

## **Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable. Apuntes para el conocimiento**

### **Agrosilvopastoral designs in the context of developing a sustainable livestock production. Notes for knowledge**

J. M. Iglesias, F. Funes-Monzote, Odalys C. Toral, L. Simón y Milagros Milera

*Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*

*Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba*

*E-mail: [jesus.iglesias@indio.atenas.inf.cu](mailto:jesus.iglesias@indio.atenas.inf.cu)*

#### **Resumen**

El trabajo tiene como objetivo reseñar la utilización de los sistemas agrosilvopastoriles en diferentes regiones subtropicales, con énfasis en las condiciones de Cuba. En él se describen los conceptos principales de estos sistemas agroforestales, así como las ventajas y desventajas de su aplicación. Se analizan las principales salidas y diseños de diferentes sistemas agrosilvopastoriles estudiados en Cuba, Brasil y Colombia, donde se demuestra la posibilidad de su implementación en condiciones de alta fragilidad y limitaciones productivas, sin alterar la estabilidad ecológica y con aceptables resultados en la gestión económica. Una parte importante del trabajo lo constituye la descripción de las características de los huertos caseros en Cuba, los que son muy diversos en cantidad de especies y variedades, y bien complejos y variados en estructura y asociaciones. Se recomienda incrementar el uso de los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto en que se desarrollan los sistemas agropecuarios actuales, por sus resultados económico-productivos y su contribución al equilibrio de los agroecosistemas.

Palabras clave: Diseños agrosilvopastoriles, huertos familiares

#### **Abstract**

The objective of this work was to review the utilization of agrosilvopastoral systems in different subtropical regions, with emphasis on Cuban conditions. In it the main concepts of these agroforestry systems are described, as well as the advantages and disadvantages of their application. The principal outputs and designs of different agrosilvopastoral systems studied in Cuba, Brazil and Colombia are analyzed, showing the possibility of their implementation under conditions of high fragility and productive limitations, without altering the ecological stability and with acceptable economic results. An important part of the work is the description of the characteristics of home gardens in Cuba, which are highly diverse regarding the quantity of species and varieties, and very complex and varied in structure and associations. To increase the use of agrosilvopastoral systems in the context in which current livestock production systems are developed is recommended, due to their economic-productive results and their contribution to the balance of agroecosystems.

Key words: Agrosilvopastoral designs, mixed home gardens

### Introducción

Las graves afectaciones de los recursos naturales y la actual crisis económica y social que atraviesan diversos países, han revitalizado el interés por lograr un desarrollo acelerado y sostenido de la agricultura, el cual solo se conseguirá en la medida en que las estrategias de producción sean congruentes con el uso racional del ecosistema. En este contexto, visualizar la actividad agropecuaria en los sistemas agroforestales constituye un enfoque válido, necesario y actual en la investigación y la capacitación para el desarrollo pecuario de los trópicos.

Con la aplicación de las técnicas agroforestales, las actividades agrícolas y ganaderas adquieren un carácter permanente; su desarrollo no requiere de altos insumos, ya que el uso de la maquinaria es mínimo, ni tampoco se precisa de altas dosis de fertilizantes ni pesticidas para mantener el sistema de producción de forma sostenible. En este sentido, los sistemas agroforestales se presentan como un reto para la esfera agropecuaria, por ser una solución económicamente viable, socialmente aceptada y que no produce daños ambientales.

Bajo el nombre de sistemas agrosilvopastoriles (SASP) se agrupa un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno (Nair, 1985; Nair, 1989), con interacciones significativas ecológicas y/o económicas (Kapp, 1989), o solo necesariamente biológicas (Somarriba, 1998), entre los componentes.

Según Pardini (2007) estos son sistemas complejos, que integran pastos, cultivos forrajeros, cultivos varios, animales y diferentes recursos, incluyendo la forestería y la agricultura. La integración puede ser dentro del recurso (por ejemplo, pasto asociado con árboles), dentro de la finca (ganado que pastorea rastrojos de cereales y en el bosque), o dentro de un territorio extenso (ejemplos asociados al nomadismo y la trashumancia).

Este trabajo tiene como objetivo reseñar la utilización de los sistemas agrosilvopastoriles en

### Introduction

The serious affectations of natural resources and the current economic and social crisis several countries go through have revitalized the interest in achieving an accelerated and sustained development of agriculture, which will only be reached when production strategies are in agreement with the rational use of the ecosystem. In this context, visualizing the livestock production activity in agroforestry systems constitutes a valid, necessary and current approach in research and training for livestock development in the tropics.

With the application of agroforestry techniques, the agricultural and livestock production activities acquire a permanent character: their development does not require high inputs, because the machinery use is minimum, no high doses of fertilizers or pesticides are necessary to sustainably maintain the production system. In this sense, agroforestry systems are presented as a challenge for the livestock production sector, for being an economically viable, socially accepted, solution, and which does not produce environmental damage.

Under the name agrosilvopastoral systems (ASPS) a group of land use techniques is gathered, implying the deliberate combination or association of a ligneous component (forestry or fruit) with livestock and/or crops on the same land (Nair, 1985; Nair, 1989), with significant ecological and/or economic (Kapp, 1989), or only necessarily biological interactions (Somarriba, 1998), among the components.

According to Pardini (2007), they are complex systems, which integrate pastures, forage crops, varied crops, animals and different resources, including forestry and agriculture. The integration can occur within the resource (for example, pasture associated to trees), within the farm (livestock grazing cereal stubble and in the forest), or within a large territory (examples associated to nomadism and transhumance).

The objective of this work is to review the utilization of agrosilvopastoral systems in different subtropical regions, with emphasis on Cuban conditions.

diferentes regiones subtropicales, con énfasis en las condiciones de Cuba.

*Ventajas y desventajas del uso de los sistemas agrosilvopastoriles*

Varios autores han analizado las ventajas y desventajas de los SASP. De acuerdo con Ruiz (1983) algunos de los factores que favorecen la presencia de la ganadería en los SASP son:

- Los pequeños productores, con limitaciones de área, pueden llegar a producir en los bosques alimentos de origen animal (leche, carne) sin sacrificar el área dedicada a cultivos. Se logra así una diversificación de insumos de mano de obra y la naturaleza de los productos del sistema de finca.
- Además de las ventajas directas, los productores pueden obtener beneficios económicos resultantes de la leña, postes, madera y forraje. Los tres últimos son de uso eventual para beneficio del componente ganadero.
- La ganadería permite la utilización y el control de los pastos y las malezas que compiten con el desarrollo de los árboles juveniles. En el caso de los árboles frutales o las palmas, la labor de limpieza que hace el ganado sobre el pastizal facilita la cosecha de los frutos.
- El pastoreo de la vegetación de cobertura reduce el riesgo de incendios.
- En el caso de asociaciones de ganadería con cultivos, la principal ventaja radica en que entre el 60 y 70% de la biomasa vegetal puede usarse en la alimentación del ganado sin causar competencia con la alimentación humana.
- En el caso particular de ganadería asociada con árboles fijadores de nitrógeno (AFN), es lógico que estos contribuyan a la fertilidad del suelo, además de ser un suplemento proteínico cuando sus hojas y ramas comestibles son utilizadas como forraje.

Por otro lado, también es importante reconocer que hay desventajas. Las más importantes son:

- El efecto de compactación que ejerce el pisoteo del ganado sobre el suelo.
- La cosecha mecanizada de cultivos, la henificación o el ensilado son dificultadas por

*Advantages and disadvantages of the use of agrosilvopastoral systems*

Several authors have analyzed the advantages and disadvantages of ASPs. According to Ruiz (1983), some of the factors that favor the presence of livestock production in ASPs are:

- Small farmers, with area limitations, can produce foodstuffs from animal origin (meat, milk) in the forests without sacrificing the area dedicated to crops. A diversification of inputs, labor and nature of the products from the farm system is thus achieved.
- In addition to the direct advantages, farmers can obtain economic benefits resulting from firewood, poles, timber and forage. The last three are temporarily used to benefit the livestock component.
- Livestock production allows the utilization and control of pastures and weeds that compete with the development of juvenile trees. In the case of fruit trees or palm trees, the cleaning performed by livestock on the pastureland facilitates fruit harvest.
- The grazing of the cover vegetation reduces fire risk.
- In the case of associations of livestock production with crops, the main advantage lies on the fact that between 60 and 70% of the plant biomass can be used for feeding the livestock without causing competition with human feeding.
- In the particular case of livestock production associated to nitrogen-fixing trees (NFT), it is logical that they contribute to soil fertility, in addition to being a protein supplement when their leaves and edible branches are used as forage.

On the other hand, it is also important to acknowledge that there are also disadvantages. The most important ones are:

- The compacting effect exerted by the trampling of livestock on the soil.
- The mechanized crop harvest, hay-making or ensiling are hindered by the interference of trees, unless their planting is planned for those purposes, using single lines or strips.

- la interferencia de los árboles, a menos que la plantación de estos se planifique con esos fines, ya sea usando líneas simples o franjas.
- En repetidas oportunidades algunos SASP se han considerado como prácticas de subsistencia, y como este término está cargado de connotaciones negativas, los SASP podrían no ser aceptados en un ámbito más amplio.
  - El grado de desconocimiento de las técnicas agrosilvopastoriles y la falta de personal entrenado, hacen que el avance previsto disminuya por la escasez de recursos y por la complejidad del tema.
  - La experimentación formal de estas combinaciones es compleja no solo desde el punto de vista práctico, sino también biométrico, y requiere de un compromiso a largo plazo que pocas instituciones están dispuestas a asumir.
- Frequently, some ASPS have been considered subsistence practices, and as this term is loaded with negative connotations, ASPS could not be accepted in a wider context.
  - The degree of ignorance about agrosilvopastoral techniques and the lack of trained personnel, cause that the foreseen advance decreases due to the scarcity of resources and the complexity of the topic.
  - The formal experimenting of these combinations is complex, not only from the practical, but also from the biometric point of view, and requires a long-term commitment that few institutions are willing to make.

#### *Implementación de arreglos agrosilvopastoriles en áreas silvícolas y frutales establecidas*

La actual coyuntura económica que atraviesan los países en vías de desarrollo del área del subtrópico americano ha obligado a reorientar los sistemas productivos, por lo que se ha ido al rescate de estas tecnologías agrosilvopastoriles, encaminadas principalmente a permitir actividades agropecuarias en condiciones de alta fragilidad y limitaciones productivas, donde se intenta lograr una gestión económica más eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica; ello contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y, como consecuencia, mejorar el nivel de vida de la población rural (Renda *et al.*, 1997).

En este sentido, Merlán *et al.* (2005) demostraron la factibilidad económica de la implementación de un sistema agrosilvopastoril con relación al sistema forestal tradicional, a partir de la determinación de los gastos incurridos y los ingresos generados por cada actividad, y de la relación costo-beneficio del nuevo sistema implementado.

La inclusión de ganado ovino para pastoreo en las plantaciones silvícolas y el desarrollo de la apicultura en esa área forestal, propiciaron la diversificación de la producción y el aumento de

#### *Implementation of agrosilvopastoral arrangements in established forest and fruit areas*

The current economic situation undergone by developing countries of the American subtropical area has forced to reorient productive systems, for which the recovery of these agrosilvopastoral technologies has began, mainly aiming at allowing livestock production activities under high fragility conditions and with productive limitations, where a more efficient economic management is sought, altering only slightly the ecological stability; this contributes to reach sustainability of the production systems and, subsequently, improve the living conditions of the rural population (Renda *et al.*, 1997).

In this sense, Merlán *et al.* (2005) showed the economic feasibility of the implementation of an agrosilvopastoral system as compared to the traditional forestry system, from the determination of the expenses and the incomes generated by each activity, and the cost-benefit ratio of the new implemented system.

The inclusion of sheep for grazing in forest plantations and the development of beekeeping in that forestry area, propitiated the diversification of production and income increase for the farmer and the system, with values over 40 000 pesos, as compared to only 1 711 pesos in the traditional extractive system. Thus higher net profits (12 491,6 pesos) were achieved and the cost-benefit ratio was higher than one (2,87), which implied obtaining earnings.

los ingresos al finquero y al sistema, con valores por encima de los 40 000 pesos, comparado con solo 1 711 pesos en el sistema extractivo tradicional. De esta manera, se lograron mayores beneficios netos (12 491,26 pesos) y la relación beneficio-costo fue mayor que uno (2,87), lo que implicó la obtención de ganancias.

Por su parte, Mosquera *et al.* (2005) transformaron áreas forestales de *Albizia saman* (algarrobo del país) y *Enterolobium cyclocarpum* (oreja de negro), y de los frutales *Pouteria mammosa* (mamey) y *Mangifera indica* (mango) en sistemas integrados con pastoreo de animales, donde incluyeron ganado vacuno y ovino como una fuente adicional de ingresos en la finca.

Como resultado de este diseño agrosilvopastoril se mejoró notablemente la composición florística del pasto acompañante, disminuyéndose los gastos de mantenimiento y desmalezado de las plantaciones. Se lograron producciones de carne ovina de 61 g/animal/día y 0,54 t de carne/año; mientras que la producción de leche promedio anual fue de 4,0 kg/vaca, con una producción total de 1 423 kg, así como un incremento en la producción de vainas y frutos de las especies arbóreas (0,63 y 0,86 t/ha para algarrobo y oreja de negro y 9,2 y 10,1 t/ha en mango y mamey, respectivamente).

Calzadilla (citado por Renda *et al.*, 1997) obtuvo similares resultados en cuanto a la producción animal, al introducir animales de la raza ovina Pelibuey bajo una plantación de cuatro años, constituida por *Khaya nyasica*, *Khaya senegalensis* y *Swietenia macrophylla*, con el objetivo de aprovechar la disponibilidad de biomasa de pasto existente (*Panicum maximum*) bajo el dosel de los árboles. Con una carga de 11 animales/ha, en la categoría de hembras en desarrollo se obtuvieron 66 g diarios de ganancia, mientras que en la ceba fue de 57,5 g/animal/día.

El rendimiento de los frutales se corresponde con lo obtenido por Muñoz *et al.* (2001), quienes lograron aumentos en el número de productos cosechados, en la producción total y en el rendimiento de los frutos desde 0,5 hasta 6,0 t/ha, en un sistema integrado agrícola/pecuario bajo frutales.

On the other hand, Mosquera *et al.* (2005) transformed forestry areas of *Albizia saman* and *Enterolobium cyclocarpum* and of the fruit trees *Pouteria mammosa* (mamey) and *Mangifera indica* (mango) into integrated systems with animal grazing, where they included cattle and sheep as an additional source of income in the farm.

As a result of this agrosilvopastoral design the floristic composition of the companion pasture was remarkably improved, decreasing the maintenance and weeding expenses of the plantations. Sheep meat productions of 61 g/animal/day and 0,54 t of meat/year were achieved; while the annual average milk production was 4,0 kg/cow, with a total production of 1 423 kg, in addition to an increase in the pod and fruit production of the tree species (0,63 and 0,86 t/ha for *A. saman* and *E. cyclocarpum* and 9,2 and 10,1 t/ha in mango and mamey, respectively).

Calzadilla (cited by Renda *et al.*, 1997) obtained similar results regarding animal production, by introducing animals of the Pelibuey sheep breed under a four-year-old plantation, constituted by *Khaya nyasica*, *Khaya senegalensis* and *Swietenia macrophylla*, in order to utilize the existing availability of pasture biomass (*Panicum maximum*) under the tree canopy. With a stocking rate of 11 animals/ha, in the category of growing ewes, 66 g of daily gain were obtained, while in fattening it was 57,5 g/animal/day.

The fruit tree yield is in correspondence with the one obtained by Muñoz *et al.* (2001), who achieved increases in the number of harvested products, in total production and in the fruit yield from 0,5 to 6,0 t/ha, in an agricultural/livestock production integrated system under fruit trees. Also Ramos *et al.* (2001) obtained an increase in the number of harvested products (from one to more than 15) and in the yield (0,9-5,6 t/ha), in a farm based on the livestock production/agriculture integration.

#### *Use of the agricultural component in the establishment of grazing-browsing systems*

In the integrated establishment of trees, pastures and livestock, several concerns of



También Ramos *et al.* (2001) obtuvieron un aumento en el número de productos cosechados (desde uno hasta más de 15) y en el rendimiento (0,9-5,6 t/ha), en una finca basada en la integración ganadería/agricultura.

#### *Uso del componente agrícola en el establecimiento de sistemas de pastoreo-ramoneo*

En el establecimiento integrado de árboles, pasturas y ganadería se resaltan diversas preocupaciones de los productores, y entre las más frecuentes se encuentran: la falta de ingreso debido al relativo bajo índice de crecimiento de las arbóreas, la ubicación óptima espacial y temporal de las especies que intervienen, y la selección de estas.

En este sentido se han realizado varios trabajos con el objetivo de contribuir con la orientación adecuada sobre el establecimiento de arreglos agrosilvopastoriles ajustados a las realidades biológicas, tecnológicas, sociales y económicas de diferentes regiones del subtrópico americano, donde la inclusión del componente agrícola ha tenido como finalidad hacer un mejor uso del suelo y obtener producciones e ingresos adicionales a corto plazo, mientras la arbórea alcanzaba el crecimiento adecuado para la introducción de los animales.

En este sentido, Roncallo *et al.* (2009) sembraron cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*Zea mays*) simultáneamente con leucaena en los espacios entre surcos de esta leñosa. Se evaluaron arreglos con la inclusión posterior de gramíneas forrajeras (*Botriochloa pertusa* y *P. maximum*) y ganadería de doble propósito, mediante los siguientes tratamientos: A) monocultivo de *B. pertusa*; B) leucaena asociada con *B. pertusa*, y C) leucaena asociada con *P. maximum* cv. Tanzania.

Si se estiman los costos de producción por hectárea en 1 507 pesos y basado en un rendimiento promedio de 1 194 kg de frijol/ha, el sistema generó un ingreso adicional de 403 400 pesos/ha; mientras que la siembra de frijol pudo realizarse en ambos semestres durante el primer año de establecida la arbórea.

En cuanto al crecimiento de la leucaena se registraron incrementos en altura, superiores a

farmers stand out, and among the most frequent ones are: the lack of income due to the relative low growth rate of trees, the optimum spatial and temporary location of the species included and their selection.

In this sense, several studies have been conducted in order to contribute to the adequate orientation about the establishment of agrosilvopastoral arrangements adjusted to the biological, technological, social and economic realities of different regions of the American subtropics, where the inclusion of the agricultural component has had as its objective making a better use of the soil and obtaining short-term additional productions and incomes, while the tree reached adequate growth for the introduction of the animals.

Regarding this, Roncallo *et al.* (2009) planted beans (*Phaseolus vulgaris*) and corn (*Zea mays*) simultaneously with leucaena in the spaces between rows of this ligneous plant. Arrangements were evaluated with the later inclusion of forage grasses (*Botriochloa pertusa* and *P. maximum*) and double-purpose livestock production, through the following treatments: A) monocrop of *B. pertusa*; B) leucaena associated to *B. pertusa*, and C) leucaena associated to *P. maximum* cv. Tanzania.

If production costs per hectare are estimated in 1 507 pesos and based on an average yield of 194 kg of beans/ha, the system generated an additional income of 403 400 pesos/ha; while the bean planting could be performed in both semesters during the first year of establishment of the tree.

Regarding the growth of leucaena, increases were recorded in height, higher than 20,5 and 29,0 cm in the plants associated with bean and corn, respectively, as compared to the non-associated ones, which can be ascribed to the weed control additionally made in the crops.

The milk composition analyses recorded better indicators in agrosilvopastoral systems as compared to the *B. pertusa* monocrop. In the arrangements of leucaena with *P. maximum* and leucaena with *B. pertusa* it showed total solid contents higher than 1,23 and 1,09%; likewise,

20,5 y 29,0 cm en las plantas asociadas con frijol y maíz, respectivamente, en relación con las no asociadas, lo que puede atribuirse al control de malezas realizado adicionalmente a los cultivos.

Los análisis de composición láctea registraron mejores indicadores en los sistemas agrosilvopastoriles, comparados con el monocultivo de *B. pertusa*. La leche en los arreglos leucaena con *P. maximum* y leucaena con *B. pertusa* presentó contenidos de sólidos totales superiores a 1,23 y 1,09%; así mismo, los contenidos de grasa fueron superiores en 0,68 y 0,71%, respectivamente; este efecto puede atribuirse al mayor suministro de nutrientes aportados por los arreglos agrosilvopastoriles.

Roncillo, B. (datos sin publicar) evaluó un arreglo agrosilvopastoril conformado por ceiba roja (*Pachira quinata*), acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*), guinea (*P. maximum*) cv. Tanzania, conchita azul (*Clitoria ternatea*) y yuca (*Manihot esculenta*), donde la ceiba se sembró a 7 m entre surcos y 3 m entre plantas y la acacia en la mitad de los surcos (3,5 m) de los árboles de ceiba, con una separación de un metro entre plantas. En la primera fase del establecimiento, en los espacios libres de los surcos entre la ceiba y la acacia se sembró la yuca, con una distancia de siembra de 1 x 1 m. Una vez cosechada la yuca, el área ocupada por esta se estableció con guinea y conchita, utilizando en ambas especies una densidad de siembra de 6 kg de semilla/ha.

Se obtuvieron aceptables rendimientos de yuca/planta (5 688 kg), lo que equivale a una producción por hectárea estimada de 32,5 t, y al 58% de lo que se obtiene en monocultivo. Esta diferencia está asociada a la mayor población que se estableció en el monocultivo (10 000 plantas/ha vs 5 714 plantas/ha en el diseño agrosilvopastoril).

No se presentó efecto de los animales sobre la ceiba en el período de evaluación (120 días); por el contrario, a los 36 meses después del trasplante al sitio definitivo y teniendo en cuenta la densidad de siembra de 467 árboles/ha, produjo 13,4 m<sup>3</sup> de madera/ha y 0,028 m<sup>3</sup>/árbol.

Desde el punto de vista económico, el indicador tasa interna de retorno (TIR) demostró que

the fat contents were higher in 0,68 and 0,71%, respectively; this effect can be ascribed to the higher nutrient supply contributed by agrosilvopastoral arrangements.

These authors (unpublished data) evaluated an agrosilvopastoral arrangement composed by *Pachira quinata*, *Leucaena leucocephala*, *P. maximum* cv. Tanzania, *Clitoria ternatea* and *Manihot esculenta* (cassava), where *P. quinata* was planted at a distance of 7 m between rows and 3 m between plants and *L. leucocephala* was sown amid the rows (3,5 m) of the *P. quinata* trees, with a separation of one meter between plants. In the first establishment stage, in the free spaces of the rows between *P. quinata* and *L. leucocephala*, cassava was planted, with a planting distance of 1 x 1 m. Once the cassava was harvested, the area occupied by it was established with *P. maximum* and *C. ternatea*, using a planting density of 6 kg seed/ha in both species.

Acceptable yields of cassava/plant (5 688 kg) were obtained, which is equivalent to an estimated production per ha of 32,5 t and to 58% of the production in monocrop. This difference is associated to the higher population established in the monocrop (10 000 plants/ha vs 5 714 plants/ha in the agrosilvopastoral design).

No effect was apparent of the animals on *P. quinata* in the evaluation period (120 days); on the contrary, 36 months after transplant to the definitive site and taking into consideration the planting density of 467 trees/ha, it produced 13,4 m<sup>3</sup> of timber/ha and 0,028 m<sup>3</sup>/tree.

From the economic point of view, the indicator internal rate of return (IRR) showed that the technological proposal is viable, with a profitability of 76% and a net present value of the economic cash flow of 24 406 873,82 pesos. Likewise, the investment return factor in time for the system occurred in the second year, due to the cassava production and sale.

The economic kindness found in this agrosilvopastoral system corroborates the conclusions reached by Roncillo *et al.* (2009), who stated the need for different technological alternatives for the traditional beef and bull

es viable la propuesta tecnológica, con una rentabilidad de 76% y un valor actual neto del flujo de caja económico de 24 406 873,82 pesos. De la misma manera, el factor de retorno de la inversión en el tiempo para el sistema ocurrió en el segundo año, debido a la producción y venta de la yuca.

Las bondades económicas encontradas en este sistema agrosilvopastoril corroboran las conclusiones de Roncallo *et al.* (2009), quienes plantearon la necesidad de alternativas tecnológicas diferentes para los sistemas tradicionales de carne y ceba de novillos de la microrregión Valle del Cesar, los que presentan baja rentabilidad y poca competitividad.

En Brasil, la Compañía Minera de Metais para la producción de zinc, en el estado de Minas Gerais, desarrolló a partir de 1993 una tecnología propia de reforestación con clones híbridos de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla* y *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus tereticornis*) bien adaptados a las condiciones edafoclimáticas locales, productivos y que presentaban madera de calidad superior para la obtención de multiproductos (Dubè *et al.*, 2001).

En el momento del establecimiento del sistema agrosilvopastoril rotativo se utilizaron estos clones de eucalipto, plantados a una distancia de 10 m entre líneas y 4 m entre árboles para permitir entre líneas plantaciones de arroz (*Oryza sativa* var. Guaraní) en el primer año, soya (*Glycine max* var. Doko, Conquista y Vitória) en el segundo año, y pastura (*Brachiaria brizantha*) a partir del tercer año, con una capacidad de soporte estimada en 1,0 UA (unidad animal)/ha en el invierno y 2,0 UA/ha en el verano. En el período de 90 días posterior a la implantación de las pasturas se inició la ceba del ganado.

A partir de este diseño, los terneros son adquiridos bianualmente y se considera un plazo necesario de dos años para el engorde. Así, cada dos años los toros cebados son vendidos y sustituidos por terneros para comenzar un nuevo ciclo de engorde.

fattening systems of the micro-region Valle del Cesar, which show low profitability and little competitiveness.

In Brazil the Compañía Minera de Metais for zinc production, in the Minas Gerais state, developed since 1993 their own technology of reforestation with hybrid eucalyptus clones (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla* and *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus tereticornis*) well adapted to the local edaphoclimatic conditions, productive and which showed higher quality timber for obtaining multiproducts (Dubè *et al.*, 2001).

At the moment of establishing the rotational agrosilvopastoral system these eucalyptus clones were used, planted at a distance of 10 m between rows and 4 m between trees to allow rice (*Oryza sativa* var. Guaraní) plantations between rows in the first year, soybean (*Glycine max* var. Doko, Conquista and Vitória) in the second year, and pasture (*Brachiaria brizantha*) since the third year, with a stocking rate estimated in 1,0 AU (animal unit)/ha in the summer and 2,0 AU/ha in the summer. Ninety days after the pasture insertion cattle fattening began.

From this design calves are acquired biannually and a necessary period of two years is considered for fattening. Thus, every two years the fattened bulls are sold and substituted by calves to begin a new fattening cycle.

The one-year-old Zebu calves (*Bos indicus*), and with an average weight of 75 kg, are sold after two years with 225 kg live weight, ready to be slaughtered. At slaughter the yield reaches a mean of 75 kg of beef per hectare and per year. Thus, the firm slaughters 1 500 bulls/year.

In order to delimit the reforested areas and control the understory, since they are 11 years old, the trees are used as living poles, forming the so-called eucacerca. In it, galvanized wire is passed through perforations in the trees, as if they were normal poles. In time the trees progressively close the holes and the wire is inserted in the wood, forming a highly resistant fence. The eucacerca costs approximately \$300 USD per



Los terneros Cebú (*Bos indicus*) de un año de edad y con un peso medio de 75 kg, después de dos años son vendidos con un peso vivo de 225 kg, listos para la matanza. En la matanza el rendimiento alcanza una media de 75 kg de carne por hectárea y por año. De esta manera, la empresa mata 1 500 toros/año.

Para delimitar las áreas reforestadas y mantener bajo control el sotobosque, a partir de los 11 años de edad los árboles son utilizados como postes vivos, formando la llamada eucacerca. En esta se pasa un alambre galvanizado a través de perforaciones en los árboles, como si se tratara de postes normales. Con el transcurso del tiempo los árboles van cerrando las perforaciones y trabando el alambre en la madera, lo que forma una cerca de alta resistencia. La eucacerca cuesta aproximadamente \$300 USD por kilómetro construido, mientras que el cerco convencional cuesta \$1 200 USD (Anónimo, 1998). Así, un cerco vivo permite reducir los gastos de material y mano de obra, y se mantiene sólo el gasto del alambre galvanizado.

Los ingresos se obtienen por la venta de los siguientes productos: arroz, soya, ganado cebado, y madera para el aserradero y para la energía. La producción de cada uno es multiplicada por el precio de venta correspondiente para obtener el valor de ingreso por producto. Se considera que la productividad es de 23,33 m<sup>3</sup>/ha/año y que el 60% de la madera producida es para la energía y el 40% para el aserradero. Se corta el eucalipto con 11 años de edad y se obtiene una producción de 257 m<sup>3</sup>/ha, de los cuales 154 m<sup>3</sup> (60% de 257 m<sup>3</sup>) son para la energía y 103 m<sup>3</sup> (40% de 257 m<sup>3</sup>) para el aserradero.

En los últimos 15 años se ha difundido esta práctica en Cuba, con especial atención en el cultivo de granos de ciclo corto y cucurbitáceas durante el establecimiento de los sistemas silvopastoriles (Iglesias y Hernández, 2005; Simón, 2005). Esta modalidad de "taungya cubano" consiste en la siembra de maíz, frijoles, calabaza, melón, pepino y otros cultivos, simultáneamente con leucaena y otras arbóreas forrajeras, en las fincas lecheras y unidades de desarrollo seleccionadas para la implementación

built kilometer, while the conventional fence costs \$1 200 USD (Anonymous, 1998). Thus, a living fence allows reducing material and labor expenses, and only the expense of galvanized wire is maintained.

The incomes are obtained from the sale of the following products: rice, soybean, fattened cattle, and timber for the sawmill and the energy. The production of each product is multiplied by the corresponding sale price to obtain the income value per product. The productivity is considered to be 23,33 m<sup>3</sup>/ha/year and 60% of the timber produced is for energy and 40% for the sawmill. Eucalyptus is cut when it is 11 years old and a production of 257 m<sup>3</sup>/ha is obtained, from which 154 m<sup>3</sup> (60% of 257 m<sup>3</sup>) are for energy and 103 m<sup>3</sup> (40% of 257 m<sup>3</sup>) for the sawmill.

In the last 15 years this practice has been widespread in Cuba, with special attention to the cultivation of short-cycle grains and cucurbitaceous plants during the establishment of silvopastoral systems (Iglesias and Hernández, 2005; Simón, 2005). This modality of "Cuban taungya" consists in planting corn, beans, squash, watermelon, cucumber and other crops, simultaneously with leucaena and other forage trees, in dairy farms and development units selected for the implementation of large-scale silvopastoral systems. Once the short-cycle crops are harvested, the land is ready to plant the pastures of the system, which should not interfere with tree growth, because they reach for that stage an adequate height and develop a strong root system which allows them their later growth and exploitation.

The difference between this taungya modality and the traditional system is that the future of trees is not timber production, but animal browsing, for which the crop planting is done only once and they are immediately substituted by pastures.

Reyes *et al.* (2000), in a dairy unit of the Nazareno Livestock Production Enterprise (Havana), without irrigation, studied the feasibility of intercropping black beans (*P. vulgaris*) during the establishment stage of *L. leucocephala* in paddock areas of that dairy unit.

del silvopastoreo a gran escala. Una vez realizada la cosecha de los cultivos de ciclo corto, el terreno queda listo para la siembra de los pastos del sistema, los cuales no deben interferir en el crecimiento de los árboles, ya que estos alcanzan para esa etapa una altura adecuada y desarrollan un sistema radical fuerte que les permite su posterior crecimiento y explotación.

La diferencia entre esta modalidad de taungya y el sistema tradicional consiste en que el futuro de los árboles no es la producción de madera, sino el ramoneo de los animales, por lo que la siembra de cultivos se realiza sólo una vez y son sustituidos inmediatamente por pastizales.

Reyes *et al.* (2000), en una vaquería de la Empresa Pecuaria Genética Nazareno (La Habana) en condiciones de secano, estudiaron la factibilidad del intercalamiento del frijol negro (*P. vulgaris*) durante la fase de establecimiento de *L. leucocephala* en las áreas de potrero de esa unidad lechera.

La arbórea se sembró en franjas, con una preparación mínima del suelo, y se empleó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron: A) dos surcos de leucaena (control); B) dos surcos de leucaena más dos surcos de frijol; y C) dos surcos de leucaena más un surco de frijol. La siembra del frijol se realizó simultáneamente con la leucaena, a ambos lados de las líneas de esta.

No se encontraron diferencias significativas en los indicadores altura y número de ramas en la leucaena; mientras que la utilización de *P. vulgaris* permitió obtener de 0,9 a 1 t de grano adicional/ha, así como de 2 a 2,5 t de un residuo de cosecha para la alimentación de los rumiantes, lo que significó además un capital adicional de 9 000 pesos, si se considera el precio del frijol a 9 pesos/kg.

Estos resultados coinciden con lo indicado por Simón y Cruz (1998), quienes plantearon que la inversión en el fomento y desarrollo del silvopastoreo puede acortarse si la siembra de los árboles se acompaña con cultivos agrícolas de ciclo corto de producción.

Al comparar el sistema tradicional de labranza con el sistema en franjas, se halló una reducción del gasto de combustible de un 53,4%,

The tree was planted in strips, with minimum soil preparation, and a randomized block design with three repetitions was used. The treatments were: A) two leucaena rows (control); B) two leucaena rows plus two bean rows; and C) two leucaena rows plus one bean row. Beans were planted simultaneously with leucaena, on both sides of its rows.

No significant differences were found in the indicators height and branch number in leucaena; while the utilization of *P. vulgaris* allowed obtaining 0,9-1 t of additional grain/ha, as well as 2-2,5 t of harvest residue for feeding ruminants, which also meant an additional capital of 9 000 pesos, if the price of beans is considered as 9 pesos/kg.

These results coincide with the reports made by Simón and Cruz (1998), who stated that the investment in the promotion and development of silvopastoral systems can be reduced if tree planting is accompanied by agricultural crops with a short production cycle.

When comparing the traditional tillage system with the strip system, a 53,4%-reduction was found of the fuel expense, if an estimate of 94,38 and 43,93 L/ha is considered for each system. These results corroborate the statements made by Simón *et al.* (1998) who when using strips reduced the soil preparation works in 40-50%, which cost varied between 24 and 30 pesos/ha.

The practice of this system contributes important earnings for livestock production farmers involved in the establishment of trees for milk and meat production. The costs for establishing a hectare of silvopastoral system vary between 226,91 and 346,85 pesos depending on whether the establishment is made on established pastures (strips) or on areas to be planted (conventional preparation). By sowing short-cycle crops during the plantation establishment between 448,0 and 10 140,0 pesos/ha are obtained because of harvest sale, for which in most cases the initial investment is paid, even without exploiting the livestock production system (table 1).

To recover the investment in planting the trees according to current prices, from 1,2 physical ha

si se considera un estimado de 94,38 y 43,93 L/ha para cada sistema. Estos resultados corroboran lo planteado por Simón *et al.* (1998), quienes al emplear franjas lograron reducir las labores de preparación de tierra en un 40-50%, cuyo costo varió entre los 24 y 30 pesos/ha.

La práctica de este sistema aporta ganancias importantes para los productores ganaderos involucrados en el establecimiento de árboles para la producción de leche y carne. Los costos para establecer una hectárea de silvopastoreo con leucaena varían entre 226,91 y 346,85 pesos, en dependencia de si el fomento se realiza sobre pastos establecidos (franqueo) o en áreas por sembrar (preparación convencional). Con la siembra de cultivos de ciclo corto durante el establecimiento de la plantación se obtienen entre 448,0 y 10 140,0 pesos/ha por concepto de venta de las cosechas, por lo que en la mayoría de los casos se paga la inversión inicial, aun sin estar en explotación el sistema pecuario (tabla 1).

Para recuperar la inversión de la siembra de las arbóreas según los precios vigentes, se necesitan desde 1,2 ha físicas de frijol para el método convencional hasta 11,0 ha físicas de yuca mediante el franqueo. La autosuficiencia se logra con la siembra de 1,6 ha de frijol (método convencional) ó 17,0 ha de yuca (franqueo); mientras que la calabaza y el boniato ocupan posiciones intermedias.

of beans are necessary for the conventional method to 11,0 physical ha of cassava (strips); while squash and sweet potato occupy intermediate positions.

On the other hand, Padilla *et al.* (2000), when evaluating the effect of intercropping *Vigna unguiculata* and *Z. mays* with *L. leucocephala* cv. Peru and *P. maximum* cv. Likoni, concluded that the plants per square meter, plant height, branches per plant and yield (t of dry matter/ha) of leucaena were not affected due to the planting of Guinea grass, corn and beans, and there was no competition among these species. The best option was the intercropping of three bean rows in May at the moment of planting leucaena, followed by the plantation of three Guinea grass rows in July, as there was a contribution in quantity and quality of total produced biomass. The bean yields were 0,45-0,75 t of grain/ha.

In Camagüey, Cuba, Soto *et al.* (2006) also intercropped short-cycle crops during the establishment of grazing areas of *L. leucocephala* cv. Peru, in order to determine the performance of height and yield in leucaena, as well as the incidence of weeds, pests and diseases. A randomized block design with four replications was used for each treatment: 1) Leucaena plus *Sesamum indicum*; 2) leucaena plus *Sorghum vulgare* cv. INIA Dorado; 3) leucaena plus *Vigna sinensis*; and a control (leucaena). The best results in pest and disease control, as well

Tabla 1. Resultados con heno y cultivos simultáneos en siembra de leucaena en silvopastoreo en una vaquería típica de 40 ha (adaptado de Simón, 2005).

Table 1. Results with simultaneous productions and crops in leucaena planting in a silvopastoral system at a typical 40-ha dairy unit (adapted from Simón, 2005).

Método	Cultivo	Precio (pesos)	Rendimiento (t)	Valor/ha (pesos)	Inversión (pesos)	Importe (pesos)	Saldo (pesos)
Franqueo	Heno	0,04	11,20	448,0	6 807,0	13 440,0	6 633,0
Franqueo	Frijol negro	12,00	0,22	2 688,0	6 807,0	8 064,0	1 256,0
Convencional	Frijol negro	12,00	0,84	10 140,0	11 400,0	12 168,0	768,0
Franqueo	Calabaza	0,65	3,43	2 231,4	6 807,0	7 808,5	1 001,5
Convencional	Calabaza	0,65	4,20	2 730,0	11 400,0	12 285,0	885,0
Franqueo	Yuca	0,77	0,82	637,56	6 807,0	7 013,1	206,1
Convencional	Boniato	0,77	3,40	2 618,0	11 400,0	11 893,5	493,5

Por su parte Padilla *et al.* (2000), al evaluar el efecto del intercalamiento de *Vigna unguiculata* y *Z. mays* con *L. leucocephala* cv. Perú y *P. maximum* cv. Likoni, concluyeron que las plantas por metro cuadrado, la altura de las plantas, las ramas por planta y el rendimiento (t de materia seca/ha) de la leucaena no se afectaron por la siembra de guinea, maíz y frijol, y no existió competencia entre estas especies. La mejor opción fue el intercalamiento de tres surcos de frijol en el mes de mayo en el momento de la siembra de la leucaena, seguida de la siembra de tres surcos de guinea en julio, por hacer un aporte en cantidad y calidad de biomasa total producida. Los rendimientos de frijol fueron de 0,45 a 0,75 t de grano/ha.

En Camagüey, Cuba, Soto *et al.* (2006) también intercalaron cultivos de ciclo corto durante el establecimiento de áreas de pastoreo con *L. leucocephala* cv. Perú, con el objetivo de determinar el comportamiento de la altura y el rendimiento de la leucaena, así como la incidencia de las malezas, las plagas y las enfermedades. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas por cada tratamiento: 1) leucaena más ajonjolí (*Sesamum indicum*); 2) leucaena más sorgo de grano cv. INIA Dorado (*Sorghum vulgare*); 3) leucaena más frijol carita negro (*Vigna sinensis*); y un control (leucaena). Los mejores resultados en el control de plagas y enfermedades, así como en la incidencia de malezas, se hallaron en los tratamientos con cultivos, y en particular en el caso del ajonjolí; también se apreció que en esos tratamientos donde se utilizó el cultivo acompañante, se logró reducir el tiempo para alcanzar la altura aproximada de 2 m como criterio de establecimiento (Ruiz y Febles, 1987; Iglesias, 2003). Por otra parte, la contribución que hacen los cultivos (ajonjolí, sorgo y vigna) a la reducción del tiempo de establecimiento de la leucaena, confirma lo planteado por Padilla *et al.* (2001) acerca de que los cultivos intercalados no afectan su establecimiento.

#### *El uso de los huertos caseros mixtos*

Otro arreglo agrosilvopastoral que ocupa un lugar sobresaliente en los sistemas agropecuarios

as in weed incidence, were found in the treatments with crops, and particularly in the case of *S. indicum*; it was also observed that in those treatments where the companion crop was used, the time for reaching the approximate height of 2 m as establishment criterion was reduced (Ruiz and Febles, 1987; Iglesias, 2003). On the other hand, the contribution made by the crops (*S. indicum*, *S. vulgare* and *V. sinensis*) to the reduction of the establishment time of leucaena, confirms the statements made by Padilla *et al.* (2001) regarding that intercropping does not affect its establishment.

#### *The use of mixed home gardens*

Another agrosilvopastoral arrangement that occupies an outstanding position in the livestock production systems of the American subtropics to cover the basic needs of families or small communities, are mixed home gardens, which are highly diverse in quantity of species and varieties, and very complex and varied in structures and possible associations (Altieri, 1991; Lok, 1998). They consist in a complex of perennial or semiperennial plants which are found around farmers' houses, integrated to agricultural (tubers, fibers, vegetables, fruits, stimulants), livestock (small animals, even bees) and forestry production (timber, firewood, poles), and generally include medicinal and ornamental plants.

In the northwestern mountains of the Cauca Valley (Murgueitio, 2000) they are called gardens for human and animal security, where protein banks are combined with other forage and human-food plants. In some places more than 20 species share the forage plots. The plants are organized in rows through the slope and forage trees (*Trichanthera gigantea*, *Erythrina edulis*, *Morus* sp., *Urera*), shrubs (*Boehmeria nivea*, *Malvaviscus* sp., *Tithonia diversifolia*), herbaceous or succulent plants (*Musa* sp., *Alocasia macrorrhiza*, *Xanthosoma* sp., *Bidens pilosa*, *Impatiens* sp., *Symphytum peregrinum*), climbing plants (*Sechium edule*) are cultivated combined with such plants as corn, climbing bean, cassava, arracacha (*Arracacia*



del subtrópico americano para cubrir las necesidades básicas de las familias o las comunidades pequeñas, lo constituyen los huertos caseros mixtos, los cuales son muy diversos en cantidad de especies y variedades, y bien complejos y variados en estructuras y posibles asociaciones (Altieri, 1991; Lok, 1998). Se trata de un complejo de plantas perennes o semiperennes que se encuentran en los alrededores de las casas de los finqueros o agricultores, integrado a la producción agrícola (tubérculos, fibras, hortalizas, frutas, estimulantes), ganadera (animales menores, incluso abejas) y forestal (madera, leña, postes), e incluye generalmente plantas medicinales y ornamentales.

En las montañas noroccidentales del Valle del Cauca (Murgueitio, 2000) los denominan huertos para la seguridad alimentaria humana y animal, donde se combinan los bancos de proteína con otras plantas forrajeras y para la alimentación humana. En algunos lugares más de 20 especies comparten las parcelas forrajeras. Las plantas se organizan en surcos a través de la pendiente y se cultivan arbóreas con fines forrajeros (*Trichanthera gigantea*, *Erythrina edulis*, *Morus sp.*, *Ureca*), arbustivas (*Boehmeria nivea*, *Malvaviscus sp.*, *Tithonia diversifolia*), herbáceas o suculentas (*Musa sp.*, *Alocasia macrorrhiza*, *Xanthosoma sp.*, *Bidens pilosa*, *Impatiens sp.*, *Symphytum peregrinum*), trepadoras (*Sechium edule*) combinadas con plantas como maíz, frijol voluble, yuca, arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y frutales andinos como lulo (*Solanum quitoense*), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), mora (*Rubus glaucus*) y granadilla (*Passiflora ligularis*). El corte de los forrajes se hace al mismo tiempo que se cosecha maíz tierno, frijol verde y tubérculos para la alimentación humana. Las hojas y tallos del maíz, las vainas del frijol, las hojas de la yuca, los tubérculos más pequeños y los frutos y seudotallos del plátano se mezclan con los follajes, que a su vez sirven para alimentar bovinos, cerdos y aves criollas.

Actualmente existe un renovado interés por parte de los investigadores, agricultores y técnicos en los policultivos de varios estratos, sistemas

*xanthorrhiza*) and Andean fruit trees such as *Solanum quitoense*, *Cyphomandra betacea*, *Rubus glaucus* and *Passiflora ligularis*. Forage cutting is performed at the same time unripe corn, green beans and tubers are harvested for human consumption. Corn leaves and stems, bean pods, cassava leaves, the smallest tubers and banana fruits and pseudostems are mixed with foliage, which in turn are used to feed cattle, pigs and poultry.

At present there is renewed interest by researchers, farmers and technicians in several-strata polycrops, systems similar to those mentioned above, but accompanied by one or more strata of other vegetation for purposes different from forage, especially timber cultivation (for furniture, construction, poles, firewood) with fast-growing trees (*Cordia alliodora*, *L. leucocephala* var. Salvador, *Montanoa quadrangularis*, *Juglans neotropica*, *Quercus humboldtii*), which are subject to frequent pruning in order to allow the passage of sunlight. Palm species are also studied (*Roystonea regia*, *Bactris gasipaes*, *Ceroxylon alpinum*, *Attalea butyracea*) to harvest in the future the racemes for animal feeding. Other ornamental plants can occupy an intermediate stratum, such as *Heliconiaceae*, or the system floor, such as *Anthurium* sp., which require little light.

In the case of Cuba, the main characteristic of mixed home gardens is the wide variety of agricultural, forestry and fruit species, in addition to the animals that are included in them, which turns them into integrated agrosilvopastoral systems. Among the most widely used plant species in mixed home gardens are: garlic (*Allium sativum*), pineapple (*Ananas comosus*), peppers (*Capsicum* sp.), squash (*Cucurbita pepo*), cassava (*M. esculenta*), banana (*Musa* sp.), corn (*Z. mays*), etc.

The most preferred fruit species by farmers are: mango (*M. indica*), bitter orange (*Citrus aurantium*), lemon (*Citrus limon*), avocado (*Persea americana*), coconut (*Cocos nucifera*), soursop (*Annona muricata*) and guava (*Psidium guajava*).

similares a los mencionados antes, pero acompañados de uno o más estratos de otra vegetación para otros fines distintos a los forrajeros, en especial el cultivo de maderas (para muebles, construcciones, postes, leña) con árboles de rápido crecimiento (*Cordia alliodora*, *L. leucocephala* var. Salvador, *Montanoa quadrangularis*, *Juglans neotropica*, *Quercus humboldtii*) que son sometidos a podas frecuentes para permitir el paso de la luz. También se estudian especies de palmas (*Roystonea regia*, *Bactris gasipaes*, *Ceroxylon alpinum*, *Attalea butyracea*) para cosechar en el futuro los racimos para la alimentación animal. Otras plantas ornamentales pueden ocupar un estrato medio, como los platanillos (*Heliconiaceae*), o el piso del sistema, como los anturios (*Anthurium spp.*) que requieren poca luz.

En el caso de Cuba, la principal característica de los huertos caseros mixtos lo constituye la amplia variedad de especies agrícolas, forestales y frutales, además de los animales que los conforman, lo que los convierte en sistemas agrosilvopastoriles integrados. Entre las especies vegetales que más se utilizan en los huertos caseros mixtos se destacan: el ajo (*Allium sativum*), la piña (*Ananas comosus*), el ají (*Capsicum sp.*), la calabaza (*Cucurbita pepo*), la yuca (*M. esculenta*), el plátano (*Musa sp.*) y el maíz (*Z. mays*).

Las especies frutales más preferidas por los campesinos son: el mango (*M. indica*), la naranja agria (*Citrus aurantium*), el limón (*Citrus limon*), el aguacate (*Persea americana*), el coco (*Cocos nucifera*), la guanábana (*Annona muricata*) y la guayaba (*Psidium guajava*).

Entre los árboles no frutales se destacan: el almácigo (*Bursera simaruba*), el matarratón (*G. sepium*), la majagua (*Hibiscus elatus*), la palma real (*R. regia*) y el cedro (*Cedrela odorata*). No se descartan en este tipo de sistema agroforestal las plantas medicinales, muy necesarias en zonas alejadas de las áreas urbanas y centros asistenciales de salud. Entre las más prominentes se encuentran: la caña santa (*Costus spiralis*), la salvia americana (*Lippia alba*), el anís (*Foeniculum vulgare*), la manzanilla

Among the non-fruit trees are: *Bursera simaruba*, *G. sepium*, *Hibiscus elatus*, *R. regia* and *Cedrela odorata*. Medicinal plants are not discarded in this type of agroforestry system, being very necessary in zones far from urban areas and health centers. Among the most outstanding are: *Costus spiralis*, *Lippia alba*, *Foeniculum vulgare*, *Chrysantellum americanum*, *Mentha citrasa*, etc.

Animal rearing can be diverse, mainly including hens, pigs, sheep and goats, and sometimes dairy cattle and horses.

Funes Monzote (2000) developed a system where 50% of the farm or garden area is constituted by dairy livestock, based on the associations of pastures with legumes, living fences and shade trees; while the rest of the area is divided into several agricultural subsystems, dedicated to short-cycle crops in polycrops (beans with corn; cassava with corn; squash with corn; corn with cassava and peanut), varied vegetables, spices and medicinal plants and fruit trees (fig. 1).

In this type of system everything is delimited by living fences with multipurpose legumes (*G. sepium*, *L. leucocephala*) and other ligneous plants.

In general, it can be stated that traditional mixed home gardens are a contribution to the farmer's serenity and happiness, due to their aesthetic and recreational value, as they are an extension of the house, because they constitute his/her workshop, the place where children are raised, a large source of fruits, vegetables and tubers, a shock absorbing means in scarcity periods, a live drugstore and, in addition, a source of resources for generating income from the surplus.

As conclusion, it should be emphasized that the above-described agrosilvopastoral systems are complex, due to the combination of animals with multipurpose, timber-yielding, fruit, forage trees, shrubs and different legumes, as well as grasses for pasture, which ensure not only a diversified and stable production, but also the balance of the agroecosystem. The multiple economic benefits can also be inferred, as

(*Chrysantellum americanum*) y el toronjil de menta (*Mentha citrasa*).

La cría de animales puede ser diversa, en la que se destacan las gallinas criollas, los cerdos, los carneros y chivos, y en ocasiones se encuentran bovinos de leche y equinos.

Funes Monzote (2000) desarrolló un sistema donde el 50% del área de la finca o huerto lo constituye la ganadería para leche, basada en las asociaciones de pastos con leguminosas, cercas vivas y árboles de sombra; mientras que el resto del área se divide en varios subsistemas agrícolas, dedicados a los cultivos de ciclo corto en policultivos (frijol con maíz; yuca con maíz; calabaza con maíz; maíz con yuca y maní), las hortalizas varias, los condimentos y plantas medicinales y los árboles frutales (fig. 1).

En este tipo de sistema todo está delimitado con cercas vivas de leguminosas multipropósitos (*G. sepium*, *L. leucocephala*) y otras leñosas.

En sentido general, se puede afirmar que los huertos caseros mixtos tradicionales son una contribución a la serenidad y la felicidad del campesino, por su valor estético y recreativo, por ser una extensión de la casa, por constituir su taller de trabajo, el lugar donde se crían los hijos, una

comparado to isolated economic activities, due to the diversity of resources and agricultural practices that are implemented, which balance climate and market fluctuations. They maintain soil fertility and vegetation productivity for long time periods, for which increasing their use is recommended in the context where current livestock production systems are developed.

--End of the English version--

gran fuente de frutas, verduras y tubérculos, un medio de amortiguamiento en tiempos de escasez, una farmacia en vivo y además una fuente de recursos para la generación de ingresos a partir de los excedentes.

A modo de conclusión, se debe resaltar que los sistemas agrosilvopastoriles descritos son complejos, debido a la combinación de los animales con los árboles multipropósitos, maderables, frutales, forrajeros, arbustos y diversas leguminosas, así como gramíneas para pasto, los que aseguran no solo una producción diversificada y estable, sino también el equilibrio del agroecosistema. También se pueden inferir los beneficios económicos múltiples si se comparan

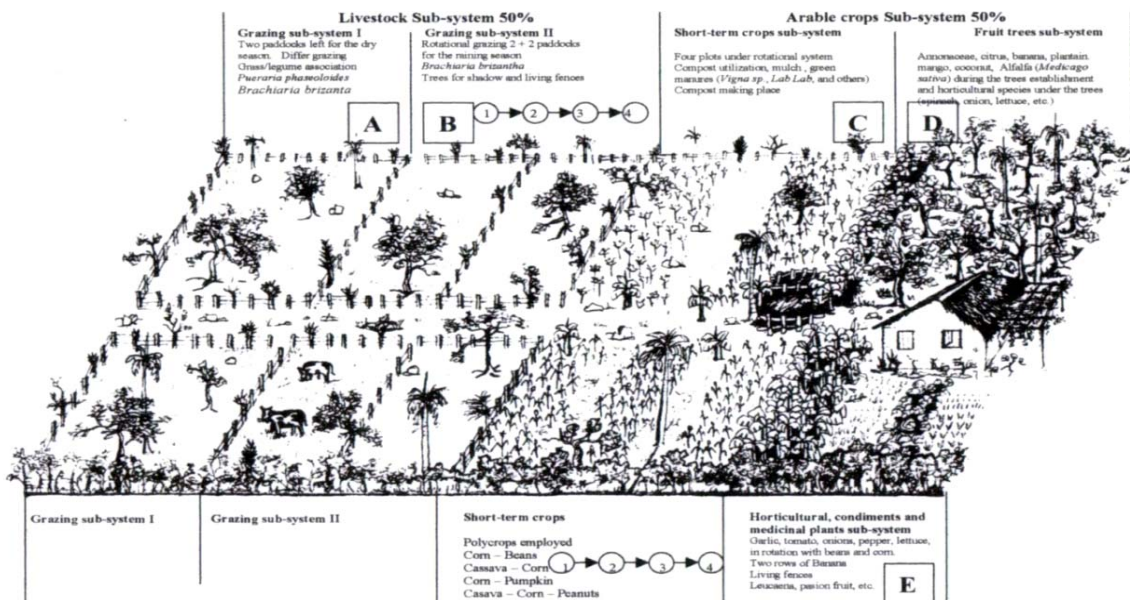


Fig. 1. Sistemas diversificados con utilización de la ganadería en el 50% del área (Funes Monzote, 2000).

Fig. 1. Diversified systems with utilization of livestock production in 50% of the area (Funes Monzote, 2000).



con actividades económicas aisladas, debido a la diversidad de recursos y prácticas agrícolas que se implementen, las cuales equilibran las fluctuaciones del clima y los mercados. Mantienen la fertilidad del suelo y la productividad de la vegetación y el componente animal por largos períodos de tiempo, por lo que se recomienda incrementar su uso en el contexto en que se desarrollan los sistemas agropecuarios actuales.

### Referencias bibliográficas

- Altieri, M. A. 1991. Traditional farming in Latin America. *The Ecologist*. 21:93
- Anónimo. 1998. O boina floresta. *Gado Simental*. 17:46
- Dubè, F. *et al.* 2001. Aspectos económicos de los sistemas agrosilvopastoriles con *Eucalyptus* sp. en el sudeste de Brasil. *Pastos y Forrajes*. 24 (2):167
- Funes Monzote, F. 2000. Integración ganadería-agricultura con bases agroecológicas. Plantas y animales en armonía con la naturaleza y el hombre. Consejo de Iglesias de Cuba. Departamento de Coordinación y asesoría de proyectos (DECAP). Ciudad de La Habana, Cuba. 105 p.
- Iglesias, J.M. 2003. Los sistemas silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Veterinarias. ICA, La Habana, Cuba. 110 p.
- Iglesias, J.M. & Hernández, D. 2005. Sistemas silvopastoriles para la producción bovina en Cuba. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. Leonel Simón). Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p.147
- Kapp, G. B. 1989. La agroforestería como alternativa de reforestación en la zona Atlántica de Costa Rica. *El Chasqui (Costa Rica)*. 21:6
- Lok, Rossana. 1998. Introducción a los huertos caseiros tradicionales tropicales. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 3. 157 p.
- Merlán, Gardenis *et al.* 2005. Factibilidad de la implementación del sistema agrosilvopastoril con relación al sistema forestal convencional. [cd-rom]. III Encuentro Regional de Extensionismo y Transferencia de Tecnologías. Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque, Cuba
- Mosquera, A. *et al.* 2005. Beneficios de la integración silvopastoril en la Estación Experimental Forestal "Villa Clara". [cd-rom]. III Encuentro Regional de Extensionismo y Transferencia de Tecnologías. Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque, Cuba
- Muñoz, D. *et al.* 2001. Producción integrada agrícola/pecuaria bajo frutales en la región central de Camagüey. Libro Resumen IV Encuentro de Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba. p. 57
- Murgueitio, E. R. 2000. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. *Pastos y Forrajes*. 23 (3): 235
- Nair, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. Working paper No. 28. ICRAF. Nairobi, Kenya, 52 p.
- Nair, P.K.R. 1989. Classification of agroforestry systems. In: Agroforestry systems in the tropics. (Ed. P.K.R. Nair). Kluwer Academic Press/ICRAF. Dordrecht, The Netherlands. p. 39
- Padilla, C. *et al.* 2000. Efecto del intercalamiento de *Vigna unguiculata* y *Zea mayz* de *Leucaena leucocephala* cv. Perú y *Panicum maximum* cv. Likoni. En: Memorias IV taller internacional silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". Tomo II. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 330
- Pardini, A. 2007. Perspectiva sobre la valorización de los sistemas agrosilvopastoriles en la cuenca del Mediterráneo. *Pastos y Forrajes*. 30 (1):77
- Ramos, A. *et al.* 2001. Resultados de una finca campesina basada en la integración ganadería/agricultura con principios agroecológicos de producción en la región central de Camagüey. Libro Resumen IV Encuentro de Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba. p. 67
- Renda, A. *et al.* 1997. La agroforestería en Cuba. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. Dirección de Recursos Forestales. FAO-Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. 64 p.
- Reyes, F. *et al.* 2000. Nota técnica: Intercalamiento de *Phaseolus vulgaris* durante el establecimiento de *Leucaena leucocephala* en un sistema silvopastoril. *Pastos y Forrajes*. 23 (2):135
- Roncallo, B. *et al.* 2009. Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microregión Bajo Magdalena. *Revista CORPOICA. Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 10(1):60
- Ruiz, M.E. 1983. Avances en la investigación de sistemas silvopastoriles. En: Curso corto intensivo Prácticas agroforestales con énfasis en la medición y evaluación de parámetros biológicos y socioeconómicos. (L. Babbar, comp.). CATIE. Turrialba, Costa Rica, Mimeo, p.d.
- Ruiz, T.E. & Febles, G. 1987. *Leucaena* una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropical. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 10



- Simón, L. 2005. Impacto bioeconómico y ambiental de la tecnología del silvopastoreo racional en Cuba. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 203
- Simón, L. & Cruz, Aida. 1998. Resultados económico-productivos de la validación del Silvopastoreo. En: Los árboles en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. (Ed. L. Simón). EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 45
- Simón, L. *et al.* 1998. Metodología para el establecimiento y manejo del Silvopastoreo. En: Los árboles en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. (Ed. L. Simón). EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 37
- Somarriba, E. 1998. ¿Qué es Agroforestería? En: Apuntes de clase del curso corto Sistemas agroforestales. (Eds. F. Jiménez y A. Vargas). Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. p. 3
- Soto, S. *et al.* 2006. Evaluación agronómica de la inclusión de cultivos de ciclo corto en el establecimiento de *Leucaena leucocephala* cv. Perú. *Pastos y Forrajes*. 29 (1):39

Recibido el 13 de diciembre del 2010

Aceptado el 16 de junio del 2011