

Sistemas agroforestales en Cuba: algunos aspectos de la producción animal

Agroforestry systems in Cuba: some aspects of animal production

J.M. Iglesias¹, L. Simón¹, L. Lamela¹, D. Hernández¹, I. Hernández¹,
Milagros Milera¹, E. Castillo² y Tania Sánchez¹

¹ Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
Email: iglesias@indio.atenas.inf.cu

² Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

Resumen

Los sistemas agroforestales para la producción animal, que actualmente constituyen logros científicos de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" y otros centros de investigación de Cuba, han sido desarrollados a partir de los resultados de investigaciones que se realizaron desde la década del ochenta, para mejorar la productividad de los pastos naturales mediante la introducción de valiosas especies herbáceas y leguminosas arbóreas. Esas investigaciones también determinaron los elementos esenciales del manejo de los pastos, como las cargas óptimas para los sistemas de bajos insumos y los métodos de pastoreo adecuados para alcanzar la sostenibilidad de los pastizales.

Entre los diversos tipos de sistemas silvopastoriles estudiados, los bancos de proteína y las asociaciones múltiples de leguminosas y gramíneas han contribuido, en gran medida, al desarrollo de la producción sostenible de leche y carne, y pueden ser considerados como sistemas que pueden extenderse a los campesinos y que se integran bien a los objetivos de producción de la ganadería cubana.

Leucaena leucocephala ha sido el árbol utilizado con mayor frecuencia en los sistemas silvopastoriles cubanos y también ha hecho una gran contribución a los datos experimentales que demuestran las ventajas reales de la agroforestería. Sin embargo, no es la única especie empleada. Otras como *Albizia lebbbeck*, *Erythrina berteroana*, *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium*, *Bauhinia purpurea* y *Morus alba*, han sido estudiadas con éxito y parecen ser elementos importantes de la diversificación de las comunidades vegetales en los sistemas silvopastoriles en Cuba.

Los principales resultados obtenidos en el uso de la agroforestería para la producción animal en Cuba son: ganancias diarias de peso vivo entre 500 y 600 g en toros jóvenes para engorde, con una producción promedio de alrededor de 800 kg de carne por hectárea anualmente; una producción de leche diaria de 7-10 kg/vaca (9-14 kg/ha), sin suplementos; y ganancias diarias de peso vivo entre 400 y 525 g en novillas de reemplazo en crecimiento, lo que permite un peso vivo para la reproducción de 290-300 kg a los 20-27 meses de edad, con el uso mínimo de insumos externos al sistema.

La renovación y la introducción de pastos apropiados, adaptados a las condiciones edafoclimáticas locales, unido a la incorporación estratégica de plantas arbóreas y arbustivas en las áreas de pastoreo, parece ser una alternativa tecnológica que puede contribuir a mejorar la producción bovina, disminuyendo el impacto negativo en los ecosistemas en que se desarrolla. Esto pudiera constituir una solución económicamente viable, que no ocasiona daños al medio ambiente y es aceptada socialmente, cuyos beneficios a corto plazo se manifestarían en un incremento sostenido de la producción animal.

Palabras clave: Producción animal, sistemas silvopastoriles

Abstract

The agroforestry systems for animal production, that nowadays constitute scientific achievements of the Grasses and Forages Research Station "Indio Hatuey" and other research institutions of Cuba, have been developed from the results of investigations that were carried out since the 1980's, to improve the productivity of natural pastures through the introduction of valuable herbaceous species and tree legumes. Those investigations also determined the essential elements of pasture management such as the optimal stocking rates for low input systems and suitable grazing methods to achieve the sustainability of grasslands.

Among the diverse types of Silvopastoral systems under study, the protein banks and multiple associations of legumes and grasses have contributed much to the development of sustainable milk and meat production, and could be considered as systems that can be extended and to the farmers and that integrate well with the production objectives of Cuban cattle production.

Leucaena leucocephala has been the most frequently used tree in Cuban silvopastoral systems and it has also contributed much to experimental data that demonstrate the real advantages of agroforestry. However, it is not the only species used. Others such as *Albizia lebeck*, *Erythrina berteroana*, *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium*, *Bauhinia purpurea* and *Morus alba*, have been tested with success and appear to be important elements of diversification of plant communities in silvopastoral systems in Cuba.

The main results obtained on the use of agroforestry for animal production in Cuba are: Daily live weight gains between 500 and 600 g in young bulls for fattening, with an average production of around 800 kg of meat per ha annually, daily milk production of 7-10 kg/cow (9-14 kg/ha), without supplements, daily live weight gains between 400 and 525 g in growing replacement heifers, which allows a liveweight for reproduction of 290-300 kg at 20-27 months of age, minimal use of inputs external to the system

The renovation and introduction of appropriate pastures, adapted to local edaphoclimatic conditions, together with the strategic incorporation of tree plants and shrubs in the grazing areas, seems to be a technological alternative that would contribute to improve the bovine production, diminishing the impact on the ecosystems where they are developed. This could constitute an economically viable solution that doesn't produce environmental damages and is socially accepted, which short term benefits would be observed in a sustained increment of the animal production.

Keywords: Animal production, silvopastoral systems

Introducción

Puede afirmarse que el pastoreo del ganado en gramíneas naturales y mejoradas, así como el uso de los recursos proteicos forrajeros provenientes de la contribución de los árboles y los arbustos, es tan antiguo como su propia existencia. Sin embargo, los sistemas modernos de producción ganadera derivaron hacia el uso de tecnologías intensivas, basadas en otros recursos energético-proteicos que pudieran reemplazar las dietas a base de pastos, o el empleo de sistemas de corte y acarreo de forraje en grandes áreas de monocultivo.

En este contexto, una gran parte de la producción de carne de res en Cuba se realizaba en naves, con tecnologías de estabulación total o parcial, donde la melaza de caña de azúcar (en combinación con urea en diferentes proporciones) y los suplementos proteicos constituían la

Introduction

It could be said that cattle grazing upon the natural and improved grasses and forages, as well as the use of the fodder protein resources coming from the contribution of trees and bushes, is as old as its own existence. However, the modern systems of cattle production derived toward the use of intensive technologies, based on the use of other energy-protein resources that could replace the diets on pastures or the use of cut and carry fodder systems taking place in big monoculture areas.

In this context, a great part of beef production in Cuba was carried out in stalls, with technologies of total or partial confinement, where the sugar cane molasses in combination with urea in different proportions and the protein supplements constituted the main part of the diet of the animals, while the use of forages and the

parte fundamental de la dieta de los animales; mientras que el uso de forrajes y el pastoreo restringido pasaban a un segundo plano (Delgado, García-Trujillo, Molina, Elías, Reyes, Sardiñas y Hernández, 1994).

Para la producción de leche se mejoraron los rebaños lecheros desde el punto de vista racial, con la introducción de sangre Holstein desde los países europeos y Canadá, así como la infraestructura general mediante el desarrollo de unidades de producción con instalaciones fuertes y áreas de praderas y forrajes de 40-110 ha cubiertas por gramíneas. Sin embargo, para lograr la expresión del potencial lechero de los animales era necesario suplementar con concentrados importados y fertilizar las áreas de las gramíneas y los forrajes.

Dichas tecnologías demostraron una gran insostenibilidad, debido a su agresividad contra el medio ambiente y su dependencia de los insumos externos, lo que resulta particularmente importante en las áreas tropicales donde se localizan los países de economías más pobres.

En este contexto, la renovación e introducción de pastos apropiados, adaptados a las condiciones edafoclimáticas locales, junto a la incorporación estratégica de plantas arbóreas y arbustivas en las áreas de pastoreo, parece ser una alternativa tecnológica que contribuiría a mejorar la producción bovina, disminuyendo el impacto negativo en los ecosistemas donde se desarrolla. Según Preston (1995), esto pudiera constituir una solución económicamente viable, que no produce daños al medio ambiente y es aceptada socialmente, cuyos beneficios a corto plazo se manifestarían en un incremento sostenido de la producción animal.

En estos momentos existe un gran interés en Cuba, y en el trópico en general, por un cambio importante en la visión de los investigadores, los profesionales, los técnicos y los productores en cuanto al papel de las especies arbóreas, especialmente la leguminosa multipropósito *L. leucocephala*, en la producción de los rumiantes.

Hay algunas experiencias orientadas al diseño de alternativas agrosilvopastoriles que permiten intensificar las interacciones entre este

restricted grazing were left in a second plane (Delgado, García Trujillo, Molina, Elías, Reyes, Sardiñas and Hernández, 1994).

For milk production the dairy herds were improved from the racial point of view, introducing Holstein blood from european countries and Canada, as well as the general infrastructure by means of the development of production units with strong facilities and areas of prairies and forages of 40-110 ha covered by grasses. However, to achieve the expression of the milk potential of the animals there was the need to supplement with imported concentrates and to fertilize the areas of grasses and forages.

Such technologies demonstrated a high unsustainability for their aggressiveness against the environment and their dependence on external inputs, which becomes particularly important in the tropical areas where the countries of poorer economies are located.

In this context, the renovation and introduction of appropriate pastures, adapted to local edaphoclimatic conditions, together with the strategic incorporation of tree plants and shrubs in the grazing areas, seems to be a technological alternative that would contribute to improve the bovine production, diminishing the impact on the ecosystems where they are developed. According to Preston (1995), this could constitute an economically viable solution that doesn't produce environmental damages and is socially accepted, which short term benefits would be observed in a sustained increment of the animal production.

At the moment, there is a great interest in our country and in the tropic in general for an important change in the vision of the researchers, professionals, technicians and producers regarding the role of the tree species, and especially of the multipurpose leguminous tree *L. leucocephala* in ruminant production.

Some experiences oriented to the design of agrosilvopastoral alternatives that allow intensifying the interactions among this tree and the cattle systems based on ruminants already exist (Simón, 1996; Iglesias, 1996; Hernández, Carballo and Reyes, 1998; Ruiz, Febles, Jordán, Castillo and Galindo, 2000; Simón and Francisco, 2000). Their

árbol y los sistemas ganaderos basados en rumiantes (Simón, 1996; Iglesias, 1996; Hernández, Carballo y Reyes, 1998; Ruiz, Febles, Jordán, Castillo y Galindo, 2000; Simón y Francisco, 2000). Su principal objetivo es desarrollar alternativas tecnológicas para lograr la integración del complejo suelo-árbol-gramínea-animal, orientadas a mejorar los niveles alimentarios y productivos de los animales, el uso racional de los recursos y la evaluación del impacto económico, social y medioambiental de las diferentes alternativas.

Fundamentos y propósitos de la agroforestería para la producción animal en Cuba

Los sistemas silvopastorales, que actualmente constituyen logros científicos de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" y otras instituciones científicas del país, han sido desarrollados a partir de los resultados de las investigaciones que se realizaron desde la década de los ochenta, para mejorar la productividad de los pastos naturales a través de la introducción de valiosas especies herbáceas y leguminosas arbóreas. Esas investigaciones también determinaron los elementos esenciales del manejo de los pastos, tales como las cargas óptimas para los sistemas de bajos insumos y los métodos de pastoreo adecuados para lograr la sostenibilidad de los pastizales.

De esta forma surge el llamado banco de proteína, en el cual se utiliza un manejo diferenciado de las leguminosas para propiciar su persistencia; así como las asociaciones múltiples de especies herbáceas y volubles con pastos naturales, que posteriormente fueron mejorados cuando se introdujeron al sistema los árboles, los arbustos y las gramíneas cultivadas, que fueron capaces de producir altas ganancias de peso vivo por día y por hectárea (Hernández, Alfonso y Duquesne, 1986; Hernández, Alfonso y Duquesne, 1987; Hernández, Alfonso y Duquesne, 1988; Simón, Iglesias, Hernández, Hernández y Duquesne, 1990; Hernández, Hernández, Hernández, Carballo, Carnet, Mendoza, Mendoza y Rodríguez, 1992).

main objective is to develop technological alternatives to achieve the integration of the soil-tree-grass-animal complex, oriented to improve the feeding and productive levels of the animals, the rational use of the resources and the evaluation of the economic, social and environmental impact of the different alternatives.

Fundamentals and purposes of the agroforestry for animal production in Cuba

The silvopastoral systems, that nowadays constitute scientific achievements of the Grasses and Forages Research Station "Indio Hatuey" and other scientific institutions of the country, have been developed from the results of investigations that were carried out since the 1980's, to improve the productivity of natural pastures through the introduction of valuable herbaceous species and tree legumes. Those investigations also determined the essential elements of pasture management such as the optimal stocking rates for low input systems and suitable grazing methods to achieve the sustainability of grasslands.

This way the so called protein bank arises, in which a differentiated management of the leguminous plants is used to propitiate their persistence; as well as the multiple associations of herbaceous and twining species with natural pastures that later on were improved when introducing to the system trees and shrubs and cultivated grasses that are capable of producing high levels of live weight gains per day and ha. (Hernández, Alfonso and Duquesne, 1986; Hernández, Alfonso and Duquesne, 1987; Hernández, Alfonso and Duquesne, 1988; Simón, Iglesias, Hernández, Hernández and Duquesne, 1990; Hernández, Hernández, Hernández, Carballo, Carnet, Mendoza, Mendoza and Rodríguez, 1992).

The purposes and objectives of the development of silvopastoral systems for cattle production are, among others:

1. To achieve minimum daily gains between 500 and 600 g/animal and productions of around 800 kg of meat per hectare annually with a stocking rate close to two animals in this area.

Los propósitos y objetivos del desarrollo de los sistemas silvopastoriles para la producción ganadera son, entre otros, los siguientes:

1. Lograr ganancias diarias mínimas entre 500 y 600 g/animal y producciones de alrededor de 800 kg de carne por hectárea anualmente, con una carga cercana a dos animales en esta área.
2. Lograr potencialidades mínimas de 10 kg de leche/vaca/día o 20 kg de leche/ha/día, sin emplear suplementos.
3. Obtener ganancias diarias entre 400 y 500 g/animal/día en novillas en crecimiento para reemplazo, lo que permite un peso de incorporación a la reproducción de 290-300 kg, con edades que fluctúan entre 20 y 27 meses.
4. Alcanzar estos resultados con una rentabilidad notable, lograda en función del manejo racional y la explotación de las gramíneas con gastos mínimos en insumos.
5. Lograr la autosostenibilidad del sistema, propiciando la recirculación máxima de los nutrientes y la protección y el mantenimiento del medio ambiente.

Entre los diversos tipos de sistemas silvopastoriles desarrollados, los bancos de proteína y las asociaciones de árboles con gramíneas han mostrado los resultados más importantes en Cuba, en la producción tanto de carne como de leche, y se perfilan en la actualidad como sistemas que pueden ser generalizados, integrados al grupo de propósitos productivos de la crianza de ganado en el país. Sin embargo, otros como las cercas vivas, por ejemplo, con la ventaja de que son conocidas por su uso tradicional por los campesinos cubanos, pueden constituir una solución importante para reemplazar las cercas tradicionales de concreto en las unidades ganaderas, suministrando cercas más duraderas y económicas, y también contribuir como un recurso alimenticio de gran valor nutricional para el ganado.

¿Qué tipo de sistema debe utilizarse y cuáles deben ser las especies que formen la comunidad vegetal que caracteriza este nuevo tipo de enfoque del pastoreo?

No hay una receta única y las decisiones deben ser tomadas en dependencia de los factores

2. To achieve minimum potentialities of 10 kg/cow/day or 20 kg/ha/day of milk without using supplements.
3. To obtain dairy gains between 400-500 g/animal/day in growing heifers for replacement, which allows an incorporation weight for reproduction of 290-300 kg with ages that fluctuate between 20-27 months.
4. To reach these results with an appreciable profitability, achieved in function of the rational management and exploitation of the grasses with minimal expenses in inputs.
5. To achieve the autosustainability of the system, propitiating the maximum recirculation of nutrients and the protection and maintenance of the environment.

Among the diverse types of silvopastoral systems developed, the protein banks and the associations of trees with grasses have contributed the most important results in Cuba, to produce meat as well as milk, and they are profiled at the present time as systems that can be generalized integrated to the group of productive purposes of the cattle raising in the country. Nevertheless, others as living fences, for example, with the advantage that they are known for their traditional use by the Cuban farmers, can constitute an important solution to replace traditional concrete fences in the cattle units, providing more lasting and economic fences, as well as they can also contribute as a resource of great nutritional value food for cattle.

What type of system should be used and which should be the species that form the vegetable community that characterizes this new type of grazing approach?

There is not a unique recipe and the decisions should be made depending of the factors that condition them, such as: the availability of resources for land tillage and sowing, the characteristics of the area where the system will be developed, as well as that the species chosen could adapt fully to the edaphoclimatic conditions.

Nevertheless, the superiority of the associations has been demonstrated in relation to bigger daily gains of liveweight, bigger availability of feed, a remarkable increment of the protein level in the

que las condicionan, tales como: la disponibilidad de recursos para el cultivo de la tierra y la siembra, las características del área donde se desarrollará el sistema, y las especies seleccionadas que puedan adaptarse totalmente a las condiciones edafoclimáticas.

Sin embargo, se ha demostrado la superioridad de las asociaciones debido a una mayor ganancia diaria de peso vivo, una mayor disponibilidad de alimento, un notable incremento del nivel de proteína en las gramíneas asociadas, un mejor balance de nutrientes en el pasto y una mejor composición botánica (tablas 1 y 2).

El uso de los bancos de proteína para el pastoreo

Pueden utilizarse diferentes alternativas de bancos de proteína para la producción de carne y leche en estos sistemas de pastoreo:

- Bancos de proteína en sistemas de pastoreo con gramíneas naturales.
- Bancos de proteína en sistemas de pastoreo con gramíneas cultivadas.
- Bancos de proteína con una leguminosa asociada a las gramíneas.
- Bancos de proteína de asociaciones múltiples de leguminosas con gramíneas.

Según Hernández y Simón (1993) esta tecnología consiste en la siembra de árboles, arbustos y plantas herbáceas con un alto contenido de

associated grasses, better balance of nutriment in the sward and better botanical composition (tables 1 and 2).

The use of the protein banks for grazing

Different alternatives of protein banks can be used both for meat and milk production in these grazing systems:

- Protein banks in systems of grazing with natural grasses.
- Protein banks in systems of grazing with cultivated grasses.
- Protein banks with one legume associated with grasses.
- Protein banks of multiple associations of legumes with grasses.

According to Hernández and Simón (1993) this technology consists on the sowing of trees, shrubs and herbaceous plants with high protein content (generally legumes), in high densities in a certain portion of the grazing area.

Ruiz and Febles (1999) stated that management of the protein banks for grazing is simple, and it admits that an experienced and careful cowboy carries it out efficiently. The area of the legumes should be divided in paddocks and rotated, in such way that guarantees periods of rest not less than five weeks, which could be enlarged in case it is necessary to propitiate a strong and abundant regrowth of the legume plants.

Tabla 1. Ganancia de peso vivo, oferta de materia seca y de proteína bruta en diferentes sistemas de pastoreo (Iglesias, 2003).

Table 1. Liveweight gains, dry matter and crude protein offer in different systems of grazing (Iglesias et al, 2003).

Indicador	Asociación*	Banco de proteína*	Guinea likoni**
Ganancia de peso vivo (g/animal/día)			
Ceba inicial (lluvia)	820	760	800
Ceba final (seca)	426	301	276
Promedio	623	530	536
Oferta de materia seca (kg/100 kg de PV/día)			
Ceba inicial (lluvia)	20,7	15,7	16,6
Ceba final (seca)	12,9	11,2	10,1
Oferta de proteína bruta (kg/100 kg de PV/día)			
Ceba inicial (lluvia)	3,18	1,26	1,42
Ceba final (seca)	1,84	0,69	0,66

* Leucaena, teramnus, glycine, siratro, indigofera y likoni

** Fertilizada con 80 kg N/ha/año

Tabla 2. Desarrollo de novillos que pastorean en pastos naturales asociados con *L. leucocephala* o en bancos de proteína (Castillo, Ruiz, Crespo, Galindo, Chongo y Hernández, 1998).Table 2. Development of steers grazing natural pastures associated with *Leucaena leucocephala* or on protein banks (Castillo, Ruiz, Crespo, Galindo, Chongo and Hernández, 1998).

Indicador	Tratamientos			Significación
	Control (pasto natural)	Banco de proteína (30% de leucaena)	Asociación (100% de leucaena)	
	Primavera (267 días)			
Peso inicial (kg)	149	149	150	NS
Peso final (kg)	263 ^b	293 ^a	299 ^a	P<0,001
Ganancia diaria de PV (g/día)	412 ^b	536 ^a	555 ^a	P<0,001
	Sequía (118 días)			
Peso inicial (kg)	263 ^b	293 ^a	299 ^a	P<0,001
Peso final (kg)	312 ^a	357 ^b	384 ^c	P<0,001
Ganancia diaria de PV (g/día)	415 ^a	542 ^b	718 ^c	P<0,001
	Total (385 días)			
Peso inicial (kg)	149	149	150	NS
Peso final (kg)	312 ^a	357 ^b	384 ^c	P<0,001
Ganancia diaria de PV (g/día)	425 ^a	539 ^b	605 ^c	P<0,001
Ganancia (kg/ha/año)	310 ^a	394 ^b	442 ^c	P<0,001
Consumo de caña de azúcar (kg MV/animal/día)	7,6 ^a	7,8 ^a	6,7 ^b	P<0,001

a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

proteínas (generalmente leguminosas), en altas densidades en una determinada área de pastoreo.

Ruiz y Febles (1999) plantearon que el manejo de los bancos de proteína para el pastoreo es simple, y admite que un vaquero experimentado y cuidadoso lo realice con eficiencia. El área de las leguminosas debe dividirse en cuarterones y rotarse, de manera tal que garantice períodos de descanso no menores que cinco semanas, que pudieran alargarse en el caso de que sea necesario propiciar un rebrote fuerte y abundante de las leguminosas.

El manejo de las leguminosas puede ser igual al de las gramíneas cuando el banco es manejado con libre acceso, o diferenciado, controlando el acceso de los animales mediante el empleo de una cerca que separe el área del banco del resto del cuartón, en dependencia de sus características específicas.

El acceso libre de los animales es aconsejable en los casos en que el banco de proteína haya sido establecido sobre la base de pastos natura-

The management of legumes can be the same as to the grasses when the bank is managed with free access, or differentiated, controlling the animal access using a fence that separates the bank area of the rest of the paddock, in dependence of its specific characteristics.

The free access of the animals is advisable in the cases in which the protein bank has been established on natural pastures, so it can be exploited as a single paddock in continuous grazing, opening the gate of the legume area when they have reached a good regrowth and biomass and closing it when the animals have consumed it conveniently.

When the protein bank have been sown on areas of cultivated grasses, fertilized or not, the differed grazing is advisable, which consists in giving access to it only in the period of less availability of grasses (November to May). This facilitates a period of resting of around four months during the rain season, especially for the herbaceous and twining legumes, which can be recovered and persist later in time.

les, de forma tal que pueda ser explotado como un solo cuartón en pastoreo continuo, abriendo el portón del área de leguminosas cuando estas hayan alcanzado buen rebrote y biomasa, y cerrándolo cuando los animales lo hayan consumido convenientemente.

Cuando el banco de proteína ha sido sembrado en áreas de gramíneas cultivadas, fertilizadas o no, es aconsejable el pastoreo diferido, que consiste en dar acceso a este sólo en el período de menos disponibilidad de pastos (noviembre a mayo). Esto facilita un período de descanso de alrededor de cuatro meses durante la estación lluviosa, especialmente para las leguminosas herbáceas y volubles, que pueden recuperarse y persistir en el tiempo.

La proporción que deben tener los bancos de proteína en el sistema puede ser 50:50, 70:25 ó 70:30% gramínea-banco de proteína, en dependencia del sistema de manejo escogido por el productor.

Cuando se utiliza el manejo diferido (el banco no es pastoreado en la estación lluviosa) y prevalecen los pastos naturales, se obtienen mejores resultados con 25-30% ocupado por las leguminosas; sin embargo, si prevalecen las gramíneas cultivadas o el acceso es libre, mientras mayor sea la proporción de leguminosas mejores serán los resultados de producción. Si el área dedicada a las gramíneas no se fertiliza, la carga global no debe ser mayor que 2 animales/ha; con niveles de 100 kg de N/ha/año o más, esta puede aumentar a 3 animales/ha.

En general, se aprecia que los bancos de proteína surgen por la necesidad de ofrecer un suplemento de alto valor nutricional para los animales en pastoreo, aunque debe plantearse que se necesita un manejo diferido de las leguminosas, que asegure su persistencia a más largo plazo y al mismo tiempo permita manejar las gramíneas más intensivamente. El área dedicada a los bancos es muy diversa y varía desde 25 hasta 50%, en dependencia del propósito productivo y las especies utilizadas.

En Cuba, con el uso de la leucaena, se han alcanzado producciones de leche en bancos de proteína de 9-10 L/vaca/día, cuando el área de

The proportion that the protein banks should have in the system could be 50:50, 70:25 or 70:30% grasses-protein bank, which depends on the management system chosen by the producer.

When the differed management is used (the bank is not grazed in the rainy season) and natural pastures prevail, better results are obtained with 25-30% occupied by the legumes; however, if the cultivated grasses prevail or the access is free, while bigger the proportion of legumes better the production results. If the area dedicated to grasses is not fertilized, the global stocking rate should not be bigger than 2 animals/ha; with levels of 100 kg of N/ha/year or more it can be increased to 3 animals/ha.

In general, it is appreciated that the protein banks arise due to the a necessity to offer a high nutritional value supplementary feed for grazing animals, although it should be stated that there is a need of a differed handling of the legumes, which assures their persistence to longer term and at the same time allows to manage the grasses more intensively. The area dedicated to the banks is very dissimilar and it varies from 25 up to 50%; depending on the productive purpose and the species use.

In Cuba, with the use of *Leucaena* protein banks productions of milk from 9 to 10 l/cow/day have been reached, when the area of grasses have been fertilized (Milerá, Iglesias, Remy and Cabrera, 1994). Similar results were obtained by Lamela, Valdés and Fung (1996a) and Lamela, Valdés and Fung (1996b).

Under these conditions of management and without use of external inputs, daily gains of 500 g/animal/day or more can be expected in grazing fattening systems, reaching final liveweight of around 400 kg with 24-26 months of age and productions of 400-800 kg of meat/ha (Hernández et al, 1992; Febles, Ruiz and Simón, 1996; Castillo, Ruiz, Puentes and Lucas, 1989; Ruiz and Febles, 1999).

Tables 3 and 4 show some results that demonstrate the real possibilities of the protein banks for beef production.

Table 5 offers the productive results of a grazing system used for Zebu type heifers rearing,

las gramíneas ha sido fertilizada (Milera, Iglesias, Remy y Cabrera, 1994). Lamela, Valdés y Fung (1996a) y Lamela, Valdés y Fung (1996b) obtuvieron resultados similares.

En estas condiciones de manejo y sin el uso de insumos externos, pueden esperarse ganancias diarias de 500 g/animal/día o más en sistemas de engorde en pastoreo, alcanzando un peso vivo final de alrededor de 400 kg con 24-26 meses de edad y producciones de 400-800 kg de carne/ha (Hernández et al., 1992; Febles, Ruiz y Simón, 1996; Castillo, Ruiz, Puentes y Lucas, 1989; Ruiz y Febles, 1999).

En las tablas 3 y 4 aparecen algunos resultados que demuestran las posibilidades reales de los bancos de proteína para la producción de carne.

La tabla 5 ofrece los resultados productivos de un sistema de pastoreo utilizado para la crianza de novillas de tipo Cebú, en el que el sistema tradicional de crianza sobre la base de gramíneas nativas se sustituyó por un sistema de banco de proteína con *L. leucocephala* (2 300 árboles/ha)

where the traditional system of rearing on native grasses was substituted by a protein bank system with *L. leucocephala* (2 300 trees/ha) and *Andropogon gayanus* as a basic cultivated grass (Hernández, Carballo and Reyes, 1997). Three consecutive cycles of rearing were evaluated, with stocking rates between 2 and 2,7 heifers/ha, rotational grazing in four paddocks and daily access to Leucaena, which represented 33% of the total area of the grazing system. The production indicators were superior to those obtained with the traditional systems, in which the age of incorporation to reproduction surpasses the 30 months.

On the other hand, Iglesias (2003) studied the performance of $\frac{3}{4}$ Holstein x $\frac{1}{4}$ Zebu heifers in a protein bank system of Leucaena and other herbaceous legumes (25 % of the total grazing area) with likoni guinea grass on 75% of the area, with a stocking rate of 2,5 calves/ha, and obtained a weight of incorporation to reproduction of 292,3 kg with 26,5 months of age. These results have correspondence with a growth rate of 449,1 g/

Tabla 3. Comportamiento de terneros castrados que pastorean en bancos de proteína de leucaena (adaptado de Castillo et al., 1998).

Table 3. Behaviour of growing steers grazing on protein banks of Leucaena (adapted from Castillo et al, 1998).

Área de leucaena (%)	Gramínea	Carga (animales/ha)	Alimento adicional	N (kg/ha/año)	Ganancia (g/animal/día) kg/ha/año		Número de cuartones
30	Guinea	2	-	-	538	392	4
30	Pasto estrella	3	-	-	465	509	4
30	Pasto estrella	3	-	90	532	583	4
30	Pasto estrella	5	-	-	380	465	24
30	Natural	2	Caña de azúcar + urea	-	371	271	4
50	Guinea	2	-	-	556	406	4

Tabla 4. Resultados con leucaena y neotonía como banco de proteína en suelo Ferralítico Amarillo lixiviado y con precipitación de 800-900 mm/año (Hernández et al., 1992).

Table 4. Results obtained with Leucaena and Neonotonia wightii as protein bank on yellow ferralitic lixiviated soil and rainfall of 800-900 mm/year (Hernández et al., 1992).

Sistema de pastoreo	Carga (animales/ha)	Ganancia diaria (g/animal)	Peso final al sacrificio (kg)	Edad al sacrificio (meses)
<i>A. gayanus</i> + banco de proteína de leucaena y neotonía	1,7	487	449	29
Pasto natural + banco de proteína de leucaena y neotonía	1,7	394	355	24

Nota: Sin suplementación

Tabla 5. Comportamiento de novillas en crecimiento para reemplazo en un sistema de banco de proteína con *A. gayanus* y *L. leucocephala*.

Table 5. Behaviour of growing heifers for replacement on a system of protein bank with *A. gayanus* and *L. leucocephala*.

Indicador	Período		
	I	II	III
Edad inicial (meses)	15	16	12
Peso inicial (kg)	191,3	171,4	156,1
Ganancia acumulada (g/animal/día)	407	348,8	300
Peso de incorporación a la reproducción (kg)	285,3	281	276
Edad de incorporación a la reproducción (meses)	22	27	25
Eficiencia reproductiva (asumiendo un estándar de 18 meses con 280 kg de PV como el 100%)	77,7	50	61,1

y *Andropogon gayanus* como una gramínea básica cultivada (Hernández, Carballo y Reyes, 1997). Se evaluaron tres ciclos consecutivos de crianza, con cargas entre 2 y 2,7 novillas/ha, pastoreo rotacional en cuatro cuarterones y acceso diario a la leucaena, lo que representó el 33% del área total del sistema de pastoreo. Los indicadores de producción fueron superiores a los obtenidos con los sistemas tradicionales, en los cuales la edad de incorporación a la reproducción sobrepasa los 30 meses.

Por otra parte, Iglesias (2003) estudió el comportamiento de novillas $\frac{3}{4}$ Holstein x $\frac{1}{4}$ Cebú en un sistema de banco de proteína de leucaena y otras leguminosas herbáceas (25% del área total de pastoreo) con guinea likoni en el 75% del área, con una carga de 2,5 terneras/ha, y obtuvo un peso de incorporación a la reproducción de 292,3 kg con 26,5 meses de edad. Estos resultados se corresponden con una tasa de crecimiento de 449,1 g/animal/día, aunque es importante destacar que los animales fueron incorporados al pastoreo con un peso corporal muy bajo (sólo 100 kg), lo que indica que las ganancias diarias en el período posparto hasta un año de edad no fueron superiores a 120 g/animal, con consecuencias para la edad de incorporación a la reproducción.

Ruiz, Febles, Sistachs, Bernal y León (1990) recomendaron criar hembras en crecimiento mediante el empleo de bancos de proteína de acceso libre y limitado y suplementación con concentrados en la estación seca. En estos sis-

animal/day, although it is important to emphasize that the animals were incorporated to grazing with very low corporal weight (100 kg only), which indicates that daily gains in the post calving period until one year of age were not superior to 120 g/animal, with further consequences for age of incorporation to reproduction.

Ruiz, Febles, Sistachs, Bernal and León (1990) recommend rising growing females by means of the employment of both free access and limited access protein banks and supplementation with concentrates in the dry season. With these systems, the animals should incorporate to the reproduction with an age of 19 months, a liveweight of 324 kg and accumulated gains of 634 g/animal/day. They also recommend, in case of not using irrigation and fertilization, to offer additional voluminous forages during the drought.

If the animals are wanted to gain more weight (more than 600 g/day) the use of 2 kg of supplement per day is advised, which represents a saving of 450 kg of concentrated feed per animal. According to these authors, to obtain a daily gain of 500 g supplementation is not necessary (table 6).

For milk production the best results using the technology of protein bank have been achieved when the area of the bank represents 20-25 % of the total grazing area, with limited access of the animals and grazing time which should be between two and four hours per day.

To facilitate the management, the protein bank should be as close as possible to the milking buil-

temas los animales deben incorporarse a la reproducción con una edad de 19 meses, un peso vivo de 324 kg y ganancias acumuladas de 634 g/animal/día. También sugirieron que, en el caso de no utilizar riego ni fertilización, se ofrezcan forrajes voluminosos adicionales durante la sequía.

Si se desea que los animales ganen más peso (más de 600 g/día), se aconseja el suministro de 2 kg de suplemento por día, lo que representa un ahorro de 450 kg de alimento concentrado por animal. Según estos autores, para obtener una ganancia diaria de 500 g no es necesaria la suplementación (tabla 6).

Los mejores resultados en la producción de leche con la tecnología del banco de proteína se han alcanzado cuando el área del banco representa el 20-25% del área total de pastoreo, con acceso limitado de los animales y un tiempo de pastoreo entre dos y cuatro horas al día.

Para facilitar el manejo, el banco de proteína debe estar tan cercano como sea posible al edificio de ordeño y las otras instalaciones de la vaquería. El área se divide, al menos, en cuatro cuartos para garantizar el pastoreo rotacional y el reposo de las leguminosas. En la tabla 7 se exponen algunos resultados en cuanto a la producción de leche utilizando bancos de proteína de *L. leucocephala*.

El uso de asociaciones de gramíneas y leguminosas

Actualmente hay una mayor claridad acerca del procedimiento para alcanzar el éxito esperado de esos sistemas, aunque aún hay mucho que hacer para optimizar su uso y explotación.

ding and other dairy unit facilities. The area should be divided into at least four paddocks to guarantee rotational grazing and legumes rest. In table 7 some results are exposed regarding milk production using protein banks of *L. leucocephala*.

The use of associations of grasses and legumes

At the moment there is more clarity on the procedure to reach the success expected of those systems, although there is still a lot to do to optimize their use and exploitation.

The key to the success is to achieve a well established multiple association of legumes and grasses of different seasonal behaviour and climbing, creeping, shrubby and tree habits of growing, that conform a plant community characterized by a wide diversity of species, where the trees and or bushes project a diffuse shade on the soil surface and companion grasses.

This system propitiates its self nutrition and sustainability through the fixation of the atmospheric nitrogen, the extraction (from the deepest horizons of the soil) of other minerals through the tree roots and the deposition in the soil surface dead leaves and animals faeces of a rich value, which is manifested seasonally in the high and stable availability of DM biomass and in the positive evolution of the soil.

On the other hand, the wooded atmosphere that is created facilitates the retention of humidity, increases the biological activity of the soil through the edaphic biota and creates a habitat that stimulates the concurrence of other species of

Tabla 6. Principales indicadores en la cría de novillas de reemplazo con la tecnología de banco de proteína (adaptado de Ruiz et al., 1990).

Table 6. Main indicators that should be considered to rise heifers for replacement with the technology of protein banks (adapted from Ruiz et al., 1990).

Tipo de animal	Edad o peso	Carga (animales/ha)	Aplicación de N	Acceso	Área	Cuándo suplementar
Tenera	10-12 meses 150-200 kg	4	Sí	Libre	30-50%	A partir de 600 g/animal/día
Novilla	-	3-3,5	Sí	Limitado	25-30%	400 kg PV/novilla

Tabla 7. Producción de leche utilizando bancos de proteína de leucaena.
Table 7. Milk production using protein banks of Leucaena.

Especie utilizada	Carga (vacas/ha)	Nivel de N (kg/ha/año)	Producción (kg/vaca/día)	Autor
Likoni + leucaena	2,5	140	10,1	Milera et al. (1994)
Likoni + leucaena + glycine	2,5	80	9,3**	Lamela y Matías (1989)
Pasto estrella + leucaena	2,0	0	5,7**	Lamela et al. (1996a)
Likoni + leucaena	2,0	0	6,7**	Lamela et al. (1996b)
Pasto estrella + likoni + leucaena	1,7	0	6,0**	Lamela et al. (1998)

La clave del éxito es lograr una asociación múltiple, bien establecida, de leguminosas y gramíneas de diferente comportamiento estacional y hábitos de crecimiento trepador, rastrero, arbustivo y arbóreo, que conformen una comunidad vegetal caracterizada por una amplia diversidad de especies, donde los árboles y/o arbustos proyecten una sombra difusa sobre la superficie del suelo y las gramíneas acompañantes.

Este sistema favorece su propia nutrición y sostenibilidad a través de la fijación del nitrógeno atmosférico, la extracción (de los horizontes más profundos del suelo) de otros minerales mediante las raíces de los árboles y la deposición de las hojas muertas y las excretas de los animales en la superficie del suelo, lo que se manifiesta estacionalmente en la alta y estable disponibilidad de biomasa de MS y en la evolución positiva del suelo.

Por otra parte, la atmósfera boscosa facilita la retención de humedad, aumenta la actividad biológica del suelo a través de la biota edáfica y crea un hábitat que estimula la presencia de otras especies de la fauna, lo que favorece el mantenimiento de un balance ecológico y la protección del medio ambiente.

El balance leguminosas-gramíneas es favorecido, aparentemente, por la sombra difusa que proporcionan los árboles y los arbustos, lo que contribuye al desarrollo de las leguminosas trepadoras y rastreras y suaviza la agresividad de las gramíneas, retardando su proceso natural de maduración. Las ramas leñosas de los árboles y los arbustos sirven como tutores para las leguminosas que trepan hasta las partes superiores de los árboles, donde producen abundante biomasa y no pueden ser alcanzadas por los ani-

malos, which favours the maintenance of an appropriate ecological balance and the protection of the environment.

The legumes-grasses balance is favoured, apparently, by the diffuse shade trees and shrubs provide, which contributes to the development of climbing and creeping legumes and softens the aggressiveness of the grasses, retarding their natural process of maturation. The woody branches of the trees or bushes serve as tutors for legumes which climb up to the top parts of the trees, where they produce abundant biomass and can not be reached by the animals. It allows them to continue the process of photosynthesis and therefore the accumulation of reserves that guarantee the future regrowth of grazed parts. In this upper stratum an important quantity of seeds can be produced, that falls to the soil seasonally creating natural seed storage that can guarantee the persistence and stability of the system.

The more investigated and used tree specie in Cuba is *L. leucocephala*, a very palatable plant which consumption can be controlled allowing it to grow up so that the animals can not browse all the available foliage and this could be harvested later through pruning. This particularity protects it from the high stocking rates, because the stem and branches are not damaged excessively and the residual foliage is enough to continue the photosynthesis in an efficient way, guaranteeing a good regrowth approximately in a period of 5-9 weeks. It stands out for its nutritional value, that could be similar to a protein concentrated of high quality like protected casein, when it is fed in levels from 2 to 4 kg of green matter /cow/day; also for its wide possibilities to utilise the

males. Esto les permite continuar el proceso de fotosíntesis y, por tanto, la acumulación de reservas que garantizan el futuro rebrote de las partes devoradas. En este estrato superior puede producirse una cantidad importante de semillas, que caen al suelo estacionalmente y crean un almacenamiento natural que garantiza la persistencia y la estabilidad del sistema.

La especie arbórea más estudiada y utilizada en Cuba es *L. leucocephala*, una planta muy apetitosa cuyo consumo puede controlarse, permitiéndole que crezca para que los animales no puedan ramonear todo el follaje disponible y este pueda cosecharse posteriormente mediante la poda. Esta particularidad lo protege de las altas cargas, porque el tallo y las ramas no son dañados en exceso y el follaje residual es suficiente para continuar la fotosíntesis de forma eficiente, garantizando un buen rebrote en un período aproximado de cinco a nueve semanas. Se destaca por su valor nutricional, que puede ser similar a una proteína concentrada de alta calidad, como la caseína protegida, cuando se suministra en niveles de 2 a 4 kg de materia verde por vaca por día; también sobresale por sus amplias posibilidades de utilizar la humedad del suelo y sus nutrientes, lo que favorece la producción de biomasa en condiciones de tierra seca. Puede fijar más de 200 kg de N/ha/año.

Entre las leguminosas trepadoras se destacan *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo, *Teramnus labialis* cv. Semilla clara, *Centrosema pubescens* cv. SIH-129 y *Macropodium atropurpureum* cv. Siratro. Ellas actúan como un complemento valioso de la dieta y también fijan el nitrógeno atmosférico. Su comportamiento estacional individual tiene una gran influencia en la estabilidad del balance de leguminosas-gramíneas y su hábito trepador las protege del daño excesivo por parte de los animales.

La gramínea cultivada *Panicum maximum* (cualquiera de las variedades comerciales o una mezcla de ellas) presenta rangos estrechos de variación de la digestibilidad de MS que permiten ciclos amplios de rotación; sus rendimientos son menos afectados por la sequía y tiene un buen comportamiento bajo la sombra difusa de los árboles.

humidity of the soil and its nutrients, which favors the production of biomass in dry land conditions. It can fix more than 200 kg of N/ha/year.

Among the climbing legumes *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo, *Teramnus labialis* cv. Semilla Clara, *Centrosema pubescens* cv. SIH-129 and *Macropodium atropurpureum* cv. Siratro stand out. They act as a valuable complement of the diet and also fix the atmospheric nitrogen. Their seasonal individual behaviour influences greatly the stability of the legume-grasses balance and their climbing habit protects them from the excessive damage of the animals.

The cultivated grass *Panicum maximum* (any of the commercial varieties or a mixture of them) presents narrow ranges of variation of the DM digestibility that allow wide cycles of rotation, their yields are less affected by the drought and it has a good behaviour under the diffuse shade of trees.

The management of the associations should be flexible, adding variations in the intensification of the exploitation according to the total biomass production, and in particular when the availability of grasses increases or diminishes. In this sense, when the peaks of DM production occur (during the rainy season) the level of exploitation should be increased by shortening the rotation cycle. The latter should be wider when the production of DM drops to low levels (dry season). This way, the stocking rates will vary seasonally without necessity of removing the animals from the pastures. The magnitude of the rotation cycle will be defined by the degree of recovering of the sward after grazing, which will vary in function of the intensity of defoliation. It has been established that defoliation won't be bigger than 50 % of the grasses use and the overstocking of climbing and creeping legumes should be avoided.

These silvopastoral systems have a potential of production of around 10 kg of milk/cow/day without using energy-protein supplements. Table 8 shows some of these results.

The introduction of this technology of association of trees in the whole grazing area, known popularly as silvopastoralism, started in 1995, and it has had a good development in different provinces of Cuba (table 9).

El manejo de las asociaciones debe ser flexible y las variaciones en la intensificación de la explotación deben hacerse según la producción total de biomasa, y en particular cuando la disponibilidad de las gramíneas aumenta o disminuye. En este sentido, cuando ocurren los picos de producción de MS (durante la estación lluviosa) el nivel de explotación debe incrementarse mediante la reducción del ciclo de rotación. Este último debe ser más amplio cuando la producción de MS cae a niveles bajos (período seco). De esta forma, las cargas varían estacionalmente sin necesidad de sacar los animales de los pastos. La magnitud del ciclo de rotación se define por el grado de recuperación del pastizal después del pastoreo, el cual varía en función de la intensidad de defoliación.

Estos sistemas silvopastoriles tienen un potencial de producción de alrededor de 10 kg de leche/vaca/día sin utilizar suplementos energético-proteicos. La tabla 8 muestra algunos de estos resultados.

The technology has demonstrated, under commercial conditions, its potentialities to raise the productive and reproductive indicators of the cattle reared in this system. Milk yields of up to 3 000 kg/ha/year and more than 2 800 kg/lactation have been obtained. The liveweight between 600 and 800 kg/ha/year can be reached as well as reproductive improvements like calving rate of 80% average calving interval of 403 days and 69% of milking cows.

Other associated systems of grazing have been studied, with very good results on meat production and heifers rearing, using neither fertilizers nor supplements.

In a study carried out by Hernández (2000) the behaviour of Zebu bulls was evaluated under four systems of grazing with and without trees, where the basic grass was the guinea grass cv. Likoni and the associated trees were *L. leucocephala*, *B. purpurea* and *A. lebbeck*. A stocking rate of 3 animals/ha was used and there was not any source of supplementation except water and mineral salts (table 10).

Tabla 8. Algunos resultados productivos de un sistema silvopastoril multiasociado (Hernández, Carballo y Reyes, 1998).

Tabla 8. Some productive results obtained from a multiassociated silvopastoral system (Hernández, Carballo and Reyes, 1998).

Condiciones experimentales	Rendimiento de MS (t/ha/rotación)	Carga global (vacas/ha)	Intensidad de pastoreo (vacas/ha/día)	Oferta de MS (kg/vaca/día)	PB (%)	Leche (kg/día)
Período seco						
A) Alta intensidad de explotación	4,5	2,8	177,3	24,6	15,2	8,4 6,8*
B) Intensidad de explotación media	4,7	1,7	106,4	42,2	15,2	8,7 7,2*
C) Baja intensidad de explotación	4,9	1,1	70,9	64,9	15,0	8,1 7,5*
ES (±)	0,6			-	0,2	0,3 0,4*
Período lluvioso						
A	7,1	4,7	206,0	26,6	15,3	9,0 6,5*
B	7,2	2,8	159,6	44,8	14,4	8,5 6,6*
C	7,1	1,9	106,4	67,2	14,6	8,9 7,3*
ES (±)	0,3				0,6	0,3 0,3*

*Con terneros en lactancia

La introducción de esta tecnología de asociación de árboles en toda el área de pastoreo, conocida popularmente como silvopastoreo, comenzó en 1995 y ha tenido un buen desarrollo en diferentes provincias de Cuba (tabla 9).

La tecnología ha demostrado, en condiciones comerciales, sus potencialidades para elevar los indicadores productivos y reproductivos del ganado criado en este sistema. Se han obtenido rendimientos lecheros de hasta 3 000 kg/ha/año y más de 2 800 kg/lactancia. También puede alcanzarse un peso vivo entre 600 y 800 kg/ha/año, al igual que mejoras reproductivas, como la tasa de parición de 80%, el intervalo de parto de 403 días como promedio y 69% de vacas en ordeño.

Se han estudiado otros sistemas asociados de pastoreo, con buenos resultados en la producción de carne y la cría de novillas, sin el uso de fertilizantes ni suplementos.

En un estudio realizado por Hernández (2000) se evaluó el comportamiento de toros Cebú en cuatro sistemas de pastoreo con árboles y sin ellos, donde la gramínea básica fue la guinea likoni y los árboles asociados fueron *L. leucocephala*, *Bauhinia purpurea* y *Albizia lebeck*. Se empleó una carga de 3 animales/ha y no hubo ninguna fuente de suplementación, excepto agua y sales minerales (tabla 10).

Los resultados del comportamiento animal demostraron la superioridad de los sistemas asociados en comparación con el sistema fertilizado tradicional, sin diferencias entre ellos en la tasa

The results of animal behaviour demonstrate the superiority of the associated systems compared with the traditional fertilized one, showing not differences among them on growth rates. It is important to recognize that the inclusion of other tree plants as *A. lebeck* and *B. purpurea* evidenced their high potentiality to be used as feed for cattle in systems with low external inputs.

On the other hand, Iglesias (2003) evaluated the potentiality of a silvopastoral system for beef production using steers calves coming from dairy herds, which are fed traditionally in an intensive way. In a grazing system composed by guinea grass cv. Likoni, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk and natural grasses (*Dichantium spp.* and *Paspalum notatum*), associated with *Leucaena* sowed with a density of 555 trees per hectare he demonstrated that although the crossbred animals didn't reach slaughter weight similar to those of the Zebu type, the daily gains obtained during fattening period were enough to get animals of second category, with a final weight of around 355 kg and without economic losses for the system (table 11).

Regarding the grazing systems for replacement heifers rearing, the associations again corroborate the influence of tree legumes on animal behaviour during the different physiologic stages of these young animals.

Iglesias (2003) achieved weights of incorporation to the reproduction of 310 kg in $\frac{3}{4}$ Holstein x $\frac{1}{4}$ Zebú crossbred females that were grazing on *L. leucocephala* (555 trees/ha)

Tabla 9. Comportamiento productivo de seis vaquerías con la tecnología del silvopastoreo.
Tabla 9. Productive behaviour of six dairy units with the technology of silvopastoralism.

Vaquería	Número total de vacas	Vacas en ordeño	%	Producción individual (kg/vaca/día)	Carga (vacas/ha)	Producción por hectárea
1	73	41	56	8,1	2,1	9,5
2	78	45	58	9,2	2,6	13,8
3	87	60	69	6,2	2,0	8,5
4	86	67	66	5,8	2,0	7,6
5	23	15	65	7,3	1,7	8,1
6	32	22	68	8,0	2,0	10,9
Total	379	250	-	-	-	-
x	-	41,6	66	7,4	2,1	9,7

Tabla 10. Productividad de animales Cebú en crecimiento que pastoreaban en sistemas de pastos con árboles asociados y sin estos (Hernández, 2000).

Table 10. Productivity of growing Cebu animals grazing on pastures systems with and without associated trees (Hernández, 2000).

Sistema de pastoreo	PV inicial (kg/animal)	PV Final (kg/animal)	Ganancia de peso bruto (kg/animal)	Ganancia de PV acumulada (g/animal/día)
Leucaena en asociación con guinea	226,9	424,0	197,1	788
Bauhinia en asociación con guinea	226,3	415,5	189,1	757
Albizia en asociación con guinea	227,0	409,2	182,2	729
Guinea sola (fertilizada)	226,9	362,2	135,3	541

de crecimiento. Es importante reconocer que la inclusión de otras plantas arbóreas, como *A. lebbeck* y *B. purpurea*, evidenció su alta potencialidad para ser utilizadas como alimento para el ganado en sistemas con bajos insumos externos.

Por otra parte, Iglesias (2003) evaluó la potencialidad de un sistema silvopastoril para la producción de carne utilizando terneros castrados provenientes de rebaños lecheros, que se alimentan tradicionalmente de forma intensiva. En un sistema de pastoreo compuesto por guinea likoni, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk y gramíneas naturales (*Dichantium spp.* y *Paspalum notatum*), asociadas a leucaena sembrada con una densidad de 555 árboles por hectárea, se demostró que aunque los animales cruzados no alcanzaron un peso de sacrificio similar a los del tipo Cebú, las ganancias diarias durante el período de ceba fueron suficientes para obtener animales de segunda categoría, con un peso final de alrededor de 355 kg y sin pérdidas económicas para el sistema (tabla 11).

Con respecto a los sistemas de pastoreo para la crianza de novillas de reemplazo, también las asociaciones han corroborado la influencia de las leguminosas arbóreas en el comportamiento animal durante las diferentes etapas fisiológicas de estos animales jóvenes.

Iglesias (2003) logró un peso de incorporación a la reproducción de 310 kg en hembras mestizas $\frac{3}{4}$ Holstein x $\frac{1}{4}$ Cebú que pastorearon en *L. leucocephala* (555 árboles/ha) asociada con guinea cv. Likoni y otras leguminosas herbáceas perennes (*N. wightii*, *M. atropurpureum*, *Indigofera mucronata*, etc.). Las ganancias de

asociado con guinea grass cv. Likoni and other perennial herbaceous legumes (*N. wightii*, *M. atropurpureum*, *Indigofera mucronata*, etc.). The accumulated liveweight gains (488 g/animal/day) were acceptable, but the age at incorporation was above the desired indicators for an intensive cattle raising (27,4 months).

This same author, when comparing females of different breed types in a system of guinea grass combined with different Leucaena varieties (Cunningham, Peru and CNIA-250), observed a considerable reduction on the age at incorporation to the reproduction (22,8 months) and moderate liveweight gains, appropriate for the good development of the future dairy cows (table 12).

On the other hand, Mejías, Ruiz and López (2000) designed a system of female rearing where first the creeping legume *Stylosanthes guianensis* associated with grasses was used for weaning calves and later the animals were introduced on pastures combined with Leucaena. The daily gains achieved were superior to 500 g, with an age at incorporation to reproduction of 22,3 months and pregnancy around 24 months. The liveweight at incorporation showed also appropriate value (304,5 kg).

The substitution of concentrated feed for this category is possible if we look at the results of Zarragoitia, Elías, Ruiz and Rodríguez (1992). These authors compared the traditional grazing system of bermuda grass cv. 68, both fertilized and supplemented with concentrates against the use of this grass associated with Leucaena and they didn't find differences in the daily liveweight gains (569 vs 530 g/animal/day) and in the age

Tabla 11. Comportamiento productivo de diferentes genotipos de toros según la estación.
Table 11. Productive behaviour of different bull genotypes according to the season.

Genotipo	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia diaria (g)	Edad (meses)
	Ceba inicial	Período lluvioso		
Cebú	111,5	273,4 ^a	899 ^a	12-18
(½ Holstein x ½ Cebú)	120,0	235,1 ^b	639 ^b	
(⅝ Holstein x ⅜ cebú)	117,1	233,0 ^b	643 ^b	
ES ±	3,1	8,4***	29,7***	
	Ceba final	Período poco lluvioso		
Cebú	273,0 ^a	315,5 ^a	236 ^a	18-24
(½ Holstein x ½ Cebú)	235,1 ^b	283,5 ^b	268 ^a	
(⅝ Holstein x ⅜ cebú)	233,0 ^b	264,8 ^c	176 ^b	
ES ±	8,4***	5,3***	16,4***	
	Ceba final	Período lluvioso		
Cebú	315,5 ^a	413,7 ^a	785	24-28
(½ Holstein x ½ Cebú)	283,5 ^b	376,3 ^b	742	
(⅝ Holstein x ⅜ cebú)	264,8 ^c	357,1 ^c	738	
ES ±	5,3***	9,9*	16,3	
	Promedio acumulado durante todo el período de ceba			
Cebú	111,5	413,7 ^a	621,8 ^a	16
(½ Holstein x ½ Cebú)	120,0	376,3 ^b	525,6 ^b	
(⅝ Holstein x ⅜ cebú)	117,1	357,1 ^c	491,6 ^b	
ES ±	3,1	9,9*	11,5*	

a,b,c Valores con superíndices diferentes en la misma columna difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

*** $P < 0,001$

peso vivo acumuladas (488 g/animal/día) fueron aceptables, pero la edad a la incorporación estuvo por encima de los indicadores deseados para una cría intensiva de ganado (27,4 meses).

Este mismo autor, al comparar hembras de diferentes razas en un sistema de guinea combinada con diferentes variedades de leucaena (Cunningham, Perú y CNIA-250), observó una reducción considerable en la edad de incorporación a la reproducción (22,8 meses) y ganancias de peso moderadas, apropiadas para el buen desarrollo de las futuras vacas lecheras (tabla 12).

Por otra parte, Mejías, Ruiz y López (2000) diseñaron un sistema de cría de hembras donde primero se utilizó la leguminosa rastrera *Stylosanthes guianensis* asociada con gramíneas para destetar las terneras y posteriormente se introdujeron los animales en las áreas de pastos combinadas con leucacena. Las ganancias diarias fueron superiores a 500 g, con una edad de incorporación a la reproducción de 22,3 meses y preñez de alrededor de 24 meses. El peso vivo

(18 vs 19,3 months) and liveweight at the incorporation (323 vs 321 kg), which demonstrates the potential of the association from the productive and economic point of view, for the saving of concentrate and fertilizers it originates.

Conclusions

The studies carried out and the productive results obtained so far demonstrate that the silvopastoral systems constitute an alternative of value that could play an important role in the recovery of tropical livestock production and, in particular, milk and beef production, two of the most important foodstuffs for satisfying the alimentary needs of the population.

--End of the English version--

en la incorporación también mostró un valor apropiado (304,5 kg).

La sustitución de alimento concentrado para esta categoría es posible si se tienen en cuenta los resultados de Zarragoitía, Elías, Ruiz y

Tabla 12. Comportamiento de hembras de diferentes razas en pastoreo.
Table 12. Behaviour of females from different breeds under grazing.

Indicador	Tipo de animal		ES \pm
	F ₁ (½ Holstein x ½ Cebú)	⁵ / ₈ Holstein x ³ / ₈ Cebú	
Peso vivo inicial (kg)	164,2	170,9	2,47
Peso vivo final (kg)	294,9	280,8	3,67*
Edad de incorporación (meses)	22,7	22,8	1,05
Ganancia promedio acumulada (g/animal/día)	524,5	440,8	20,08**
Ganancia promedio durante el período seco (g/animal/día)	508,6	421,0	18,68**
Ganancia promedio durante el período lluvioso (g/animal/día)	584,6	495,0	18,08**

* P<0,05

** P<0,01

Rodríguez (1992). Estos autores compararon el sistema de pastoreo tradicional de bermuda cv. 68, fertilizada y con suplemento de concentrados, con el uso de esta gramínea asociada a la leucaena y no encontraron diferencias en las ganancias de peso diarias (569 vs 530 g/animal/día) y en la edad (18 vs 19,3 meses) y el peso vivo (323 vs 321 kg) de incorporación, lo que demuestra el potencial de la asociación desde el punto de vista productivo y económico, por ahorrar concentrado y fertilizante.

Conclusiones

Los estudios realizados y los resultados productivos obtenidos hasta el momento demuestran que los sistemas silvopastoriles constituyen una alternativa de valor que pudiera tener un papel importante en la recuperación de la producción ganadera tropical y, en particular, de leche y carne, dos de los alimentos más importantes para satisfacer las necesidades de la población.

Referencias bibliográficas

- Castillo, E.; Ruiz, T.; Crespo, G.; Galindo, Juana; Chongo, Berta & Hernández, J.L. 1998. Efecto de la suplementación con caña/urea en machos bovinos que pastan en áreas de pastos naturales asociados totalmente con leucaena. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 232
- Castillo, E.; Ruiz, T.E.; Puentes, R. & Lucas, E. 1989. Producción de carne bovina en área marginal con guinea (*Panicum maximum* Jacq.) y leucaena (*Leucaena leucocephala*). I. Comportamiento animal. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 23:137
- Chao, Laura; Valdés, L.R. & Duquesne, P. 1982. Uso de las leguminosas o suplementación para la producción de carne. II. Ciclo de evaluación. *Pastos y Forrajes.* 5:223
- Delgado, A.; García-Trujillo, R.; Molina, A.; Elías, A.; Reyes, J.; Sardiñas, O. & Hernández, H. 1994. Efecto del formaldehído asperjado en la harina de girasol para bovinos en crecimiento-ceba alimentados con miel-urea. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 28:181
- Febles, G.; Ruiz, T.E. & Simón, L. 1996. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Venezuela. p. 91
- Hernández, C.A.; Alfonso, A. & Duquesne, P. 1986. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. I. Ceba inicial. *Pastos y Forrajes.* 9:79
- Hernández, C.A.; Alfonso, A. & Duquesne, P. 1987. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. II. Ceba final. *Pastos y Forrajes.* 10:245
- Hernández, C.A.; Alfonso, A. & Duquesne, P. 1988. Banco de proteína de *Neonotonia wightii* y *Macroptilium atropurpureum* como complemento al pasto natural en la ceba de bovinos. *Pastos y Forrajes.* 11:74
- Hernández, D.; Carballo, Mirtha & Reyes, F. 1997. Desarrollo de hembras de cría a base de pastos. *Pastos y Forrajes.* 20:175

- Hernández, D.; Carballo, Mirtha & Reyes, F. 1998. Sistema silvopastoril multiasociado: una alternativa para la producción de leche y carne en Cuba. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. 14 p.
- Hernández, D.; Hernández, I.; Hernández, C.A.; Carballo, Mirtha; Carnet, R.; Mendoza, R.; Mendoza, C. & Rodríguez, N. 1992. Ceba de bovinos con *Andropogon gayanus* CIAT-621 complementado con un banco de proteína de *Leucaena leucocephala* y *Neonotonia wightii*. *Pastos y Forrajes*. 15:153
- Hernández, I. 2000. Utilización de las leguminosas arbóreas *L. leucocephala*, *A. lebeck* y *B. purpurea* en sistemas silvopastoriles. Tesis presentada en opción al grado científico de Dr. en Ciencias Agrícolas. ICA. La Habana, Cuba. 138 p.
- Hernández, I. & Simón, L. 1993. Los sistemas silvopastoriles: empleo de la agroforestería en las explotaciones ganaderas. *Pastos y Forrajes*. 16:99
- Iglesias, J.M. 1996. La utilización de la *Leucaena leucocephala* en un contexto silvopastoril para la producción bovina. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 85 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. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 110 p.
- Lamela, L. & Matías, C. 1989. Tecnología integral de manejo y alimentación con la hierba guinea en condiciones de secano. Informe del programa de tecnología integral para la producción de leche y carne. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo)
- Lamela, L.; Matías, C.; Fung, Carmen & Valdés, R. 1998. Efecto del banco de proteína en la producción de leche. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 228
- Lamela, L.; Valdés, R. & Fung, Carmen. 1966a. Comportamiento del banco de proteína para la producción de leche. Resúmenes. X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 14
- Lamela, L.; Valdés, L.R. & Fung, Carmen. 1996b. Producción de leche en un sistema con banco de proteína. Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 77
- Mejías, R.; Ruiz, T.E. & López, M.A. 2000. Evaluación del crecimiento y la reproducción de novillas lecheras en pastoreo de leguminosa. Resúmenes. I Congreso Internacional sobre Mejoramiento Animal. Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba. p. 132
- Milera, Milagros; Iglesias, J.M.; Remy, V. & Cabrera, N. 1994. Empleo del banco de proteína de *Leucaena leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 17:73
- Preston, T.R. 1995. Tropical animal feeding. A manual for research workers. FAO Animal production and health paper No. 126. Roma. 305 p.
- Ruiz, T.E. & Febles, G. 1999. Sistemas silvopastoriles. Conceptos y tecnologías desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal. (Eds. T.E. Ruiz & G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. 33 p.
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Jordán, H.; Castillo, E. & Galindo, Juana. 2000. Sistemas silvopastoriles. Análisis conceptual de las investigaciones. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Tomo II, p. 499
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Sistachs, M.; Bernal, G. & León J.J. 1990. Prácticas para el control de malezas durante el establecimiento de *Leucaena leucocephala* en Cuba. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 24:241
- Simón, L. 1996. Rol de los árboles y arbustos multipropósitos en las fincas ganaderas. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Venezuela. p. 41
- Simón, L. & Francisco, Ana G. 2000. Potencialidades productivas del silvopastoreo. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Tomo II, p. 467
- Simón, L.; Iglesias, J.M.; Hernández, C.A.; Hernández, I. & Duquesne, P. 1990. Producción de carne a base de pastoreo combinado de gramíneas y leguminosas. *Pastos y Forrajes*. 13:179
- Zarragoitía, L.; Elías, A.; Ruiz, T.E. & Rodríguez, R. 1992. *Leucaena leucocephala* y un concentrado de sacarina como suplemento para hembras bovinas en crecimiento en pastizales de gramíneas de secano. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 26:263

Recibido el 5 de mayo del 2006

Aceptado el 19 de julio del 2006