técnica relativa a producción y calidad, investigaciones no orientadas, períodos de espera para el establecimiento de los árboles en los potreros y falta de educación agroforestal. En el aspecto socioeconómico destacan: falta de extensión, financiamiento para las inversiones, semillas de calidad y mano de obra calificada. Desde el punto de vista sociocultural resaltan las tradiciones de los productores y la creencia de que el pasto escasea debajo de los árboles. Aunque la adopción de estos sistemas ha sido limitada, esto varía notablemente con la demostración a los productores de la persistencia y longevidad en condiciones de pastoreo y/o corte y acarreo, así como los beneficios múltiples en el orden económico, social y ecológico en el contexto del productor y sus sistemas de producción.

Palabras clave: Sistemas silvopascícolas, transferencia de tecnología

#### **Abstract**

Although silvopastoral systems appeared in Latin America three decades ago, the expected acceptance and diffusion in the different agroecological areas and/or regions have not been achieved yet. That is because there are a group of factors that have influenced the fact that the utilization of silvopastoral systems in Latin America is not as expected, in spite of the many goods and services they offer. Some of the main causes that have limited the development of technologies in that field are the following: technical factors such as germplasm, problems of pests and diseases, technical information related to production and quality, non oriented studies, waiting periods for the establishment of the trees in the paddocks and lack of agroforestry training. In the socioeconomic aspect the lack of extension work, funding for investments, high quality seeds and qualified labor stand out. From the sociocultural point of view the traditions of producers and the belief that pasture is scarce under trees are the main factors. Although the adoption of these systems has been limited, this varies remarkably with the demonstration to producers of the persistence and longevity under grazing and/or cut and carry conditions, as well as the multiple benefits in the economic, social and ecological aspects in the context of the producer and his production systems.

Key Words: Silvopastoral systems, technology transference

## Introducción

Los sistemas silvopastoriles representan, en teoría y práctica, una opción importante para la ganadería en Latinoamérica, con un adelanto significativo en el mejoramiento del sistema de pasturas en monocultivo. Sin embargo, a pesar de todo ese potencial aún presentan "lagunas" tecnológicas y, lo más importante, una insuficiente tasa de adopción por los productores, lo cual debe ser motivo de análisis, discusión y corrección para que estos sistemas puedan convertirse en parte sustancial de los procesos de cambio que requieren nuestras explotaciones ganaderas.

### Limitaciones de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica

Actualmente existe un gran auge tanto en Venezuela y Cuba, como en otras naciones del continente, para un cambio importante en la visión de los investigadores, los profesionales, los técnicos, los extensionistas y algunos ganaderos respecto al papel de las especies arbóreas y arbustivas en la producción de rumiantes. Sin embargo, es necesario analizar el por qué, a pesar de que estos sistemas ofrecen ventajas comprobadas, no han tenido gran aceptación por los productores, por lo que surge la pregunta **¿Cuáles han sido las limitaciones más importantes para desarrollar la agroforestería en la producción animal y sus posibles soluciones?**

#### 1. Limitaciones técnicas

**1.1.** Estrecha base de **germoplasm** en la mayoría de las especies que se utilizan tanto en investigación como en el aspecto comercial<sup>1</sup>. Es requerido investigar en el mejoramiento genético, donde materiales genéticos superiores sean identificados, multiplicados y diseminados en las diversas áreas agroecológicas.

## Introduction

Silvopastoral systems represent, in theory and practice, an important choice for livestock rearing in Latin America, with a significant advance in the improvement of the system of pastures in monocrop. However, in spite of all that potential, there are still technological «gaps», and most important of all, a deficient adoption rate by producers, which must be a reason for analysis, discussion and correction so that these systems may become substantial part of the processes of change required by our livestock exploitations.

### Limitations of the silvopastoral systems in Latin America

There is currently a great expansion in Venezuela as well as in Cuba, as in other nations of the continent, for an important change in the vision of researchers, professionals, technicians, extension workers and some livestock breeders regarding the role of tree and shrub species in ruminant production. Nevertheless, it is necessary to analyze why, although these systems offer proven advantages, they have not had great acceptance by producers, for which a question comes out: **Which have been the most important limitations for developing agroforestry in animal production and their possible solutions?**

#### 1. Technical limitations

**1.1.** Narrow **germplasm** base in most of the species that are used in research as well as in the commercial aspect<sup>1</sup>. It is necessary to do research in genetic improvement, in which superior genetic materials are identified, multiplied and disseminated in the different agroecological areas.

**1.2.** Little knowledge regarding **pests and diseases** in these systems. Most researchers in

<sup>1</sup> Tanto la investigación como la utilización productiva en el continente se ha concentrado principalmente en *Leucaena* – sobre todo *L. leucocephala* - y *Gliricidia sepium* (con énfasis en Cuba, Colombia, México, Brasil, Venezuela y Centro América), *Erythrina* spp. (Centro América), *Guazuma ulmifolia* (Méjico y Centro América), *Albizia* spp. (Cuba y Méjico), *Prosopis* spp. (Colombia y Brasil), *Morus* spp. (Cuba y Costa Rica), *Acacia* spp. (Méjico y Brasil), *Buddleia* spp. (Méjico), *Pithecellobium* spp. y *Trichanthera gigantea* (Colombia), *Enterolobium cyclocarpum* (Colombia y Centro América) y *Cordia* spp. (Costa Rica), considerando los trabajos presentados en los tres Congresos Latinoamericanos sobre Agroforestería Pecuaria (Espinel, 1999; Ibrahim, 2001; Manetje, Ramírez, Ibrahim, Sandoval, Ojeda & Ku, 2004).

**1.2.** Poco conocimiento en relación a **plagas y enfermedades** en estos sistemas. La mayoría de los investigadores en el área de entomología y fitopatología laboran en cultivos para consumo humano, por lo que se requiere la formación de equipos de trabajo que incluyan estos especialistas para analizar, en el contexto global, la problemática de estas variantes en el manejo de sistemas agroforestales.

**1.3.** Especies **tolerantes a salinidad de suelos y/o inundaciones**, que permitan explotar grandes extensiones con problemas de inundaciones periódicas y salinidad, las cuales restringen severamente la producción agrícola animal<sup>2</sup>.

**1.4. Manejos de los cortes y/o pastoreo.** Esta línea de investigación ha sido una de las más estudiadas; sin embargo, la limitante es que se ha concentrado en pocas especies y, principalmente, en condiciones de pastoreo. Deben estudiarse otras especies potenciales, principalmente en lo referente a la tolerancia a frecuencias de corte a diferentes alturas, tasas de recuperación después del corte o ramoneo, mortalidad, respuestas de estas especies al pastoreo directo por herbívoros domésticos, efecto en la longevidad, así como el momento adecuado para realizar el primer corte y/o pastoreo.

**1.5. Información nutricional.** Se tienen informaciones básicas del valor nutricional de algunas especies, pero se requiere ampliar esa información a la mayoría de las especies potenciales, así como detallar lo relacionado con la digestibilidad, el consumo, los compuestos secundarios, las fracciones de carbohidratos y el nitrógeno. Asimismo, es necesario mejorar los laboratorios y la calidad de los análisis realizados.

**1.6. Investigación no orientada.** Las instituciones que han tenido predominio en la investigación agropecuaria (los institutos nacionales de investigación agropecuaria<sup>3</sup> y las universidades/centros de educación superior) durante décadas

the areas of entomology and phytopathology work on crops for human consumption, for which the formation of work teams that include these specialists is required to analyze, in the global context, the problems of these variants in the management of agroforestry systems.

**1.3. Species tolerant to soil salinity and/or floods,** that allow to utilize great extensions with problems of periodical floods and salinity, which severely restrict animal agricultural production<sup>2</sup>.

**1.4. Management of the cuttings and/or grazing.** This line of research has been one of the most studied, however, the limitation consists in that it has been focused on few species and, mainly, under grazing conditions. Other potential species must be studied, chiefly regarding tolerance to cutting frequencies at different heights, recovery rates after cutting or browsing, mortality, responses of these species to direct grazing by domestic herbivores, effect on longevity, as well as the adequate moment for performing the first cutting and or grazing.

**1.5. Nutritional information.** There is basic information of the nutritional value of some species, but it is necessary to extend that information to most of the potential species, as well as to obtain details regarding digestibility, intake, secondary compounds, carbohydrate fractions and nitrogen. Likewise, it is important to improve the laboratories and the quality of the analyses performed.

**1.6. Non oriented research.** The institutions with predominance in livestock research (national institutes of livestock research<sup>3</sup> and the universities/higher education centers) for decades were orienting research towards solving essentially agricultural or livestock problems, that is, towards the study of part of the component and not the whole system applied to producers. During the 90's a group of field essays were started, aiming to study further agroforestry systems; likewise,

<sup>2</sup> Actualmente, a criterios de Shelton (2004), las únicas especies arbóreas leguminosas que pueden conformar sistemas silvopastoriles en zonas inundadas y con salinidad son *Acacia nilotica*, *Sesbania sesban* y *Sesbania randiflora*; además de *Erythrina fusca*, a criterio de los autores.

<sup>3</sup> Por ejemplo, el INIFAP (Méjico), el INIA (Venezuela), el ICA y la CORPOICA (Colombia), la EMBRAPA (Brasil) y el INTA (Argentina), entre otros.

estuvieron orientando la investigación a resolver problemáticas netamente agrícolas o ganaderas, es decir, al estudio de una parte del componente y no de todo el sistema aplicado a los productores. Durante la década de los noventa se inició una serie de ensayos de campo, orientados a profundizar los conocimientos en los sistemas agroforestales; asimismo, al menos en Venezuela, Colombia, Cuba, México, Costa Rica y Brasil, actualmente existen diferentes instituciones o equipos de trabajo<sup>4</sup> encargados de la investigación agroforestal, priorizando el estudio de las interrelaciones entre los componentes del sistema, su evaluación económica y los aspectos sociales derivados de su uso, orientándolos hacia las verdaderas necesidades del sector rural.

**1.7. Falta de educación agroforestal** en las instituciones de educación superior. En la mayoría de los institutos universitarios y facultades de agronomía y veterinaria no se incluyen temas de agroforestería y, menos aún, cursos o asignaturas completas donde se formen las próximas generaciones de profesionales agropecuarios con conceptos agroforestales<sup>5</sup>. Esto ha generado un desconocimiento total en la materia por nuestros egresados con las consecuencias prácticas al no poder identificar un sistema agroforestal y, menos aún, su establecimiento exitoso. Actualmente, con las modificaciones curriculares, se está tratando de incluir el tema en los programas de pregrado y propuestas de asignaturas en los posgrados relacionados con el tema de la producción animal.

**1.8. Período de espera para el establecimiento de los árboles.** Una limitante impor-

at least in Venezuela, Colombia, Cuba, Mexico, Costa Rica and Brazil, there are currently institutions or work teams<sup>4</sup> in charge of agroforestry systems, making emphasis on the study of the interrelations among the components of the system, its economic evaluation and the social aspects derived from its use, orienting them towards the real needs of the rural sector.

**1.7. Lack of agroforestry training** at the institutions of higher education. In most of the Universities and Schools of Agronomy and Veterinary no topics of agroforestry are included and, even less, entire courses or subjects in which the next generations of livestock professionals with agroforestry concepts are formed<sup>5</sup>. This has generated a total lack of knowledge on the topic in our newly graduated professionals with the practical consequences of not being able to identify an agroforestry system and, much less, its successful establishment. Currently, with the curricular modifications the topic is being included in the undergraduate programs and subject proposals in the postgraduate studies related to the topic of animal production.

**1.8. Period of waiting for the establishment of the trees.** An important limitation is the time for using the silvopastoral system, because a long period is required between the beginning of plantation and the utilization by the animals and/or carrying so that the establishment of the trees is not compromised (approximately a year).

In this sense, and in order to reduce the period of recovery of the investment done so as to make the technology more attractive for producers, in

<sup>4</sup> Por ejemplo, el Grupo de Estudios en Agroforestería de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, el CIPAV y el Grupo de Investigación en Producción Animal Sostenible de la Universidad de La Salle, en Colombia; el Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Autónoma de Chapingo, el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) en San Cristóbal de las Casas y el Cuerpo Académico de Agroforestería Pecuaria de la Universidad Autónoma de Chiapas, en México; el Programa de Investigaciones en Sistemas Silvopastoriles de la EEPF "Indio Hatuey", en Cuba; el Centro de Transferencia de Tecnologías en Pastos y Forrajes de la Universidad del Zulia y el Instituto de Producción Animal de la Universidad Central, en Venezuela; el Área de Cuencas y Sistemas Agroforestales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Educación (CATIE), en Costa Rica; así como la Red Brasileña de Agroforestería (REBRAF) y EMBRAPA Florestas, en Brasil, entre otros.

<sup>5</sup> Existen excepciones, por ejemplo los excelentes programas de cursos cortos, maestrías y doctorados del CATIE, Costa Rica; el Cuerpo Académico de Agroforestería Pecuaria de la Universidad Autónoma de Chiapas, México; el Diplomado en Silvopastoreo y una asignatura sobre agroforestería pecuaria en la Maestría en Pastos y Forrajes impartidos en la EEPF "Indio Hatuey", Cuba; y las dos ediciones del Curso Colombiano-Cubano sobre Sistemas Silvopastoriles organizado por CORPOICA, la EEPF "Indio Hatuey" y el ICA, por mencionar algunos.

tante es el tiempo para utilizar el sistema silvopastoril, pues se requiere un período largo entre el inicio de la plantación y la utilización por parte de los animales y/o acarreo para no comprometer el establecimiento de los árboles (aproximadamente un año).

En este sentido, y para reducir el período de recuperación de la inversión realizada como para hacer más atractiva la tecnología a los productores, en Cuba se han obtenido importantes experiencias en la siembra de cultivos de ciclo corto (melón, maíz, frijoles, calabaza, pepino, boniato/batata y yuca) entre los surcos de leucaena durante el período de establecimiento y antes de la siembra de los pastos, cuyo corte, si se prolonga el establecimiento, puede ser utilizado como forraje o para producir heno. Dichos cultivos de ciclo corto exigen mantener el área limpia de malas hierbas y posibilitan obtener ingresos por su venta, lo cual amortiza parcial o totalmente la inversión realizada en el establecimiento del sistema silvopastoril.

Otra solución aplicada en Cuba es la preparación del terreno por franjas cuando existe un adecuado pasto base, lo cual reduce el costo de establecimiento en un 34,6% (tabla 1).

Respecto a la amortización de la inversión, esta se recuperó en el primer año de explotación a partir de la producción de leche y la obtención de los terneros.

## 2. Factores socioeconómicos

**2.1. Insuficiente grado de extensión y tasa de difusión y adopción.** Tradicionalmente han existido barreras enormes entre la investi-

Cuba important results have been obtained in the sowing of short cycle crops (melon, corn, beans, pumpkin, cucumber, sweet potato and cassava) between the rows of Leucaena during the establishment period and before sowing the pastures, which cutting, if the establishment is extended, could be used as forage or for producing hay. Such short cycle crops demand that the area is free from weeds and they allow to obtain income for their sale, which amortizes partially or totally the investment done in the establishment of the silvopastoral system.

Another solution applied in Cuba is the preparation of the land in patches when there is an adequate base pasture, which reduces the cost of establishment in 34,6% (table 1).

Regarding the amortization of the investment, this is recovered in the first year of exploitation from milk production and the calves.

### 2. Socioeconomic factors

**2.1. Insufficient degree of extension work and rate of diffusion and adoption.** There have traditionally existed huge barriers between research and the application of its achievements, which has been much greater in the agroforestry area. For such reason, a technology transference process (it can also be called diffusion and adoption of technologies) is required, in which the results of research are introduced in practice, with the indispensable occurrence of technological and organizational innovations, and at the same time, they are validated under production conditions.

For that to happen there must be an adequate **degree of transparency** in the livestock sector

Tabla 1. Costo del establecimiento de ambas alternativas del silvopastoreo (\$/ha).

Table 1. Cost of the establishment of both silvopastoral system alternatives (\$/ha).

Producto/labor	Por franjas	Convencional
Siembra de Leucaena	7,98	7,98
Inóculo	0,83	0,83
Siembra de hierba guinea ( <i>Panicum maximum</i> )	-	48,00
Preparación de tierra	27,31	99,25
Salario	153,52	153,52
Alambre de púas (cercado)	37,27	37,27
Total	226,91	346,85

Fuente: Lamela, Simón, Suárez y Pérez (2002)

gación y la aplicación de sus logros, lo cual ha sido mucho mayor en el área agroforestal. Por esta razón, se requiere un proceso de transferencia de tecnologías (también puede denominarse difusión y adopción de tecnologías), donde se introduzcan en la práctica, con la indispensable ocurrencia de innovaciones tecnológicas y organizativas, y al mismo tiempo, se validen los resultados de las investigaciones en condiciones de producción.

Para que esto ocurra es necesario que exista un adecuado **grado de transparencia** en el sector agropecuario (Suárez, Martínez, Ibarra, Blanco y Machado, 2002). La difusión de una tecnología en un sector sigue un proceso en el cual existen fundamentalmente dos grupos: el primero, los adoptantes iniciales (los clientes pioneros o innovadores), que son los que corren los riesgos inherentes a las nuevas tecnologías; y el segundo, compuesto por el resto de las empresas que adoptan la tecnología cuando ya ha demostrado sus potencialidades. No obstante, para que el segundo grupo (más numeroso) adopte la tecnología es preciso que en el sector haya transparencia -alto grado de información en circulación-, de forma tal que se conozcan las experiencias y resultados de los adoptantes iniciales.

En el aumento del grado de transparencia sectorial desempeñan un papel clave los ministerios de agricultura y organizaciones similares, los sistemas y estructuras de transferencia de tecnologías, la labor de capacitación, posgrado y asesoría que brindan los centros de investigación y universidades, la asociaciones nacionales de producción animal, las organizaciones y asociaciones de productores y campesinas, las ferias y exposiciones ganaderas, los congresos, simposios y talleres, así como las publicaciones que genera el sector.

Un ejemplo de ello, en el caso de Cuba, fue el hecho de que, como producto de la transparencia de información que se generó sobre los resultados pioneros de la adopción de los sistemas silvopastoriles en la provincia de La Habana (7 139 hectáreas) durante 1997 y 1998, y potenciado por la publicación de un manual para productores, un libro y numerosos artículos, así como el

(Suárez, Martínez, Ibarra, Blanco and Machado, 2002). The diffusion of a technology in a sector follows a process in which there are mainly two groups: the first one, the initial adopting group (the pioneer or innovating clients), who take the risks inherent to new technologies; and the second group, formed by the rest of the firms that adopt the technology when its potential has been proved. Nevertheless, for the second group (the most numerous) to adopt the technology it is essential that there is transparency in the sector – high degree of circulating information -, so that the experiences and results of the initial adopting group are known.

In the increase of the transparency degree of the sector, the ministries of agriculture and similar organizations, the systems and structures of technology transference, the training, postgraduate studies and consultancy offered by the research centers and universities, the national associations of animal production, the organizations and associations of producers and farmers, the livestock fairs and expositions, the congresses, symposiums and workshops, as well as the publications generated by the sector, play a key role.

An example, in the case of Cuba, was that, as a consequence of the information transparency generated about the pioneer results of the adoption of silvopastoral systems in Havana province (7 139 hectares) during 1997 and 1998, and supported by the publication of a manual for producers, a book and many articles, as well as the development of a Diplomatic course on the topic and the trips of researchers through different regions of the country, a diffusion of the technology was produced, mainly in the provinces Matanzas (1 422 ha), Camagüey (1 885 ha) and Holguín (1 188 ha), as well as other 8 175 hectares in the rest of the country, which totaled 19 809 hectares dedicated to silvopastoral systems.

A very used strategy in the region for promoting transparency, and with it the diffusion and adoption of technologies is to create or encourage "window" farms in the lands of the leader producers of a zone, who become the pioneer innovators and play multiplying functions

desarrollo de un Diplomado en la temática y los recorridos de investigadores por diferentes regiones del país, se produjo una difusión de la tecnología, sobre todo en las provincias de Matanzas (1 422 ha), Camagüey (1 885 ha) y Holguín (1 188 ha), así como otras 8 175 hectáreas en el resto del país, lo cual totalizó unas 19 809 ha dedicadas al silvopastoreo.

Una estrategia muy utilizada en la región para fomentar la transparencia, y con ello la difusión y adopción de tecnologías, es crear o potenciar fincas “vitrinas” en las tierras de productores líderes de una zona, quienes se convierten en los innovadores pioneros y desempeñan funciones multiplicadoras al adoptar y validar los sistemas sostenibles de producción en sus unidades de producción. En la medida que se adopten estos sistemas, se organizarán visitas a estas fincas con productores locales para el intercambio y la vinculación “productor a productor”, cuyos logros principales se manifiestan en una motivación a otros productores y el intercambio de iniciativas y experiencias.

La acción del gobierno central, regional y/o municipal es fundamental para crear programas agroalimentarios por regiones que permitan financiar las actividades de difusión y adopción tecnológica, así como la capacitación de los productores en todos los elementos teórico-prácticos, además de proveer al sector de graduados altamente calificados a nivel de pregrado/posgrado y desarrollar políticas y estrategias sectoriales y regionales para el fomento de la difusión de tecnologías, la innovación y la capacidad empresarial en el tejido productivo local, el surgimiento y desarrollo de empresas, así como su vinculación con los centros de investigación y universidades (Schiavo y Dabat, 2004)<sup>6</sup>.

by adopting and validating sustainable production systems in their production units. As these systems are adopted, visits to these farms will be organized with local producers for the “producer to producer” exchange and link, which main achievements are shown as a motivation to other producers and the exchange of initiatives and experiences.

The action of the central, regional and/or municipal government is essential to create agricultural and food programs per regions that allow to finance the activities of technological diffusion and adoption, as well as the training of producers in all the theoretical-practical elements, in addition to provide the sector with highly qualified graduates at undergraduate/postgraduate level and develop sector and regional policies and strategies for the promotion of technology diffusion, innovation and firm capacity in the local productive tissue, the emergence and development of firms, as well as their link to the research centers and universities (Schiavo and Dabat, 2004)<sup>6</sup>.

**2.2. Credits.** The establishment of an agroforestry system means hundreds of plants per hectare, which requires substantial investments of time and money. Financial supports or aids could be obtained through agricultural credits with low interest rates, certificated by cooperatives of producers or associations of cattle breeders; the costs can be assumed as state investments, self-financed firm projects (their own investment) or within the frame of development projects with government financing, private or joint<sup>7</sup>.

**2.3. Seeds.** Currently, in general in the whole region, there is not a mechanism to provide seeds of high quality, availability and reasonable prices. This has become a great problem and an important

<sup>6</sup> Entre las políticas sectoriales y regionales se encuentran la creación de parques y polos tecnológicos, incubadoras y centros de apoyo a empresas, así como servicios de consultorías. Ejemplos de ello en América Latina y el Caribe, y con referencia a la agricultura, pueden mencionarse los casos del Polo Tecnológico de Rosario (Argentina), que alberga al Instituto Nacional de Agrobiotecnología, el Centro Binacional de Genómica Vegetal y las empresas de base tecnológica BIOCERES y BIOSIDUS incubadas por el CONICET; el Área Agropecuaria del Polo Científico de La Habana, compuesto por el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, el Instituto de Ciencia Animal y el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, así como el programa de creación de pequeñas organizaciones de base tecnológica a ciclo cerrado (I+D-Producción-Comercialización) del Ministerio de Educación Superior de Cuba en el macrosector de las Biociencias; los denominados sistemas productivos agroalimentarios locales de México (Díaz-Bautista, 2002), el Fondo de Financiamiento a Emprendedores del Gobierno del Estado de Morelos, México; los emprendimientos agropecuarios incubados por el Centro

**2.2. Créditos.** El establecimiento de un sistema agroforestal significa cientos de plantas por hectárea, lo que requiere sustanciales inversiones de tiempo y dinero. Soportes o ayudas financieras pudieran obtenerse a través de créditos agrícolas con bajas tasas de interés, certificados por cooperativas de productores o asociaciones de ganaderos; los costos pueden ser asumidos como inversiones estatales, proyectos empresariales autofinanciados (inversión propia) o en el marco de proyectos de desarrollo con financiamiento gubernamental, privado o mixto<sup>7</sup>.

**2.3. Semillas.** Actualmente, de forma general en toda la región, se carece de un mecanismo que proporcione semillas de alta calidad, disponibilidad y precios razonables. Esto se ha convertido en un enorme problema y una limitante importante en el establecimiento de los sistemas agroforestales, debido a las limitaciones o la falta de interés de empresas importantes en el área de la producción y la comercialización de semillas<sup>8</sup>.

Una solución a este problema puede ser el establecimiento de alianzas estratégicas entre universidades e institutos de investigación, gobiernos regionales o municipales y pequeños y medianos productores para la producción de semillas destinada al autoconsumo regional y la comercialización de los excedentes. De esta forma, los resultados de investigación relativos a la evaluación, selección y mejora del germoplasma de plantas forrajeras arbóreas y herbáceas se difunden hacia los pequeños y medianos productores que se comprometen a multiplicar de forma participativa el material con soporte financiero del Estado, garantizando el suministro a cooperativas de distribución y mercadeo.

Tecnológico de Desarrollo Regional de Viçosa de la Universidad Federal de Viçosa, los cuales han posibilitado crear empresas relacionadas con la hidroponía, los softwares de uso forestal y diagnósticos rurales, así como la producción de suplementos alimenticios nutricionales, como Aquaplanta Viçosa Ltda., iPlanus y ARVES Alimentos, y los programas de financiamiento y apoyo a la innovación gestionados por la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP) y el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq); el Centro de Incubación de Empresas Agroalimentarias del Instituto Tecnológico de Costa Rica; y el Programa Federal de Reconversion Productiva de las PYMES Agroindustriales (Programa Cambio Rural), coordinado por el INTA, los gobiernos provinciales y asociaciones de productores; entre otros.

<sup>7</sup> En el caso cubano se ha aplicado tanto el financiamiento centralizado por el Estado (por ejemplo, con los adoptantes pioneros de La Habana) y el autofinanciamiento empresarial, como la ejecución de proyectos de desarrollo productivo financiados por ONG's o entre éstas y el Estado.

<sup>8</sup> Las empresas de producción de semillas en la región que poseen en su cartera de productos simientes de plantas forrajeras se han concentrado, principalmente, en los pastos y forrajes herbáceos; una de las honrosas excepciones es el Programa de Semillas Forestales del CATIE.

limitation in the establishment of agroforestry systems, due to the limitations or the lack of interest by important firms in the field of seed production and commercialization<sup>8</sup>.

A solution to this problem can be the establishment of strategic alliances among universities and research institutes, regional or municipal governments and small and medium producers for the production of seeds destined to regional consumption and the commercialization of the exceeding production. Thus, the research results related to the evaluation, selection and improvement of the germplasm of tree and herbaceous forage plants are disseminated towards the small and medium producers that commit themselves to multiply in a participatory way the material with financial support by the State, guaranteeing the supply to distribution and marketing cooperatives.

**2.4. Labor.** There is need of qualified labor that can follow up the management and use of silvopastoral systems. For that, workers and technicians must be formed through governmental agencies and/or agencies in charge of regional development, as well as highly qualified specialists through postgraduate courses, master and doctorate studies on this topic.

In the solution of this limitation the regional collaboration and cooperation, related to the organization and development of formation actions can have a positive influence, which may have as institutional framework the agreements of the Iberian-American Summits of Heads of States and Governments and the Bolivarian Alternative for Latin America and the Caribbean (ALBA). Some examples of the achievements

**2.4. Mano de obra.** Existe una necesidad de mano de obra calificada que pueda dar seguimiento al manejo y uso de los sistemas silvopastoriles. Para ello, debe formarse personal tanto obrero como técnico por medio de agencias gubernamentales y/o encargadas del desarrollo regional, así como especialistas altamente calificados a través de cursos de posgrado, maestrías y doctorados en este tema.

En la solución de esta limitación puede influir positivamente la colaboración y la cooperación regional, relativa a la organización y desarrollo de acciones de formación, lo cual puede tener como marco institucional los acuerdos de las Cumbres Iberoamericanas de Jefes de Estado y de Gobierno y la Alternativa Bolivariana para América Latina y el Caribe (ALBA). Ejemplos de lo alcanzado hasta el momento en la capacitación colaborativa del factor humano en la región son:

- Los numerosos profesores universitarios cubanos que han trabajado como docentes por más de 20 años en universidades de México, Colombia, Venezuela, Brasil y Ecuador, así como de Honduras, Guatemala, Nicaragua, Perú, Bolivia, Uruguay, Argentina, Chile, Puerto Rico, República Dominicana, Belice, Curazao, Martinica y Haití, sin considerar a África, Europa y Canadá.
- El Programa de Postgrado en Agricultura y Conservación de los Recursos Naturales que posee el CATIE, incluyendo becas, para profesionales de un conjunto de países de América Latina y el Caribe, en el cual desempeña un papel clave la agroforestería.
- Las dos ediciones del Curso Colombiano-Cubano sobre Sistemas Silvopastoriles que se ha impartido en varias ciudades colombianas para cientos de profesores, investigadores y productores, así como las acciones conjuntas entre instituciones cubanas y mexicanas para la capacitación de productores en los centros de desarrollo tecnológico dependientes de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) administrados por el Banco de México.

in the collaborative training of the human factor until now in the region are:

- The numerous Cuban university professors who have worked for more than 20 years teaching at universities of Mexico, Colombia, Venezuela, Brazil and Ecuador, as well as in Honduras, Guatemala, Nicaragua, Peru, Bolivia, Uruguay, Argentina, Chile, Puerto Rico, the Dominican Republic, Curacao, Martinique and Haiti, without considering Africa, Europe and Canada.
- The Postgraduate Program on Agriculture and Conservation of Natural Resources of CATIE, including scholarships, for professionals of a group of countries from Latin America and the Caribbean, in which agroforestry plays a key role.
- The two editions of the Cuban-Colombian course about Silvopastoral Systems which has been taught in several Colombian cities for hundreds of professors, researchers and producers, as well as the joint actions between Cuban and Mexican institutions for the training of producers in the centers of technological development dependent on the Trusts Instituted in Regards to Agriculture (FIRA) managed by the Bank of Mexico.
- The programs of scholarships and aids of the Ayacucho Foundation (Venezuela), CONACYT (Mexico), CAPES and FAPESP (Brazil), COLCIENCIAS (Colombia) and CONICYT (Chile), etc., for the formation, even to the level of master, doctorate and post-doctorate's degree, of their citizens in other countries and also foreign personnel.

### 3. Sociocultural

**3.1.Tradition.** The producers of developing countries have traditionally adopted grasses as basic crops for ruminant feeding, acquiring through the years a technological package through trial and error, for which, in many cases, they have difficulties to modify and change their production systems based on herbaceous pastures, by others that are more diversified and complex to be managed, such as silvopastoral and agroforestry systems in general.

- Los programas de becas y ayudas de la Fundación Ayacucho (Venezuela), CONACYT (Méjico), CAPES y FAPESP (Brasil), COLCIENCIAS (Colombia) y CONICYT (Chile), por mencionar algunos ejemplos, para la formación, incluso a nivel de maestrías, doctorados y posdoctorados, de sus ciudadanos en otros países y de extranjeros.

### **3. Sociocultural**

**3.1. Tradición.** Los productores de los países en desarrollo tradicionalmente han adoptado las gramíneas como cultivos básicos para la alimentación de rumiantes, logrando adquirir a través de los años un paquete tecnológico a fuerza de prueba y error, por lo cual, en muchos casos, se resisten a modificar y a cambiar sus sistemas de producción basados en herbáceas, por otros más diversificados y complejos de manejar, como los sistemas silvopastoriles y agroforestales en general.

Por ello, para lograr una adopción exitosa y entusiasta de dichos sistemas se requiere de una real integración entre productores, investigadores y extensionistas, con una alta capacidad de ejecutar innovaciones tecnológicas y organizativas para difundir y adoptar no sólo proyectos adaptados a una determinada zona agroecológica, sino también a las condiciones y características del productor, el cual tiene que desempeñar un papel activo para lograr elevadas tasas de adopción y resultados exitosos.

En este sentido, se deben buscar los núcleos o agrupaciones de productores innovadores que acepten incorporar estos sistemas agroforestales en su modelo de producción, en lo cual resulta clave el análisis con cada productor relacionado con su disponibilidad de recursos materiales y/o financieros, acceso a los créditos y posibilidades de desarrollar diversas alternativas. Cuando se trata de productores de escasos recursos, hay mucha dificultad para implementar el sistema, especialmente por su baja capacidad de inversión.

En todos los casos es importante y esencial presentarle al productor el análisis de costo-beneficio del sistema agroforestal y de recuperación

Because of that, in order to achieve a successful and enthusiastic adoption of those systems, a real integration among producers, researchers and extension workers is required, with high capacity to execute technological and organizational innovations to disseminate and adopt not only projects adapted to a certain agroecological zone, but also to the conditions and characteristics of the producer, who must play an active role to achieve high adoption rates and successful results.

In this sense, the cores or groups of innovating producers who accept to incorporate these agroforestry systems to their production model should be found, in which plays a key role the analysis with each producer related to his availability of material and/or financial resources, access to credits and possibilities of developing diverse alternatives. When dealing with producers of little resources, there is great difficulty to implement the system due to their low investment capacity.

In all cases it is important and essential to present to the producer the cost-benefit analysis of the agroforestry system and the recovery of the investment, which allows to convince him to modify his traditional systems.

**3.2. Belief that the pasture is scarce under trees.** A limitation for establishing the silvopastoral systems is the belief that the yield of the pastureland is reduced under trees, which has been proven to be false when prunings of the trees separated at correct intervals are carried out (Pentón and Blanco, 1997; Pezo and Ibrahim, 1999; Pentón, Simón and Alonso, 2002), except when high densities are used or when the trees have a wide and dense crown.

### **Final considerations**

Silvopastoral systems represent a viable option from the ecological and sociocultural point of view, as an economically profitable alternative for livestock in Latin America. Nevertheless, their process of dissemination and adoption is affected by a set of limitations, for which the integrated work of training-research-extension must be continued with the purpose of decreasing the

ción de la inversión, que permita convencerlo para modificar sus sistemas tradicionales.

**3.2. Creencia de que el pasto escasea debajo de los árboles.** Una limitante para establecer los sistemas silvopastoriles es la creencia de que el rendimiento del pastizal se reduce debajo de los árboles, la cual se ha demostrado que es falsa cuando se realizan correctas podas escalonadas de los árboles (Pentón y Blanco, 1997; Pezo e Ibrahim, 1999; Pentón, Simón y Alonso, 2002), excepto cuando se emplean altas densidades o si los árboles son de copa amplia y tupida.

### Consideraciones finales

Los sistemas silvopastoriles representan una opción viable desde el punto de vista ecológico y sociocultural, como una alternativa rentable económico para la ganadería en Latinoamérica. Sin embargo, su proceso de difusión y adopción es afectado por un conjunto de limitaciones, por lo cual se debe continuar en la labor integrada de educación-investigación-extensión con el propósito de disminuir la incidencia de los factores que limitan su implementación a escala productiva.

### Referencias bibliográficas

- Díaz-Bautista, A. 2002. Efectos de la globalización en la competitividad y en los sistemas productivos locales de México. Observatorio de la Economía Latinoamericana, 25 p. [en línea] <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/index.htm> [consultado: 23-7-06]
- Espinel, R. (Ed.). 1999. Resúmenes del I Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Agrícola Sostenible. CIPAV. Cali, Colombia. 75 p.
- Ibrahim, M. (Comp.). 2001. Proceedings of 1<sup>th</sup> International Symposium on Silvopastoral Systems and 2<sup>nd</sup> Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. CATIE. San José de Costa Rica. 479 p.
- Lamela, L.; Simón, L.; Suárez, J. & Pérez, A. 2002. La gestión de la innovación y de la transferencia de tecnologías en la EEPF "Indio Hatuey": Estudios de casos. *Pastos y Forrajes*. 25:31
- Mannetje, L.; Ramírez, L.; Ibrahim, M.; Sandoval, C.; Ojeda, Nadia & Ku, J. (Eds.). 2004. Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Symposium on Silvopastoral Systems and 3<sup>rd</sup> Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México. 346 p.
- Pentón, Gertrudis & Blanco, F. 1997. Influencia de la sombra de los árboles en la composición química y el rendimiento de los pastos. *Pastos y Forrajes*. 20:101
- Pentón, Gertrudis; Simón, L. & Alonso, F. 2002. Efecto del manejo de la sombra proyectada por plantas de *Albizia procera* sobre la recuperación del pasto *Brachiaria decumbens*. Memorias del V Taller Internacional "Utilización de los sistemas silvopastoriles para la producción animal". [cd-rom]. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Pezo, D. & Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- Schiavo, Ester & Dabat, G. 2004. Los Actores de Petrópolis-Tecnópolis: ¿Experiencia de desarrollo endógeno basada en nuevas tecnologías?. *Problemas del Desarrollo*. 35 (139):209
- Shelton, H.M. 2004. Importance of tree resources for dry season feeding and the impact on productivity of livestock farms. In: Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Symposium on Silvopastoral Systems. (Eds. Mannetje, L.; Ramírez, L.; Ibrahim, M.; Sandoval, C.; Ojeda, Nadia & Ku, J.). Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. p. 158
- Suárez, J.; Martínez, A.; Ibarra, S.; Blanco, F. & Machado, Hilda. 2002. Factores que influyen en la difusión de tecnologías apropiadas para la ganadería. *Pastos y Forrajes*. 25:135

incidence of the factors that limit their implementation at productive scale.

--End of the English version--

- Recibido el 3 de julio del 2006  
Aceptado el 14 de agosto del 2006