

Sistemas de producción de leche a partir de recursos forrajeros herbáceos y arbóreos

Milk production systems from forage herbaceous and tree resources

Milagros Milera

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
E-mail: milagros.milera@indio.atenas.inf.cu

Resumen

El análisis de los sistemas de producción de leche necesita de un enfoque integral y multidisciplinario, debido a que en estos interviene un conjunto de factores que no se pueden analizar de forma aislada y en los que la relación suelo-planta-animal-clima-hombre es muy compleja y variada. Las potencialidades que de ellos se puede esperar dependen del clima, del suelo, de la especie botánica, del uso de insumos, del manejo y del tipo de animal utilizado, entre otros factores.

El objetivo del presente trabajo fue describir y analizar los principales resultados en la evaluación, manejo e integración de diferentes especies de pastos, forrajes y alimentos locales en los principales sistemas de producción de leche existentes en el país.

Existen diferentes formas de clasificar los sistemas de producción de leche cuando la base de la alimentación es a partir de gramíneas, leguminosas herbáceas y plantas de ramoneo, en los cuales se han tenido en cuenta: el sistema de explotación (intensivo o extensivo); el tiempo dedicado al pastoreo (estabulado, restringido o libre) y el tipo de recurso forrajero (herbáceo y arbóreo).

En cada forma de clasificación se ofrecen los principales resultados en términos de carga, especies forrajeras utilizadas, potencial de los animales y rendimientos en producción de leche con el uso o no de fertilizantes y riego. De acuerdo con la forma de manejar la rotación se presentan resultados sobre el pastoreo racional Voisin con altas cargas instantáneas.

Aparece un análisis de cómo ha cambiado el paradigma en el manejo del monocultivo de gramíneas y se ofrecen interesantes resultados en el manejo de multisociaciones con diferentes gramíneas y leguminosas herbáceas y arbóreas, sin riego ni fertilización.

Se concluye que los sistemas intensivos con riego y fertilización en gramíneas mejoradas son una opción en animales de alto potencial lechero que justifiquen la inversión y no afecten el medio ambiente. También se plantea que la combinación de especies herbáceas y arbóreas en sistemas de producción contribuye a conservar la biodiversidad vegetal y animal, pues tienen un impacto positivo en la productividad del suelo y el estrés climático, por el efecto beneficioso de la sombra en la temperatura, la composición bromatológica del estrato herbáceo, el incremento de controles biológicos, la materia orgánica y la biota edáfica, que inciden en las respuestas productivas del sistema.

Palabras clave: Gramíneas, leguminosas, producción lechera

Abstract

The analysis of milk production systems needs an integral and multidisciplinary approach, because they involve a group of factors that can not be analyzed in isolation and in which the soil-plant-animal-climate-man relationship is very complex and varied. The potential that can be expected of them depends on the climate, soil, botanical species, use of inputs, management and type of animal used, among other factors.

The objective of this work was to describe and analyze the main results in the evaluation, management and integration of different species of pastures, forages and local feedstuffs in the main milk production systems existing in the country.

There are different forms of classifying milk production systems when feeding is based on grasses, herbaceous legumes and browsing plants, in which the following have been taken into consideration: exploitation system (intensive or extensive); time dedicated to grazing (housed, restricted or free) and the type of forage resource (herbaceous and tree).

In each classification form the main results are offered in terms of stocking rate, forage species used, animal potential and yields in milk production with or without fertilizers and irrigation. According to the way of managing the rotation, results are presented about the Voisin rational grazing with high instantaneous stocking rates.

There is an analysis on how the paradigm in the management of the grass monocrop has changed and interesting results are offered regarding the management of multiassociations with different grasses and herbaceous and tree legumes, without irrigation and fertilization.

The intensive systems with irrigation and fertilization in improved grasses are concluded to be a choice in animals of high milk potential that justify the investment and do not affect the environment. Also the combination of herbaceous and tree species in production systems contributes to preserve the plant and animal biodiversity, because it has a positive impact on soil productivity and climatic stress, due to the beneficial effect of the shade on temperature, bromatological composition of the herbaceous stratum, increase of biological controls, organic matter and edaphic biota, which have incidence on the productive responses of the system.

Key words: Grasses, legumes, milk production

Introducción

América Latina y el Caribe es una región de relevante importancia en la ganadería vacuna, al concentrar el 26% de las existencias mundiales de esta especie ganadera y aportar el 10% de la producción de leche y el 20% de la producción de carne, en tanto sólo posee el 8% de la población mundial.

En los materiales presentados y discutidos en la 27 Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe que tuvo lugar en La Habana, en abril del 2002, se identificaron los aspectos más relevantes y de mayor incidencia que caracterizan el desempeño del sector ganadero en los países de América Central, México y el Caribe de habla hispana (González, Fernández, Bu, Polanco, Aguilar, Dresdner y Tansini, 2004), los que se explican a continuación.

- Existe un gran número de pequeños productores pecuarios con perspectivas de mejorar su situación económica y social basada en el desarrollo de la ganadería.
- La ganadería es más tolerante a los desastres, en comparación con la agricultura.
- Existe potencial para aumentar el consumo de carnes rojas y productos lácteos en la subregión.

Introduction

Latin America and the Caribbean is a region of relevant importance in cattle rearing, concentrating 26% of the world existence of this livestock species and contributing 10% of milk production and 20% of meat production, while having only 8% of the world population.

In the materials presented and discussed in the 27th Regional Conference of the FAO for Latin America and the Caribbean, which took place in Havana, in April, 2002, the most relevant aspects that characterize the performance of the cattle sector in Central America, Mexico and the Spanish speaking countries of the Caribbean were identified (González, Fernández, Bu, Polanco, Aguilar, Dresdner and Tansini, 2004), which are explained below.

- There are a high number of small livestock producers with perspectives of improving their economic and social conditions based on the development of livestock rearing.
- Livestock is more tolerant to disasters, in comparison with agriculture.
- There is potential for increasing the consumption of red meat and dairy products in the region.

- La subregión está libre de la mayor parte de las enfermedades de la lista A de la OIE, con excepción de la peste porcina clásica y la estomatitis vesicular en algunos países de la subregión, y ha logrado importantes avances zoonosanitarios en el control de las enfermedades endémicas.
- Existe la posibilidad de una intensificación de la producción sin perjuicios medioambientales y sin desplazamiento de cultivos.
- La subregión cuenta con recursos humanos preparados para enfrentar el desarrollo del sector pecuario.
- La subregión cuenta con infraestructura para el sacrificio certificado de ganado para la exportación.
- Existe complementariedad entre los mercados de productos pecuarios de la subregión, la cual garantiza grandes perspectivas de crecimiento para los pequeños productores.
- La subregión cuenta con la presencia de empresas transnacionales para fomentar el desarrollo de productos pecuarios.
- Todos los países muestran características agroecológicas similares para sustentar el desarrollo del sector pecuario.
- Existen organizaciones subregionales que permitirán abordar y resolver los problemas comunes de la subregión.

Ahora bien, ¿cuáles son los problemas comunes de los países mencionados con relación a la ganadería bovina?

- Baja productividad debido a deficiencias en tecnologías apropiadas y baja capacidad de gestión de los productores.
 - Proliferación de microindustrias en condiciones sanitarias poco higiénicas, con consecuencias negativas para el resguardo de la inocuidad de los alimentos pecuarios y el medio ambiente.
 - Limitaciones para aprovechar las oportunidades en los Tratados de Libre Comercio.
 - La subregión muestra una insuficiente inversión pública y privada en el sector bovino.
 - Desarticulación dentro de las cadenas productivas, con una marginalización del pequeño productor.
- The subregion is free from most of the diseases of the A list of the OIE, with the exception of the classical swine fever and vesicular stomatitis in some countries, and has achieved important advances in animal health regarding the control of endemic diseases.
 - There is the possibility of intensifying the production without environmental damage and crop displacement.
 - The subregion has human resources prepared to face the development of the livestock sector.
 - The subregion has the infrastructure for the certified slaughter of cattle for exportation.
 - There is complementarity among the markets of livestock products of the subregion, which guarantees great perspectives of growth for small producers.
 - The subregion has the presence of transnational firms to promote the development of livestock products.
 - All the countries show similar agroecological characteristics for supporting the development of the livestock sector.
 - There are subregional organizations that will allow to approach and solve the common problems of the subregion.

Now, which are the common problems of the above-mentioned countries regarding cattle rearing?

- Low productivity due to deficiencies in appropriate technologies and low management capacity of producers.
- Abundance of microindustries under little hygienic sanitary conditions, with negative consequences for the safety of livestock foodstuffs and the environment.
- Limitations to take advantage of the opportunities in the Free Trade Treaties.
- The subregion shows insufficient public and private investment in the cattle sector.
- Disarticulation within the productive chains, with marginalization of the small producer.
- Secret commercial exchange of cattle and dairy products.

On the other hand, in Cuba cattle rearing constituted a priority program. Specially, milk was presented as the most economical and more

- Intercambio comercial clandestino de ganado y productos lácteos.

En Cuba la ganadería, por su parte, constituyó un programa priorizado. En especial, la leche se presentaba como la fuente de proteína más económica y de más factible expansión sobre una base alimentaria nacional.

La cesión de tierras y el paso a una explotación más intensiva implicaba también un mejor aprovechamiento de la superficie, sobre la base de elevar la proporción de pastos cultivados con nuevas variedades para lograr un aporte nutricional mayor que en un régimen extensivo. A partir de esta premisa, la transferencia de que fue objeto una parte de las tierras dedicadas anteriormente a los pastos hacia otros cultivos priorizados, resultaba consecuente con la reconversión ganadera. De este modo, se fue reduciendo progresivamente la superficie de pastizales de algo más de unos cuatro millones y medio de hectáreas en 1960 a una superficie del orden de los tres millones hacia finales de los 80. Posteriormente, en la década de los 90, se fue perdiendo aun más superficie, hoy solo se cuenta con 1,2 millones de hectáreas.

El empleo de fertilizantes, semillas mejoradas, maquinarias y otros recursos; la fabricación de henos y ensilajes, así como la complementación de la dieta de los animales con alimentos concentrados (básicamente piensos y derivados de la agroindustria azucarera), deberían manifestarse, en su conjunto, en una disponibilidad alimentaria más que suficiente. Sin embargo, algunos factores en su interrelación limitaron el propósito deseado de una mejor alimentación (González et al., 2004).

A partir de la década del 90, debido al doble bloqueo que sufría la Isla, se sometió la economía nacional a un fuerte ajuste, lo cual repercutió severamente en el sector ganadero, hasta entonces dependiente, en gran medida, de las importaciones. Ello implicó una reducción significativa de: la disponibilidad de combustible para la fabricación de heno y ensilaje, el establecimiento y mantenimiento de los pastizales, el uso del riego y el traslado de los subproductos, así

feasible to be expanded protein source on a national food base.

The granting of lands and the advance towards a more intensive exploitation implied also a better utilization of the surface, based on increasing the proportion of cultivated pastures with new varieties to achieve a higher nutritional contribution than in an extensive regime. From this premise, the transference of part of the lands previously dedicated to pastures to other priority crops was consistent with the livestock reconversion. Thus the pastureland surface was reduced progressively from a little more than four millions and a half hectares in 1960 to about three millions by the end of the 80's. Afterwards, in the 90's, even more land was lost, today there are only 1,2 million hectares.

The use of fertilizers, improved seeds, machinery and other resources, the preparation of hays and silages, as well as the complementation of the diet of the animals with concentrate feedstuffs (basically feeds and derivatives from the sugarcane agroindustry), should have been translated, as a whole, into a more than sufficient feeding availability. However, some factors in their interrelationship limited the desired purpose of a better feeding (González et al., 2004).

Since the 90's, because of the double embargo undergone by the island, the national economy was subject to a strong adjustment, which brought about severe consequences for the livestock sector, until then dependent, to a great extent on imports. This implied a significant reduction of: fuel availability for the preparation of hay and silage, the establishment and maintenance of pasturelands, the use of irrigation and the transportation of byproducts, as well as the quantities of concentrates and chemical fertilizers.

This situation had a remarkable incidence on the decrease of animal production, mainly in the state firms, which were much more committed to this productive scheme. For such reasons, a group of measures were taken aiming to achieving the highest feeding self-sufficiency in the units of livestock production, among which were the sowing of forage banks of sugarcane and the protein banks of ligneous perennial legumes, as

como las cantidades de concentrados y fertilizantes químicos.

Esta situación incidió de forma marcada en la disminución de la producción animal, principalmente en las entidades estatales mucho más comprometidas con este esquema productivo. Por estas razones, se tomaron un conjunto de medidas encaminadas a lograr la máxima autosuficiencia alimentaria en las unidades de producción ganadera, entre las que se incluyó la siembra de bancos de forraje de caña de azúcar y los bancos de proteína de leguminosas perennes leñosas, así como el uso de recursos locales, entre los que se encontraban los subproductos para la alimentación de los animales.

Teniendo en cuenta todo este proceso por el que ha transitado la ganadería vacuna en Cuba, el objetivo del presente trabajo fue describir y analizar los principales resultados en la evaluación, manejo e integración de diferentes especies de pastos, forrajes y alimentos locales en los principales sistemas de producción de leche existentes en el país.

El análisis de los sistemas de producción de leche necesita de un enfoque integral y multidisciplinario, debido a que en estos interviene un conjunto de factores que no se pueden analizar de forma aislada y en los que la relación suelo-planta-animal-clima-hombre es muy compleja y variada. Las potencialidades que de ellos se puede esperar dependen del clima, el suelo, la especie botánica, el uso de insumos, el manejo y el tipo de animal utilizado, entre otros factores. Existen diferentes formas de clasificar los sistemas de producción, algunas de las cuales se abordan a continuación.

Clasificación de los sistemas de producción de leche

Es difícil hacer una clasificación de los sistemas de producción. A escala global se pueden distinguir tres sistemas de explotación pecuaria: los que se basan en el pastoreo directo, los sistemas industriales intensivos (aves, cerdos y otros) y los que integran agricultura-ganadería (mixtos). No obstante, la tendencia actual es agrupar aquellos que utilizan la alimentación a base de pastos y los que utilizan otras formas de alimentación.

well as the use of local resources, including byproducts for animal feeding.

Taking into account all this process Cuban cattle rearing has gone through, the objective of this work was to describe and analyze the main results in the evaluation, management and integration of different species of pastures, forages and local feedstuffs in the main milk production systems existing in the country.

The analysis of milk production systems needs an integral and multidisciplinary approach, because they involve a group of factors that can not be analyzed in isolation and in which the soil-plant-animal-climate-man relationship is very complex and varied. The potential that can be expected from them depends on the climate, soil, botanical species, use of inputs, management and type of animal used, among other factors. There are different forms of classifying production systems, some of which are discussed below.

Classification of milk production systems

It is difficult to make a classification of production systems. At global scale three systems of livestock exploitation can be distinguished: the ones based on direct grazing, the intensive industrial systems (poultry, pigs and others) and those that integrate agriculture-livestock (mixed). Nevertheless, the current trend is to group the ones that use pasture-based feeding and the ones that use other forms of feeding.

In the 70-90 period there was a remarkable trend to use irrigation, high quantities of fertilizer and improved species (mainly grasses), and the use of trees in the paddocks was abandoned.

In this sense, García-Trujillo (1983) classified milk production systems under free grazing conditions the whole year, according to the ranges of production potential. Table 1 shows production per animal and per area unit, according to extensive or intensive exploitations, associations of grasses and legumes and different types of animal.

Senra (1992) classify the general systems of milk production and are based on whether it is necessary or not to house totally or partially the animals. Of course, the suppression or restriction

En el período 70-90 hubo una marcada tendencia al uso del riego, de altas cantidades de fertilizante y de especies mejoradas (fundamentalmente gramíneas), y se abandonó el empleo de los árboles en los potreros.

En este sentido, García-Trujillo (1983) clasificó los sistemas de producción de leche en pastoreo libre todo el año, según los rangos del potencial de producción. En la tabla 1 aparece la producción por animal y por unidad de área, según se trate de explotaciones extensivas o intensivas, asociaciones de gramíneas y leguminosas, y diferentes tipos de animal.

Senra (1992), clasifica los sistemas generales de producción de leche y se basa en la necesidad o no de estabular total o parcialmente los animales. Por supuesto, la supresión o restricción del pastoreo está determinada por la disponibilidad y la calidad del pastizal, así como por las condiciones climáticas.

Los tres sistemas generales propuestos fueron: estabulación (cero pastoreo), semiestabulación (pastoreo restringido en tiempo) y pastoreo libre todo el año (pastoreo sin restricción).

Esta es una de las mejores formas de clasificación, porque considera todas las variantes de los sistemas a emplear, pero como ha sucedido en casi todas las propuestas por diferentes autores en estas décadas, el uso de los árboles en los potreros no se argumenta con la prioridad que hoy urge hacerlo.

of grazing will be determined by the availability and quality of the pastureland, as well as the climatic conditions.

The three general systems proposed were: housing (cero grazing), semi-housing (grazing restricted in time) and free grazing the whole year (grazing without restriction).

This is one of the best classification forms, because it considers all the variants of the systems to be used, but as with almost all the proposals by different authors in these decades, the use of trees in the paddocks is not argued with the priority it must have.

However, the increase of plant diversity, from the introduction of perennial ligneous plants in the different systems of livestock production, should be a response to the problems caused by the predominant models of grass monocrop under grazing conditions, because the latter were the main responsible factors for the reduction of the native flora and fauna, as well as the emergence and increase of pests and diseases. This increase of trees and shrubs must be done on the base of the forage system and the adjacent areas, as a microregional application of the landscape ecology: biological corridors, living fences, hedges, multipurpose plant barriers, forest limits, shores of rivers and watercourses (Murgueitio, Rosales and Gómez, 2001).

Nevertheless, in Latin America, from Mexico to Brazil, the use of pasture monocrop is

Tabla 1. Potencial de producción de leche según los sistemas de explotación utilizados (Adaptado de García-Trujillo, 1983).

Table 1. Milk production potential according to the exploitation systems used (Adapted from García-Trujillo, 1983).

Sistema de pastoreo libre todo el año	Carga (vacas/ha)	Producción de leche	
		kg/vaca/día	kg/ha/año
Extensivo	0,8-1,5	6,0-7,0	1 300-2 700
Intensivo con gramíneas			
Vacas de mediano potencial	2,7-4,5	7,0-8,5	6 000-9 000
Vacas de alto potencial	2,0-4,0	10,0-14,0	8 500-15 000
Cargas muy altas	5,5-8,0	9,0-12,0	16 000-20 000
Intensivo con mezclas de gramíneas y leguminosas			
Vacas de mediano potencial	1,0-2,0	8,0-9,0	2 700-4 700
Vacas de alto potencial	1,0-2,0	11,0-13,0	5 000-8 000
Intensivo con <i>Neonotonia wightii</i> como banco de proteína combinado con gramíneas	3,0-3,4	13,4-16,0	10 000-12 300

Sin embargo, el incremento de la diversidad vegetal, a partir de la introducción de leñosas perennes en los distintos sistemas de producción pecuaria, debe ser una respuesta a los problemas ocasionados por los modelos dominantes de monocultivo de gramíneas en pastoreo, pues estos últimos fueron los principales responsables de la reducción de la flora y la fauna nativa, así como de la aparición y el aumento de las plagas y las enfermedades. Este incremento de las arbóreas y arbustivas debe hacerse sobre la base del propio sistema de forraje y sobre las áreas adyacentes, como una aplicación microrregional de la ecología del paisaje: corredores biológicos, cercas vivas, setos, barreras de vegetación multi-propósito, bordes de bosque, orillas de ríos y cursos de agua (Murgueitio, Rosales y Gómez, 2001).

No obstante en América Latina, desde México hasta Brasil, se extiende el uso del monocultivo de pastos de una forma impresionante, siguiendo el modelo de las zonas templadas en la introducción y el uso de especies y variedades mejoradas (Sánchez, 2001).

Debido a la importancia de la presencia de los árboles en la ganadería, en este material se clasificarán los sistemas en dos grandes grupos: los que utilizan los pastos, los forrajes, los recursos locales y otros alimentos; y los que además, emplean los árboles en los potreros.

1. Sistemas basados en el uso de recursos forrajeros herbáceos

En la década del 60 se fundan tres centros de investigación en la rama ganadera (la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", las microestaciones de pastos y el Instituto de Ciencia Animal), con el propósito de obtener resultados que dieran respuestas al manejo de los pastos y la alimentación del ganado. En ese momento la problemática fundamental a que se enfrentaron era la siguiente:

- El germoplasma forrajero de Cuba no poseía especies de gramíneas endémicas y/o naturalizadas con un elevado valor forrajero.
- En la familia de las leguminosas, el material endémico poseía una riqueza potencialmente alta.

impressively extended, following the model of the template areas in the introduction and use of species and improved varieties (Sánchez, 2001).

Due to the importance of the presence of trees in livestock rearing, in this material systems will be classified into two great groups: the ones that use pastures, forages, local resources and other feedstuffs; and the ones that, in addition, use trees in the paddocks.

1. Systems based on the use of herbaceous forage resources

In the 60's three research centers in the livestock branch are created (the Experimental Station of Pastures and Forages "Indio Hatuey", the microstations of pastures and the Institute of Animal Science), with the purpose of obtaining results that provided answers to pasture management and livestock feeding. At the moment, the main problems they faced were the following:

- The forage germplasm of Cuba did not have endemic and/or naturalized grass species with high forage value.
- In the legume family, the endemic material had a potentially high richness.

In that context, for the study and management of pastures the following factors were taken into consideration: soil, pasture species, animal type, climate, man (socioeconomic conditions), grazing system and management and feeding system.

Soil

In Cuba the worst soils were dedicated to livestock rearing and fertilizers and irrigation were available only for forage areas, seed areas and dairies of animals with high genetic potential. There was a reduction of the forest cover from 54 to 14% since 1900 until 1959.

This meant that the performance of species should be studied under different edaphoclimatic conditions in order to have a germplasm that adapted to each condition; that was the starting point.

Species

Due to the lack of species of endemic and/or naturalized grasses with high forage value, a

En ese contexto, para el estudio y el manejo de los pastos se tuvieron en cuenta los siguientes factores: el suelo, la especie de pasto, el tipo de animal, el clima, el hombre (condiciones socioeconómicas), el sistema de pastoreo y los sistemas de manejo y alimentación.

Suelo

En Cuba los peores suelos se dedicaban a la ganadería y se disponía de fertilizantes y riego solo para las áreas forrajeras, áreas de semilla y vaquerías de animales de alto potencial genético. Hubo una reducción de la cubierta boscosa de 54 a 14% desde 1900 hasta 1959.

Esto significaba que se debía estudiar el comportamiento de las especies en diferentes condiciones edafoclimáticas para disponer de un germoplasma que se adaptara a cada condición; ese fue el punto de partida.

Especies

Debido a la inexistencia de especies de gramíneas endémicas y/o naturalizadas con elevado valor forrajero, se elaboró un programa de mejoramiento de los pastizales, a partir de la evaluación y selección del germoplasma foráneo introducido, la colecta de material autóctono y la regionalización y evaluación de las diferentes especies en diferentes condiciones de clima y suelo.

Animales

Se desarrollaron investigaciones con razas vacunas de alto potencial lechero, a partir de dietas de altos insumos y manejo intensivo del pastoreo.

Se hicieron estudios con el empleo de animales adaptados a condiciones de bajos insumos, principalmente genotipos del cruce Holstein x Cebú.

Condiciones socioeconómicas

Se construyeron vaquerías, caminos y comunidades habitacionales; se desarrolló la inseminación artificial; se crearon las condiciones para la capacitación, así como medidas políticas que permitían el acceso a la tierra y el desarrollo de las zonas rurales.

pasture improvement program was elaborated, from the evaluation and selection of the introduced foreign germplasm, the collection of autochthonous material and the regionalization and evaluation of the different species under different conditions of climate and soil.

Animals

Research was developed with cattle breeds of high milk potential, from diets of high inputs and intensive management of grazing.

Studies were performed with the use of animals adapted to conditions of low inputs, mainly genotype of the Holstein x Zebu crossing.

Socioeconomic conditions

Dairies, roads and living communities were built; artificial insemination was developed; the conditions for training were created, as well as the policy method that allowed the access to land and the development of rural areas.

Grazing and management systems

In this period a research program was developed in order to learn the responses of the introduced and existing species in the grazing system.

The studies approached the following lines: evaluation of species, stay days, occupation days, number of paddocks, animal behavior under grazing conditions, number of groups, stocking rate, grazing pressure, grazing intensity and supplementation levels.

1.1 Systems with irrigation and fertilization

The studies to determine the potential of the species using irrigation and fertilization proved that the productions depended on the potential of the animals used, but that it was possible to obtain productions exceeding 8 kg/cow per day without the supplementation with concentrates and with stocking rates of three or more animals per hectare (table 2). Thus, productions of more than 3000 liters of milk per lactation could be achieved with satisfactory reproductive indicators in these systems (Martínez, 1978).

These studies were deficient because they did not evaluate the long term persistence of the

Sistemas de pastoreo y manejo

En este período se desarrolló un programa de investigaciones para conocer las respuestas de las especies introducidas y las existentes en el sistema de pastoreo.

Los estudios abordaron las siguientes líneas: evaluación de especies, días de estancia, días de ocupación, número de cuartos, conducta de animales en pastoreo, número de grupos, carga, presión de pastoreo, intensidad de pastoreo y niveles de suplementación.

1.1 Sistemas con riego y fertilización

Los estudios para determinar el potencial de la especie utilizando riego y fertilización demostraron que las producciones dependían del potencial de los animales empleados, pero que era posible obtener producciones por encima de 8 kg/vaca por día sin la suplementación con concentrados y con cargas de tres o más animales por hectárea (tabla 2). De esta forma se podían lograr producciones de más de 3 000 litros de leche por lactancia, con satisfactorios indicadores reproductivos en estos sistemas (Martínez, 1978).

Estos estudios tuvieron la deficiencia de no evaluar la persistencia de los pastos a largo plazo, pues en la mayoría de los casos su duración no fue superior a los dos años.

En relación con los estudios de carga y presión de pastoreo, se observó una influencia marcada de la especie y su potencial de rendimiento; *Cynodon nlemfuensis* soportó las mayores cargas, seguido de *Panicum maximum* y *Cynodon dactylon*.

1.2 Sistemas sin riego con fertilización

Los sistemas de secano son aquellos en los cuales no se utiliza el riego en las unidades de

pastures, because in most of the cases the duration was not longer than two years.

Regarding the studies of stocking rate and grazing pressure, a remarkable influence of species and its yield potential was observed; *Cynodon nlemfuensis* tolerated the highest stocking rates, followed by *Panicum maximum* and *Cynodon dactylon*.

1.2 Systems without irrigation with fertilization

The systems without irrigation are the ones in which irrigation is not used in the production units (dairies), although they can receive feedstuffs from areas with irrigation, as in the case of forage and/or silage, which are fed when cattle is managed with restriction of grazing or housed.

Most of the studies that have been developed without irrigation have fertilization in the rainy season and in the dry season the time of resting and the stay in the paddock are fixed, with restriction of the grazing time.

In the projection of the studies the conservation of pastures as hay and silage to cover the deficit in the periods of feedstuff scarcity had priority, and different feeding and management systems were designed.

Main systems studied

- Use of conserved feedstuffs (silage and hay) elaborated from the cutting of specialized forage areas or the segregation of grazing areas in the rainy season.
- Use of forage from grasses in proportion with silage.

Tabla 2. Potencial de producción de leche de las especies evaluadas.

Table 2. Milk production potential of the species evaluated.

Género	Raza	Producción (kg/vaca/día)	Autor
<i>Cynodon dactylon</i> , <i>D. decumbens</i> , <i>Panicum maximum</i>	Holstein	9,6-12,3	Pérez-Infante (1975); Anon (1989)
<i>Digitaria decumbens</i> , <i>C. dactylon</i> , <i>Chloris gayana</i> , <i>P. maximum</i>	F1 (HxC)	8,0-9,9	Lamela, Pereira y Silva (1984); Lamela y Pereira (1992)

producción (vaquerías), aunque pueden recibir alimentos provenientes de áreas con riego, como es el caso del forraje y/o el ensilaje, los cuales se ofertan cuando se maneja el ganado con restricción del pastoreo o estabulado.

La mayoría de los estudios que se han desarrollado sin riego disponen de fertilización en el período lluvioso y en el poco lluvioso se fija el tiempo de reposo y la estancia en el cuartón, con restricción del horario de pastoreo.

En la proyección de las investigaciones ocupó un lugar priorizado la conservación de los pastos en forma de heno y ensilaje para cubrir el déficit en los períodos de escasez de alimentos y se diseñaron diferentes sistemas de alimentación y manejo.

Principales sistemas estudiados

- Utilización de alimentos conservados (ensilaje y heno) elaborados a partir del corte de áreas forrajeras especializadas o la segregación de áreas de pastoreo en el período lluvioso.
- Empleo de forrajes de gramíneas en proporción con el ensilaje.
- Sistemas que incluyen la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y el king grass (*Pennisetum purpureum*) como fuente de forraje en el período poco lluvioso.
- Utilización de subproductos agroindustriales en el período de escasez de alimentos.
- Sistemas que incluyen los cultivos temporales (maíz, dolichos, canavalia), tanto para pastoreo como para su conservación como ensilaje.

En el sistema de segregación se dedica un porcentaje del área de pastoreo para henificar y ensilar en dos momentos del período lluvioso o para uno de los dos propósitos. Este alimento conservado se utiliza en el período de escasas precipitaciones y el área cortada se incorpora al pastoreo tan pronto alcance las condiciones necesarias. El porcentaje de área de pastoreo destinada a la conservación depende de la carga global, el número de parcelas o cuartones, la composición botánica o la presencia de especies mejoradas y la disponibilidad de fertilizantes para aplicar antes y después del corte, con el objetivo

- Systems that include sugarcane (*Saccharum officinarum*) and king grass (*Pennisetum purpureum*) as forage source in the dry season.
- Use of agroindustrial by-products in the period of feedstuff scarcity.
- Systems that include temporary crops (corn, dolichos, canavalia), for grazing as well as for their conservation as silage.

In the segregation system a percentage of the grazing area is dedicated to make hay and ensile in two moments of the rainy season or to one of the two purposes. This feedstuff conserved is used in the dry season and the area cut is incorporated to grazing as soon as it reaches the necessary conditions. The percentage of grazing area destined to conservation depends on the global stocking rate, number of plots or paddocks, botanical composition or presence of improved species and availability of fertilizers to be applied before and after cutting, aiming to avoid that the area is overgrazed and the established improved pasture is deteriorated.

This system has the advantage to utilize the surplus of pasture in the periods of fast growth, when production peaks occur, and it is also a way to avoid the quality loss and the attack by pests due to the pasture surplus (grass mattresses that are formed).

In the studies developed the conserved feedstuffs (silage and hay) were supplied in the dry season, in addition to the pasture at a rate of 20 and 3 kg/cow/day, respectively. These systems allowed to obtain productions of more than 8 liters per cow daily (Esperance, O'Donovan and Perdomo, 1978); however, an economic evaluation of the preparation and production of silage and the long term determination of the effects of management of the system on the persistence of the species were missing.

Forage was an option used not only for the period of feedstuff scarcity, but during the whole year, specially in those dairy firms where the needs of the cattle were higher than the feed the pastures (mainly of grasses) could guarantee throughout the year with the low fertilization rates used in the paddocks.

de no sobrepastorear el área y que no se deteriore el pasto mejorado establecido.

Este sistema posee la ventaja de aprovechar los excedentes del pasto en los períodos de rápido crecimiento, cuando se producen picos de producción, y además es una forma de evitar la pérdida de calidad y el ataque de plagas debido al sobrante de pastos ("colchones" de hierba que se forman).

En las investigaciones desarrolladas los alimentos conservados (ensilaje y heno) se suministraron en el período poco lluvioso, en adición al pasto a razón de 20 y 3 kg/vaca/día, respectivamente. Estos sistemas permitieron obtener producciones de más de ocho litros por vaca diariamente (Esperance, O'Donovan y Perdomo, 1978); no obstante, faltó una evaluación económica de la fabricación y producción de ensilaje y la determinación a largo plazo de los efectos del manejo del sistema en la persistencia de las especies.

El forraje fue una opción que se empleó no sólo para el período de escasez de alimento, sino durante todo el año, especialmente en aquellas empresas lecheras donde las necesidades del ganado eran superiores a las que los pastizales (fundamentalmente de gramíneas) les podían garantizar a través del año con los bajos niveles de fertilización utilizados en los potreros.

La caña de azúcar, como forraje, tiene las siguientes ventajas: posee altos rendimientos de MS y EM en el período poco lluvioso, resiste intensas sequías, se adapta a un amplio espectro de suelos, se conoce su mecanización para la siembra y la cosecha, y existe una amplia experiencia en su explotación. Sin embargo, posee las siguientes limitaciones: bajo contenido proteico, poco y desbalanceado contenido mineral, ausencia de almidón, bajo contenido de grasas, rica en carbohidratos estructurales con elevada cristalización del complejo lignocelulolítico, estrecha relación azúcar-fibra y amplia relación carbono-nitrógeno.

Tomando en consideración el resultado de algunos trabajos realizados en Cuba, se recomienda que cuando se ofrezca forraje de caña de azúcar, debe agregarse 9,5 g de urea por kilo-

Sugarcane, as forage, has the following advantages: it has high yields of DM and ME in the dry season, it tolerates intense drought periods, it adapts to a wide spectrum of soils, its mechanization for sowing and harvest is well known, and there is wide experience on its use. However, it has the following limitations: low protein content, low and unbalanced mineral content, absence of starch, low fat content, rich in structural carbohydrates with high crystallization of the lignocellulolytic complex, tight sugar-fiber relationship and wide carbon-nitrogen relationship.

Taking into consideration the result of some works carried out in Cuba, it is recommended that when feeding sugarcane forage, 9,5 g of urea must be added per kilogram of fresh matter and the sugarcane must be cut after it is 12 months old so that it could reach a high percentage of sugars. Under these conditions intakes of 20,3 kg of fresh sugarcane and productions of 9,14 kg/cow/day were observed. In addition, 0,12 to 0,15% of sulfur must be included in these diets in order to increase the efficiency of nitrogen utilization.

Saccharin is a protein feedstuff obtained from finely chopping the sugarcane (sugarcane meal) and adding additives, or from the enriched ground bagasse. For each ton of sugarcane meal, 15 kg of urea, 2 kg of sodium sulfate, 5 kg of magnesite and 5 kg of mineral salt must be added, which are homogenized with the sugarcane meal. The layer of this mixture should not be bigger than 10 cm.

When comparing three diets: humid saccharin (rustic); integral ground sugarcane plus additives and supplementation with commercial feed (5 kg); concentrate supplement (1,5 kg) and silage, in the dry season, without irrigation and with improved pastures, García-López, Mora, Elías; García-Trujillo and Alfonso (1994) observed better responses per animal in the treatment with humid saccharin (9,9 kg/day) and commercial feed (10,2 kg/day) than with fresh sugarcane (9,3 kg/day).

Few were the units in Cuba which could use correctly the results of the systems with high

gramo de materia fresca y cortar la caña a partir de los 12 meses para que pueda alcanzar un alto porcentaje de azúcares. En estas condiciones se observaron consumos de 20,3 kg de caña fresca y producciones de 9,14 kg/vaca/día. También debe incluirse de 0,12 a 0,15% de azufre en estas dietas para incrementar la eficiencia de utilización del nitrógeno.

La saccharina es un alimento proteico que se obtiene a partir de trocear finamente la caña de azúcar (harina de caña) y añadir aditivos, o a partir del bagacillo enriquecido. Por cada tonelada métrica de harina de caña se debe adicionar 15 kg de urea, 2 kg de sulfato de sodio, 5 kg de magnesita y 5 kg de sal mineral, los cuales se homogenizan con la harina de caña. La capa de esta mezcla no debe ser superior a los 10 cm.

Al comparar tres dietas: saccharina húmeda (rústica); caña integral molida más aditivos y suplementación con pienso comercial (5 kg); suplemento concentrado (1,5 kg) y ensilaje, en el período poco lluvioso, sin riego y con pastos mejorados, García-López, Mora, Elías, García-Trujillo y Alfonso (1994) observaron mejores respuestas por animal en el tratamiento con saccharina húmeda (9,9 kg/día) y pienso comercial (10,2 kg/día) que con caña fresca (9,3 kg/día).

En Cuba fueron pocas las unidades que pudieron emplear correctamente los resultados de los sistemas con altos insumos. Durante varias décadas las áreas ganaderas fueron disminuyendo, debido a que fueron cedidas para otros cultivos. Ello contribuyó a la disminución de los pastos mejorados como producto de la intensificación y los bajos niveles de fertilización química y orgánica necesarios (50 kg de N/ha/año como promedio). En este período las cargas fueron altas y el monocultivo y la falta de árboles y de leguminosas herbáceas contribuyeron al deterioro, la invasión por las malezas, la disminución de la masa, y con ello, los niveles de producción.

La reducción de las áreas y el incremento de la carga de animales por unidad de área, dieron lugar a que se excediera la capacidad de utilización de los pastos.

inputs. During several decades the livestock areas decreased progressively, because they were transferred to other crops. This contributed to the decrease of improved pastures as a consequence of intensification and low levels of the necessary chemical and organic fertilization (50 kg N/ha/year as average). In this period the stocking rates were high and the monocrop and the lack of trees and herbaceous legumes contributed to deterioration, invasion by weeds, decrease of the stock, and with this, of the production levels.

The reduction of the areas and the increase of the stocking rate of animals per area unit brought about that the capacity of utilization of pastures was exceeded.

When we had all the answers the questions changed

In the period analyzed there was not a strategy of multidisciplinary approach or sustainability about the management of production systems; nevertheless, a group of studies were carried out which allowed to obtain the basic principles for the management of the species introduced under the edaphoclimatic conditions of the country. On the other hand, the preparation of the scientific personnel, their experience and maturity allowed them to integrate the results obtained in new production systems. Pichs' concept of sustainable development (harmonic process, in which the use of resources, the direction of investments, the orientation of technological change and the institutional transformations, must be in agreement with the needs of the present and future generations) began to be applied in the second half of the 90's, before being postulated in the 21st century.

In a low input livestock rearing it became necessary to re-state a group of concepts in order to continue the work with sustainable production systems.

Soil

Due to monocrop, the lack of adequate management and the effects of climate, the soil characteristics were the following: 53,8% salinity;

Cuando teníamos todas las respuestas cambiaron las preguntas

En el período que se analizó no existía una estrategia de enfoque multidisciplinario ni de sostenibilidad acerca del manejo de los sistemas de producción; no obstante, se realizaron un conjunto de investigaciones que permitieron obtener los principios básicos para el manejo de las especies introducidas en las condiciones edafoclimáticas del país. Por otra parte, la preparación del personal científico, su experiencia y madurez le permitieron integrar los resultados alcanzados en nuevos sistemas de producción. El concepto de desarrollo sostenible de Pichs (proceso armónico, donde la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del cambio tecnológico y las transformaciones institucionales, deben estar a tono con las necesidades de las generaciones presentes y futuras) se comenzó a aplicar en la segunda mitad de la década de los 90, antes de postularlo en el siglo XXI.

En una ganadería de bajos insumos se hizo necesario replantear un grupo de conceptos para continuar el trabajo con sistemas de producción sostenible.

Suelo

Debido al monocultivo, la falta de un adecuado manejo y los efectos del clima, las características del suelo eran las siguientes: 53,8% salinidad; 23,9% erosión; 14,5% ambos factores; 7,7% poseían degradación de la cubierta vegetal y el 54% de las áreas presentaban características potenciales de erosión.

Las investigaciones hasta ese momento carecían de un enfoque sistémico, multidisciplinario y sostenible; en el suelo se estudiaba, en algunos casos, las propiedades químicas, pero los estudios físicos y biológicos, fundamentalmente de la biota edáfica, eran muy escasos; entonces se encaminaron las investigaciones en este sentido.

Especies

Se comenzaba a desarrollar un nuevo concepto de pastizal; se contaba con resultados en sistemas con especies mejoradas herbáceas y con árboles de ramoneo, fundamentalmente le-

23,9% erosión; 14,5% both factors; 7,7% had degradation of the plant cover and 54% of the areas showed potential erosion characteristics.

The research until that moment lacked a systemic, multidisciplinary and sustainable approach; in the soil, in some cases, the chemical properties were studied, but the physical and biological studies, mainly of the edaphic biota, were very scarce, then the research was directed that way.

Species

A new concept of pastureland was beginning to be developed; there were results in systems with herbaceous improved species and browsing trees, mainly leguminous ones; but also systems with naturalized grasses, herbaceous and shrubby legumes had been evaluated with good results with neither irrigation nor fertilization.

The problem was to take those results to commercial areas; the main obstacle?, the slow establishment of trees.

Animals

The existing conditions did not allow to work in the whole country with fine animals or animals of pure dairy breeds; the conditions had to be created quickly in some areas and in others the work should be done with half-breeds. Then the requisites were:

- Breeds with dairy potential, where adequate conditions of feeding and management existed.
- Half-breed cows of the Holstein x Zebu cross or double purpose cows to be inserted in feeding systems with low inputs.
- To develop livestock that integrated ruminant and monogastric animals, based on the maximum use of local resources.

With regards to socioeconomic conditions, they had changed, for which it was necessary:

- The participation and commitment of the workers of the sector.
- To respect their culture.
- To train them.
- To develop production systems of little resources which were efficient and allowed to elevate the income level and the contribution to the economy of the region.

guminosos; pero también ya se habían evaluado sistemas con gramíneas naturalizadas, leguminosas herbáceas y arbustivas con buenos resultados, sin riego ni fertilización.

El problema era llevar estos resultados a las áreas comerciales; ¿el principal inconveniente?, el lento establecimiento de los árboles.

Animales

Las condiciones existentes no permitían trabajar en todo el país con animales finos o de razas lecheras puras; había que crear rápidamente las condiciones en algunas áreas y en otras trabajar con mestizos. Entonces los requisitos eran:

- Razas con potencial lechero, donde existieran las condiciones adecuadas de alimentación y manejo.
- Vacas mestizas del cruce Holstein x Cebú o de doble propósito para insertar en sistemas de alimentación de bajos insumos.
- Desarrollar una ganadería que integrara los rumiantes y los monogástricos, basado en el máximo uso de los recursos locales.

Las condiciones socioeconómicas habían cambiado, por lo que se necesitaba:

- De la participación y compromiso de los trabajadores del sector.
- Respetar su cultura.
- Capacitarlos.
- Desarrollar sistemas de producción de escasos recursos que fueran eficientes y permitieran elevar el nivel de ingresos y el aporte a la economía de la región.
- Desarrollar una conciencia sobre la conservación del medio ambiente; no era posible proponer tecnologías o nuevos sistemas de producción que desequilibraran la ecología local.
- Que el extensionista asumiera el papel de defensor del medio ambiente y de los intereses de los productores, y estos, con la participación y el conocimiento, debían halar la tecnología.

En estas condiciones se continuaron las investigaciones, con énfasis en los métodos de manejo racional y la inclusión de los árboles en los potreros, de los cuales ya existían resultados, pues se habían comenzado las investigaciones en la década del 80.

- To develop a conscience about the conservation of the environment; it was not possible to propose technologies or new production systems that would unbalance the local ecology.
- That the extension worker assumed the role of defendant of the environment and the interests of producers, and the latter, with participation and knowledge, should pull technology.

Under these conditions the studies continued, with emphasis on the methods of rational management and the inclusion of trees in the paddocks, of which there were results already, because research had started in the 80's.

1.3 Systems with neither irrigation nor fertilization.

It is in the 90's when studies are carried out without fertilization, as well as about the necessary resting time in the rainy season and the dry season to manage the grassland, applying Voisin's laws (1963).

The characteristics of rational management applied were:

1. Systemic approach.
2. Multidisciplinary work.
3. It is rational because the grassland farmer is involved in the decision-making process.
4. It is dialectical, flexible, without pre-fixed mechanical order in the rotation.
5. It gives the greatest importance to the grazing system with priority to resting.
6. The law of resting is determinant not only in environments with herbaceous species, but in trees-pastures multiassociations.
7. The optimal point for the entrance of the animals to the paddocks is determined in the herbaceous species by the plants that are in higher number in the grassland, and in the systems with leucaena the recovery of the trees is also considered.
8. It eases management with high instantaneous stocking rates although the global stocking rate is not increased, allowing a high discharge of excreta.
9. It attributes to the soil and pastures the importance and value they represent for the success of the feeding system.

1.2 Sistemas sin riego ni fertilización

En la década del 90 se desarrollan investigaciones sin fertilización, así como acerca del tiempo de reposo necesario en el período lluvioso y en el poco lluvioso para manejar la pradera, aplicando las leyes de Voisin (1963).

Las características del manejo racional aplicadas fueron:

1. Enfoque sistémico.
2. Trabajo multidisciplinario.
3. Es racional porque el pasticultor está involucrado en la toma de decisiones.
4. Es dialéctico, flexible, sin orden mecánico pre-fijado en la rotación.
5. Concede la mayor importancia al sistema de pastoreo con prioridad para el reposo.
6. La ley del reposo es determinante no solo en ambientes con especies herbáceas, sino también en multiasociaciones árboles-pastos.
7. El punto óptimo para la entrada de los animales al potrero se determina en las especies herbáceas por las plantas que están en la pradera en mayor cuantía, y en los sistemas con leucaena se considera también la recuperación de las arbustivas.
8. Facilita el manejo con altas cargas instantáneas aunque no se incremente la carga global, permitiendo una alta descarga de excretas.
9. Le atribuye al suelo y a los pastos la importancia y el valor que representan para el éxito del sistema de alimentación.
10. Favorece la biodiversidad de especies en los pastizales.
11. Necesita capacitación.

En un estudio de más de tres años, con un sistema intensivo rotacional racional sin la aplicación de fertilizantes ni riego, el manejo del sistema se basó en ajustar la rotación en función del reposo necesario para la recuperación de la pradera y pastorear los potreros según la disponibilidad de las especies establecidas.

En cuanto a la composición química del suelo, su fertilidad no se vio afectada negativamente por el sistema de pastoreo empleado ni por la ausencia de minerales; con relación al reciclaje a través de las deposiciones de excretas, el área recibió un promedio de 30 t/ha/año.

10. It favors biodiversity of species in the pasturelands.

11. It needs training.

In a study of more than three years, with a rational rotational intensive system without the application of fertilizers and irrigation, the management of the system was based on adjusting the rotation according to the rest necessary for the recovery of the grassland and grazing the paddocks according to the availability of established species.

Regarding the chemical composition of the soil, its fertility was not negatively affected by the grazing system used or the absence of minerals; as to the recycling through the deposition of excreta, the area received an average of 30 t/ha/year.

At the end of the study (1995), after four years of intensive utilization the number of insects decreased in 35,5%, due to the remarkable increase of Oligochaeta (32,1%) and the appearance of other groups, among which were the ones belonging to the Myriapoda, Crustacea and Aracnida classes. The Oligochaeta play an excellent role as improvers of the physical and chemical properties of the soil and the Coleoptera, specially the coprophages, have great impact on the coprophilous biocenosis, due to the benefits of their burying activity that facilitates the incorporation of nutrients and increases the aeration and the water holding capacity in the soil (Lobo and Veiga, 1990; Lavelle, 1994).

The average instantaneous stocking rate was higher than 200 animals/ha; the initial global stocking rate was 6,2 and 4,2 animals/ha in the rainy season and the dry season, respectively, but it was progressively adjusted according to the availability of dry matter and in the last year it was 2,7 and 1,9 animals/ha for each season, respectively. The average resting time in the rainy season was within a range of 22-47 days, according to rainfall and climate factors and in the dry season it was 57-78 days. Milk production per animal was between 5 and 6 liters and the cows were offered a supplement elaborated with local by-products.

75 species were classified; from them, 32, 21 and 22 belonged to the families of grasses,

Al finalizar el estudio (1995), después de cuatro años de explotación intensiva la cantidad de insectos disminuyó en un 35,5%, debido al aumento notable de los oligoquetos (32,1%) y la aparición de otros grupos, entre los que se encontraban los pertenecientes a las clases Myriapoda, Crustacea y Arácnida. Los oligoquetos desempeñan un excelente papel como mejoradores de las propiedades físicas y químicas del suelo, y los coleópteros, especialmente los coprófagos, tienen un gran impacto e importancia en la biocenosis coprófila, por los beneficios de su actividad enterradora que facilita la incorporación de nutrientes e incrementa la aireación y la capacidad de retención de agua en el suelo (Lobo y Veiga, 1990; Lavelle, 1994).

La carga instantánea promedio fue superior a 200 UGM/ha; la carga global inicial fue de 6,2 y 4,2 animales/ha en el período lluvioso y en el poco lluvioso, respectivamente, pero se fue ajustando en función de la disponibilidad de materia seca y en el último año fue de 2,7 y 1,9 animales/ha para cada época, respectivamente. El tiempo de reposo promedio en el período lluvioso estuvo en un rango de 22-47 días, en función de las precipitaciones y los factores del clima, y en el poco lluvioso fue de 57-78 días. La producción de leche por animal estuvo entre cinco y seis litros y las vacas dispusieron de un suplemento elaborado con subproductos locales.

Se clasificaron 75 especies; de ellas, 32, 21 y 22 pertenecían a las familias de las gramíneas, las leguminosas y otras, respectivamente. En la familia de las leguminosas, las seis especies estudiadas (*Calopogoniun mucunoides*, *Alysicarpus vaginalis*, *Centrosema pubescens*, *Neonotonia wightii*, *Teramnus labialis* e *Indigofera mucronata*), a través de su dinámica, mostraron un buen comportamiento, porque aunque las dos primeras disminuyeron discretamente su población, a su vez incrementaron sensiblemente la frecuencia de aparición, y las restantes aumentaron. A los ocho años de iniciado este manejo las especies de mayor persistencia fueron *P. maximum*, *T. labialis* e *I. mucronata*. (Milera, 1995) (fig. 1).

legumes and others, respectively. In the legume family, the six species studied (*Calopogoniun mucunoides*, *Alysicarpus vaginalis*, *Centrosema pubescens*, *Neonotonia wightii*, *Teramnus labialis* and *Indigofera mucronata*), through their dynamics, showed a good performance, because although the first two ones discreetly decreased their population, in turn they increased remarkably the appearance frequency, and the others increased. Eight years after the beginning of this management the species of highest persistence were *P. maximum*, *T. labialis* and *I. mucronata* (Milera, 1995) (fig. 1).

In this system it was proved that high instantaneous stocking rates, not higher than 230 animals/ha, could be used, but it was not possible to use high global stocking rates without applying fertilizers, because the dry matter availability decreased and the persistence of the species was affected. The increase of herbaceous legumes and the frequency of appearance in the plots were determined by the long resting periods in the months of the dry season, precisely when they fructify, which allowed them to drop the seed on the soil.

2. Systems with trees in the paddocks or silvopastoral systems

From the efforts of the revolutionary government with the reforestation plans, the deforestation could be stopped and the reforested area in the country increased in 22%. In the case of livestock rearing, although there are reforestation programs, the slow growth of trees is an obstacle for sowing them in the paddocks. However, in livestock rearing the approach of doing agroforestry is more important than reforestation *per se*, because the trees that are isolated from the system do not have the same influence as when they are managed within it.

For a tree or shrub to be classified as a forage one, it must have nutritional, production and agronomic versatility advantages, over other forages traditionally used. In that sense, the requisites for classification are: that the nutrient content and the intake are so adequate as to

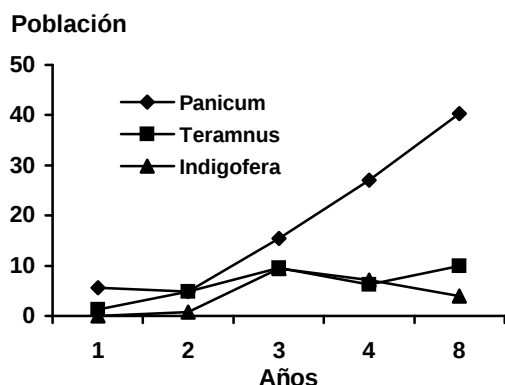


Fig. 1. Evolución de las especies que aumentaron su población.

Fig. 1. Evolution of the species that increased their population.

En este sistema se demostró que se podían utilizar altas cargas instantáneas, no superiores a 230 UGM/ha, pero no era posible emplear altas cargas globales sin la aplicación de fertilizantes, pues la disponibilidad de materia seca descendía y se afectaba la persistencia de las especies. El incremento de las leguminosas herbáceas y de la frecuencia de aparición en las parcelas, estuvo determinado por los prolongados períodos de reposo en los meses del período poco lluvioso, precisamente en los que estas fructifican, lo cual les permitió dejar caer la semilla en el suelo.

2. Sistemas con árboles en los potreros o silvopastoreo

A partir de los esfuerzos del gobierno revolucionario con los planes de reforestación, se logró detener la deforestación y se incrementó en un 22% el área reforestada del país. En el caso de la ganadería, aunque existen programas de reforestación, el lento establecimiento de las arbóreas es un freno para su siembra en los potreros. No obstante, en ganadería es más importante el enfoque de hacer agroforestería que la reforestación *per se*, pues los árboles que están aislados del sistema no tienen la misma influencia que cuando se manejan en este.

Para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir ventajas de tipo nutricional, de producción y versatilidad agrónó-

expect changes in the response parameters of the animals, that the tree or shrub is tolerant to pruning and that significant production levels may be obtained per area unit. In addition to these conditions, it is advisable to select native species in order to utilize the advantages and adaptation to their environment and, besides, that may be established through the use of simple and inexpensive agronomic techniques (Benavides, 1991). Similar requisites are followed in Cuba nowadays for the introduction, evaluation and selection of trees (Toral, 2005).

The use of silvopastoral systems that include multipurpose and fruit trees has a group of motivations for producers, such as:

- They provide a great variety of products that can be commercialized, consumed or used to solve problems of construction, energy, etc., which constitutes a support means for producers.
- They reduce soil degradation by protecting the soil surface against the impact of rain with the fallen leaves, fastening the soil with the roots and forming living fences that retain the eroded soil.
- They protect the basins and stabilize the currents of rivers, reduce the sedimentation levels of impoundment lakes and avoid disastrous slides.
- They preserve biodiversity, by establishing plantations with advanced species to increase their populations, by creating or restore habitats for the fauna and flora.
- They provide environmental services, such as the provision and capture of carbon, to improve the local and regional environmental conditions as well as to generate income by the sale of services (Cordero and Boshier, 2003).

Classification of the systems with trees

Although there are different forms of classifying silvopastoral systems, in Cuba the most studied and used are:

- Cut and carry systems
- Systems that use the protein bank in grazing
- Associated systems with pastures and trees of the legume family and other trees

mica, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. En tal sentido, los requisitos para la clasificación son: que el contenido en nutrimentos y el consumo sean adecuados como para esperar cambios en los parámetros de respuesta de los animales, que sea tolerante a la poda y que se puedan obtener niveles significativos de producción por unidad de área. Además de estas condiciones, es recomendable seleccionar especies nativas para aprovechar las ventajas y la adaptación a su ambiente y, además, que puedan ser establecidos mediante el uso de técnicas agronómicas sencillas y de bajo costo (Benavides, 1991). Similares requisitos se siguen en Cuba en la actualidad para la introducción, evaluación y selección de arbóreas (Toral, 2005).

El empleo de sistemas silvopastoriles que incluyan árboles de uso múltiple y frutales posee un conjunto de motivaciones para los productores, tales como:

- Proveen una gran variedad de productos que pueden comercializarse, consumirse o resolver problemas de construcción, energía, etc., lo que constituye un medio de sustento de los productores.
- Reducen la degradación de los suelos, por medio de la protección de la superficie del suelo contra el impacto de la lluvia por las hojas caídas, el amarre del suelo con las raíces y la formación de barreras vivas que retienen el suelo erosionado.
- Protegen las cuencas y estabilizan los caudales de los ríos, reducen los niveles de sedimentación de los embalses y evitan deslizamientos desastrosos.
- Conservan la biodiversidad, al establecer plantaciones con especies avanzadas para aumentar sus poblaciones, y al crear o restaurar hábitats para la fauna y la flora.
- Proveen servicios ambientales, tales como la provisión y captura de carbono, tanto para mejorar las condiciones ambientales locales y regionales como para generar ingresos de la venta de servicios (Cordero y Boshier, 2003).

2.1 Cut and carry systems

The cut and carry system consists in having a forage area of trees which is cut and transferred to be fed fresh, air-dried, as hay, or in the form of meal as supplement or being part of rations; living fences are also used with the same objective.

Among the most used species are: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina poeppigiana*, *Erythrina sp.*, *Morus alba* and *Cratylia argentea*.

Murgueitio et al. (2001) classify these systems into three.

- Pure protein banks
- Cut polycrop
- Mixed gardens

In the case of the first ones, there are more than 15 years of experience in their use. The most used plants are: *G. sepium*, *Trichanthera gigantea*, *Morus sp.*, *Erythrina edulis*, *E. fusca*, *E. poeppigiana*, *Boehmeria nivea* and *Tithonia diversifolia*. There are other studies on *C. argentea*, *Malvaviscus penduliflorus*, *Spondias purpurea*, *Cnidoscolus aconitifolius*, *Cajanus cajan*, *Moringa oleifera*, *Hibiscus grandiflorus*, *Erythrina rubrinervia*, *Calliandra calothyrsus* and *Alnus acuminata*.

With regards to the second ones, they are based on the tradition of farmers of combining two or more forages, and according to Rosales (1999) the combination of crops avoids the risks of monocrop. The modalities are heterogeneous, from the simple association of two shrubs in only one stratum (*G. sepium* plus *M. alba*), two trees in two strata (*E. edulis* plus *T. gigantea*); a cutting grass and a tree (*Axonopus scoparius* plus *T. gigantea*) and several plant species for forage under different forms and ranges of time and space (creeping climbing plants, shrubs and trees). Another modality is to combine forages with woody plants, posts and firewood, etc.

Regarding gardens to secure human and animal feeding, in them there is intercropping of sorghum, beans, sweet potato, tomato, etc., in the rows of trees with forage purposes.

Clasificación de los sistemas con árboles

Aunque existen diferentes formas de clasificar los sistemas silvopastoriles, en Cuba los más estudiados y empleados son:

- Sistemas de corte y acarreo
- Sistemas que utilizan el banco de proteína en pastoreo
- Sistemas asociados con pastos y árboles de la familia de las leguminosas y otras leñosas

2.1 Sistemas de corte y acarreo

El sistema de corte y acarreo consiste en disponer de un área de forraje de arbóreas la cual es cortada y trasladada para ofertar fresca, oreada, henificada o en forma de harina como suplemento o formando parte de raciones; también se emplean las cercas vivas con el mismo fin.

Entre las especies más utilizadas están: *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina poeppigiana*, *Erythrina sp.*, *Morus alba* y *Cratylia argentea*.

Murgueitio et al. (2001) clasifican estos sistemas en tres tipos:

- Bancos de proteína puros
- Policultivo de corte
- Huertos mixtos

En el caso de los primeros, donde se posee más de 15 años de experiencia en su utilización, las plantas más usadas son: *G. sepium*, *Trichanthera gigantea*, *Morus sp.*, *Erythrina edulis*, *E. fusca*, *E. poeppigiana*, *Boehmeria nivea* y *Tithonia diversifolia*. Existen otras investigaciones en *C. argentea*, *Malvaviscus penduliflorus*, *Spondias purpurea*, *Cnidoscolus aconitifolius*, *Cajanus cajan*, *Moringa oleifera*, *Hibiscus grandiflorus*, *Erythrina rubrinervia*, *Calliandra calothyrsus* y *Alnus acuminata*.

Con respecto a los segundos, estos se basan en la tradición de los campesinos de combinar dos o más forrajes, y según Rosales (1999) la combinación de cultivos evita los riesgos del monocultivo. Las modalidades son heterogéneas, desde la simple asociación de dos arbustos en un solo estrato (*G. sepium* más *M. alba*), dos árboles en dos estratos (*E. edulis* más *T. gigantea*),

A group of works that include different forms of using these plants and their effect on milk production are reviewed below.

In Cuba the first works developed were with leucaena; thus Senra (1982), when substituting 4 kg/cow/day of a commercial concentrate by 4,5 kg of green forage of *L. leucocephala* cv. Peru in 50% and 100% of the ration to Holstein cows that grazed *C. nlemfuensis* (with a stocking rate of 3,5 cows/ha), did not observed differences in daily milk production.

The inclusion of leucaena forage in different proportions of the diet of dairy cows, did not show effects on the milk production and composition when the intakes (expressed as percentage of leucaena in the total diet) were 6, 16, 20, 32 and 50% (Ruiz, Febles, Jordán, Castillo y Funes, 1995).

In spite of increasing the concentration of the ration from 9,4 g CP/MJ ME to 116,3 g CP/MJ ME, milk quality did not vary, but a higher level of ammoniacal nitrogen appeared, which indicates the need to supply with energy in order to increase the productivity of the herd in cows with higher milk potential.

In *Morus sp.* studies have been performed until now about agronomic aspects, bromatological composition, nutritive value, animal response and conservation as meal and silage, among others (Martín, García, Reyes, Hernández, González y Milera, 2000). In addition, these varieties have been taken to different provinces of the country, to evaluate their capacity of adaptation to different edaphoclimatic conditions and no problems have arisen up to the moment.

Under these conditions milk productions of 10,6 liters/cow/day could be obtained, by supplying 1% of the live weight in half-breed cows of the Holstein x Zebu cross grazing improved species (Milera, Martín, Ojeda, Arece, García y Lezcano, 2003).

In the studies in which forage of tree legumes is supplied, the response to the supplementation is known to depend, to a great extent, on the type of legume and the quality of the basal diet, on the form of presentation of the forage fed, as well as on the offer level and the interactions with

una gramínea de corte y una arbórea (*Axonopus scoparius* más *T. gigantea*) y varias especies de plantas para fines forrajeros en diferentes formas y rangos de tiempo y espacio (rastreras trepadoras, arbustos y árboles). Otra modalidad es la de combinar los forrajes con plantas maderables, postes, leña, etc.

Con respecto a los huertos para asegurar la alimentación humana y animal, en ellos se intercalan cultivos de sorgum, frijol, boniato, tomate, etc., en los surcos de árboles con fines forrajeros.

A continuación se reseñan un conjunto de trabajos que incluyen diferentes formas de utilizarlas y su efecto en la producción de leche.

En Cuba los primeros trabajos se desarrollaron con leucaena; así Senra (1982), al sustituir 4 kg/vaca/día de un concentrado comercial por 4,5 kg de forraje verde de *L. leucocephala* cv. Perú en el 50% y 100% de la ración a vacas Holstein que pastoreaban *C. nlemfuensis* (con una carga de 3,5 vacas/ha), no observó diferencias en la producción de leche diaria.

La inclusión del forraje de leucaena en diferentes proporciones de la dieta de vacas lecheras, no presentó efectos en la producción ni en la composición de la leche cuando los consumos (expresados como porcentaje de leucaena en la dieta total) fueron de 6, 16, 20, 32 y 50% (Ruiz, Febles, Jordán, Castillo y Funes, 1995).

A pesar de elevar la concentración de la ración de 9,4 g PB/MJ EM hasta 116,3 g PB/MJ EM, la calidad de la leche no varió, pero apareció un mayor nivel de nitrógeno amoniacal, lo que indica la necesidad de suplir con energía para incrementar la productividad del rebaño en vacas de mayor potencial lechero.

En *Morus* sp. se han realizado hasta la fecha investigaciones sobre aspectos agronómicos, composición bromatológica, valor nutritivo, respuesta animal y conservación en forma de harina y ensilaje, entre otros (Martín, García, Reyes, Hernández, González y Milera, 2000). Además, se han llevado estas variedades a diferentes provincias del país, para evaluar su capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas y hasta la actualidad no han presentado problemas.

other supplements. Nevertheless, in most of the works analyzed the legumes had a positive effect on the milk yield per animal, but the majority was designed for a short period of time, for which it is necessary to obtain long term complementary information.

2.2 Systems that use the protein bank under grazing conditions

There are different definitions about the protein bank.

It is a technique of utilization of the legumes that consists in sowing 20-30% of the total area under exploitation with a high population of shrubby and/or twining legumes, pure or associated to grasses, with the objective of using it as protein supplement in grazing systems (Milera, 1991).

Pezo and Ibrahim (1996) coincide with this definition, but add that in the case of the species that have, in addition, high levels of digestibility (for example *Morus* sp.), they are called energy-protein banks.

In the production system the responses in milk yield depend on a group of factors; among the most important ones are: productive potential of the cows and the management and exploitation method used.

The potential of a protein bank of leucaena (25%) in an area with *P. maximum* cv. Likoni, with neither fertilization nor irrigation, during 124 days in the dry season (1981-1982), was 11,7 kg/cow/day in the Holstein breed, when the entrance of the animals to the legume was managed in alternate days and no concentrate supplements were fed (Funes and Jordán, 1987).

During three years Milera, Iglesias, Remy y Cabrera (1994) studied the performance of a production system that consisted in the use of an area of *P. maximum* cv. Likoni which had 20% of the area dedicated to a protein bank of *L. leucocephala* cv. Peru and a control with the grass only. The grass was fertilized with 120 kg N/ha/year and the legume only received 45 kg of P and K/ha, both without irrigation. A stocking rate of 2,5 cows/ha of the Holstein x Zebu cross was used. In the rainy season 33 and 44% of the areas of the grass under grazing conditions were

En estas condiciones pueden obtenerse producciones de leche de 10,6 litros/vaca/día, si se suministra el 1% del peso vivo en vacas mestizas del cruce Holstein x Cebú con pastoreo de especies mejoradas (Milera, Martín, Ojeda, Arece, García y Lezcano, 2003).

En los trabajos donde se suministra forraje de leguminosas arbóreas se conoce que la respuesta a la suplementación depende, en gran medida, del tipo de leguminosa y la calidad de la dieta basal, de la forma de presentación del forraje ofrecido, así como del nivel de oferta y de las interacciones con otros suplementos. No obstante, en la mayoría de los trabajos analizados las leguminosas tuvieron un efecto positivo en el rendimiento de leche por animal, pero la mayoría fueron diseñados para un corto período de duración, por cuanto se precisa de información complementaria a largo plazo.

2.2 Sistemas que emplean el banco de proteína en pastoreo

Existen diferentes definiciones sobre el banco de proteína.

Es una técnica de utilización de las leguminosas que consiste en sembrar el 20-30% del área total en explotación con una alta población de leguminosas arbustivas y/o volubles, puras o asociadas a gramíneas, con el objetivo de utilizarla como suplemento proteico en los sistemas de pastoreo (Milera, 1991).

Pezo e Ibrahim (1996) coinciden con esta definición, pero agregan que en el caso de las especies que posean, además, niveles altos de digestibilidad (por ejemplo, *Morus* sp.), se les denomina bancos energético-proteicos.

En el sistema de producción las respuestas en rendimiento de leche dependen de un conjunto de factores; entre los más importantes están: el potencial productivo de las vacas y el método de manejo y explotación empleado.

El potencial de un banco de proteína de leucaena (25%) en un área con *P. maximum* cv. Likoni, sin fertilización ni riego, durante 124 días en el período poco lluvioso (1981-1982), fue de 11,7 kg/vaca/día en la raza Holstein, cuando su entrada a la leguminosa fue manejada en días

segregated to be conserved, with a silage production of 2,4 and 2,8 t/cow for the treatment and the control, respectively, which was supplied in the dry season.

Milk production was significantly higher when the legume was used (10,1 vs 9,6 liters/cow/day), besides the savings in concentrate as compared to the crop that only had the grass.

At commercial scale Lamela and Matías (1989) obtained productions of 9 L/cow/day for a year in an area of *P. maximum* cv. Likoni with a protein bank that included leucaena and neonotonia without irrigation. Also in commercial dairies, using a protein bank of leucaena with 3000 plants/ha and *P. maximum* without irrigation and agrotoxics, productions of 6,6 liters/cow/day were reached without using concentrate supplements. This area produced 20% more of milk than in other nearby dairy units, which had only grasses.

2.3 Associated systems with pastures and trees from the legume family

The rational management of a multiassociation, in which besides *L. leucocephala* with a density of 20 000 plants/ha the creeping legumes *N. wightii*, *C. pubescens* and *T. labialis*, as well as *Stylosanthes guianensis* and the grasses *P. maximum* and *Chloris gayana* were included, had a positive effect on animal production, total biomass availability, persistence and performance of the edaphic biota (Hernández, Carballo, Reyes y Mendoza, 1998). The results of three years of exploitation with half-breed cows of medium potential, without irrigation and agrotoxics, using a flexible management with the necessary rest between grazing periods for the recovery of the species, as well as different exploitation levels in which the stocking rates were higher than 2 cows/ha, showed a production of 8,9 liters/cow/ha, a legume population of 52,2%, average dry matter availability per hectare of more than 4 t in each rotation and 64% of the biota was constituted by Oligochaeta (table 3).

In a silvopastoral system managed with 104 Mambí heifers, the pasture and leucaena availability was higher than 3 t DM/ha/rotation. The feeding balance for the heifers under production showed

alternos y no se suministraron suplementos concentrados (Funes y Jordán, 1987).

Durante tres años Milera, Iglesias, Remy y Cabrera (1994) estudiaron el comportamiento de un sistema de producción que consistía en la utilización de un área de *P. maximum* cv. Likoni, que tenía el 20% del área dedicado a un banco de proteína de *L. leucocephala* cv. Perú y un control con la gramínea solamente. La gramínea fue fertilizada con 120 kg de N/ha/año y la leguminosa solo recibió 45 kg de P y K/ha, ambas sin riego. Se empleó una carga de 2,5 vacas/ha del cruce Holstein x Cebú. En el período lluvioso se segregó el 33 y 44% de las áreas de la gramínea en pastoreo para conservar, con una producción de ensilaje de 2,4 y 2,8 t/vaca para el tratamiento y el control, respectivamente, el cual se ofreció en el período poco lluvioso.

La producción de leche fue significativamente superior cuando se empleó la leguminosa (10,1 vs 9,6 litros/vaca/día), además de los ahorros en concentrado al compararlo con el control que solo disponía de la gramínea.

A escala comercial Lamela y Matías (1989) obtuvieron producciones de 9 L/vaca/día durante un año, en un área de *P. maximum* cv. Likoni con un banco de proteína que incluía leucaena y neotonía sin riego. También en vaquerías comerciales, utilizando un banco de proteína de leucaena con 3 000 plantas/ha y *P. maximum* sin riego ni agrotóxicos, se alcanzaron producciones de 6,6 litros/vaca/día sin el uso de suplementos concentrados. Esta área produjo un 20% más de leche, que en otras unidades lecheras cercanas, que disponían de gramíneas solamente.

2.3 Sistemas asociados con pastos y árboles de la familia de las leguminosas

El manejo racional de una multisociación, donde además de *L. leucocephala* con una densidad de 20 000 plantas/ha se incluyeron las leguminosas rastreras *N. wightii*, *C. pubescens* y *T. labialis*, así como *Stylosanthes guianensis* y las gramíneas *P. maximum* y *Chloris gayana*, tuvo un efecto positivo en la producción animal, la disponibilidad total de biomasa, la persistencia y el comportamiento de la biota edáfica (Her-

that there was a 25% excess of CP for the dry season and 38% for the rainy season; while metabolizable energy showed deficiencies in both seasons, with 9% in the dry season and 1,4% in the rainy season. The body condition of the heifers at the moment of entrance to the silvopastoral system was 3 and it was maintained with a value between 3,2 and 3,3 since the parturition until 240 days of lactation, without differences between the seasons. At 30 days of lactation the animals that entered the system in the dry season significantly produced more milk ($P<0,001$) than the ones that did in the dry season (9,8 vs 8,3 kg/cow/day, respectively). Nevertheless, at 120 days of lactation the heifers that entered the system in the dry season produced more milk ($P<0,01$) than the ones that entered in the rainy season (9,2 vs 8,0 kg/cow/day, respectively).

Furthermore, the calves had a weight at birth of 36,7 and 37,3 kg/animal for the cows that entered the silvopastoral system in the rainy season and the dry season, respectively. The heifers that entered the system in the dry season had a PSI significantly lower ($P<0,05$) than the ones that entered in the rainy season (107 vs 139 days, respectively). However, the PPI was similar for both seasons of entrance (152-157 days); while the number of services per pregnancy was significantly lower ($P<0,01$) for the heifers that entered the silvopastoral system in the rainy season (1,38) as compared to the ones that did in the dry season (1,75). Gains per hectare and per cow of \$4 055,60 and \$2 684,70 pesos, respectively, were obtained, as well as a benefit-cost relationship of \$4,51 pesos (López, 2004).

In areas that only had natural pastures of low nutritive value the species *L. leucocephala* and *Albizia lebbeck* were used, as well as *N. wightii* and improved grasses (*C. nlemfuensis* and *P. maximum*). At present, milk productions between 6 and 10 liters/cow/day are obtained, and there is a decrease of the percentage of empty cows and the mortality rate (Simón, Lamela, Esperance and Reyes, 2005).

Final considerations

- The intensive systems with the use of irrigation and fertilization in improved grasses are an

nández, Carballo, Reyes y Mendoza, 1998). Los resultados de tres años de explotación con vacas mestizas de mediano potencial, sin riego ni agrotóxicos, utilizando un manejo flexible con el reposo necesario entre pastoreos para la recuperación de las especies, así como diferentes niveles de explotación donde las cargas fueron superiores a 2 vacas/ha, mostraron una producción de 8,9 litros/vaca/ha, una población de leguminosas de 52,2%, disponibilidad de materia seca promedio por hectárea de más de 4 t en cada rotación y el 64% de la biota estuvo constituida por oligoquetos (tabla 3).

En un sistema silvopastoril comercial manejado con 104 novillas Mambí, la disponibilidad de pastos y leucaena fue superior a las 3 t de MS/ha/rotación. El balance alimentario para las vacas en producción demostró que hubo un exceso de PB de 25% para la época de seca y de 38% para la lluvia; mientras que la energía metabolizable presentó deficiencias en ambas épocas, con 9% en la de seca y 1,4% en la de lluvia. La condición corporal de las hembras en el momento de la entrada al silvopastoreo fue de

option in dairy cows of high genetic potential that justifies the investment, considering besides the harm to the environment.

- In systems with improved grasses the use of moderate doses of fertilizers allows the segregation of areas to conserve and may be used with animals of medium potential, according to the cost/benefit relationship.
- Sugarcane is a possible option and its use is established associated to non protein nitrogen and sulfur and to forage of grasses and/or legumes.
- When few species that include the tree component are managed, whether they are improved or naturalized, it is possible to determine, from the amount of biomass, the stay of the animals, and it is more feasible to estimate the resting time necessary for recovery; but when many species are used it is difficult to base the grazing on the availability or volume, because there would be overgrazing of the most consumed plants; then the judgment must be made in function of the recovery of these plants.

Tabla 3. Comportamiento de un sistema multiasociado árboles-pastos.

Table 3. Performance of a trees-pastures multiassociated system.

Condiciones experimentales (nivel de explotación)	Rendimiento (t/ha/rotación)	Carga global (vacas/ha)	Intensidad de pastoreo (animal/ha/día)	MS (kg/animal/día)	Producción de leche (kg/vaca/día)
Período poco lluvioso					
Alto	4,2	2,8	177,3	24,6	8,4** 6,8*
Medio	4,7	1,7	106,4	42,2	8,7** 7,2*
Bajo	4,9	1,1	70,9	64,9	8,1** 7,5*
ES ±	0,6				0,3* 0,4*
Período lluvioso					
Alto	7,1	4,7	206	26,6	9,0** 6,5*
Medio	7,2	2,8	159,6	44,8	8,5** 6,6*
Bajo	7,1	1,9	106,4	67,2	8,9** 7,3
ES ±	0,3	-			0,3 0,3*

^w Con amamantamiento restringido

^{ww} Sin amamantamiento

3 y se mantuvo con un valor entre 3,2 y 3,3 desde el parto hasta los 240 días de lactancia, sin que se encontraran diferencias entre épocas. A los 30 días de lactancia los animales que entraron al sistema en lluvia produjeron significativamente más leche ($P < 0,001$) que los que lo hicieron en seca (9,8 vs 8,3 kg/vaca/día, respectivamente). Sin embargo, a los 120 días de lactancia las vacas que entraron al sistema en seca produjeron más leche ($P < 0,01$) que las que entraron en lluvia (9,2 vs 8,0 kg/vaca/día, respectivamente).

Además, se logró un peso de los terneros al nacer de 36,7 y 37,3 kg/animal para las vacas que entraron al silvopastoreo en lluvia y seca, respectivamente. Las hembras que entraron al sistema en seca tuvieron un IPS significativamente menor ($P < 0,05$) a las que entraron en lluvia (107 vs 139 días, respectivamente). Sin embargo, el IPG fue similar para ambas épocas de entrada (152-167 días); mientras que el número de servicios por gestación fue significativamente inferior ($P < 0,01$) para las hembras que entraron al silvopastoreo en lluvia (1,38) con respecto a las que lo hicieron en seca (1,75). Se obtuvieron ganancias por hectárea y por vaca de \$4 055,60 y \$2 684,70 pesos, respectivamente, y una relación beneficio-coste de \$4,51 pesos (López, 2004).

En áreas que sólo contaban con pastos naturales de bajo valor nutritivo se utilizaron las especies *L. leucocephala* y *Albizia lebbbeck*, así como *N. wightii* y gramíneas mejoradas (*C. nlemfuensis* y *P. maximum*). Actualmente se obtienen producciones de leche entre 6 y 10 litros/vaca/día, así como una disminución del porcentaje de vacas vacías y el índice de mortalidad (Simón, Lamela, Esperance y Reyes, 2005).

Consideraciones finales

- Los sistemas intensivos con el uso del riego y la fertilización en gramíneas mejoradas son una opción en vacas lecheras con alto potencial genético que justifique la inversión, considerando además las afectaciones del medio ambiente.
- En sistemas con gramíneas mejoradas el empleo de moderadas dosis de fertilizantes permite la segregación de áreas para conservar y pue-

- The highest resting times occur at the end of the rainy season and during the dry season, having a beneficial incidence on herbaceous legumes, which in general fructify in this season and reach good development.
- One of the most important aspects in the intensive management is the discharge of excreta, as it propitiates the increase of the edaphic biota and a high quality regrowth; however, their richness and decomposition rate are higher when trees are part of the system.
- In systems with grasses with neither irrigation, nor supplementation with concentrates in scarcity periods, the high instantaneous and global stocking rates lead to the decrease of availability and persistence.
- In multiassociated systems (grasses-legumes) with high availability, it is possible to use global stocking rates higher than the ones used in the systems with grasses.
- The combination of herbaceous and tree species contributes to conserving the plant and animal biodiversity, because they have a positive impact on soil productivity and climatic stress, due to the beneficial effect of shade on temperature, bromatological composition of the herbaceous stratum, increase of biological controls, organic matter and edaphic biota, which have incidence on the productive responses of the system.
- There is great diversity of trees in America, but without the systemic, sustainable, integrating and transferable approach, very little could be achieved. Isolated from the production system they can not contribute to the socioeconomic and environmental conditions and their results are little attractive for producers.

--End of the English version--

den utilizarse en animales de mediano potencial, de acuerdo con la relación costo/beneficio.

- La caña de azúcar es una posible opción y se establece su uso asociada al nitrógeno no proteico y al azufre o a forrajes de gramíneas y/o leguminosas.

- Cuando se manejan pocas especies que incluyen el componente arbóreo, sean mejoradas o naturalizadas, es posible determinar, a partir de la cantidad de biomasa, la estancia de los animales, y es más factible estimar el reposo necesario para la recuperación; pero cuando existen muchas especies es difícil basar el pastoreo en la disponibilidad o volumen, pues resultaría en un sobrepastoreo de las más consumidas; entonces el juicio debe hacerse en función de la recuperación de estas últimas plantas.
- Los mayores tiempos de reposo ocurren a finales del período lluvioso y durante el período poco lluvioso, lo cual incide beneficiosamente en las leguminosas herbáceas, que por lo general fructifican en esta etapa y alcanzan un buen desarrollo.
- Uno de los aspectos más importantes en el manejo intensivo es la descarga de excreciones, pues propicia el incremento de la biota edáfica y de un rebrote con calidad; no obstante, su riqueza y la velocidad de descomposición es mayor cuando los árboles forman parte del sistema.
- En sistemas con gramíneas sin fertilización, ni suplementación con concentrados en los períodos de escasez, las altas cargas instantáneas y globales conducen a la disminución de la disponibilidad y la persistencia.
- En los sistemas multiasociados (gramíneas-leguminosas) con alta disponibilidad, es posible emplear cargas globales superiores a las de los sistemas con gramíneas.
- La combinación de especies herbáceas y arbóreas contribuye a conservar la biodiversidad vegetal y animal, pues tienen un impacto positivo en la productividad del suelo y el estrés climático, por el efecto beneficioso de la sombra en la temperatura, la composición bromatológica del estrato herbáceo, el incremento de controles biológicos, la materia orgánica y la biota edáfica, que inciden en las respuestas productivas del sistema.
- Existe una gran diversidad de árboles en América, pero sin el enfoque sistémico, sostenible, integrador y transferible, muy poco se podrá lograr. Aislados del sistema de producción no

pueden contribuir a las condiciones socioeconómicas y ambientales, y sus resultados son poco atractivos para los productores.

Referencias bibliográficas

- Anon. 1989. Estudios con animales. Memoria 20 Aniversario del Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. p. 30
- Benavides, J.E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. *El Chasqui* (C.R.). 25:6
- Cordero, J. & Boshier, D.H. (Eds.). 2003. Árboles de Centroamérica. Un manual para extensionistas. OFI/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1079 p.
- Esperance, M.; O'Donovan, P.B. & Perdomo, A. 1978. Sistemas de producción de leche a partir del pasto. I. Segregación de áreas para conservar como ensilaje y heno. *Pastos y Forrajes*. 1:115
- Funes, F. & Jordán, H. 1987. Leche. En: Leucaena. Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropico. (Eds. T.E. Ruiz y G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 129
- García-López, R.; Mora, E.; Elías, A.; García-Trujillo, R. & Alfonso, F. 1994. Evaluación comparativa de la sacararina húmeda (rústica) y la caña de azúcar fresca (aditivos) para la producción de leche en secano. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 28:47
- García-Trujillo, R. 1983. Potencial y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche. En: Los pastos en Cuba. EDICA. La Habana, Cuba. Tomo II, p. 247
- García-Trujillo, R. & Esperance, M. 1982. Comparación de tres sistemas básicos para la producción de leche en condiciones de secano. Resúmenes. V Seminario Científico Técnico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 88
- González, A.; Fernández, P.; Bu, A.; Polanco, Carmen; Aguilar, R.; Dresdner, J. & Tansini, R. (Eds.). 2004. La ganadería en Cuba: desempeño y desafíos. Instituto Nacional de Investigaciones Económicas. La Habana, Cuba. 287 p.
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; Reyes, F. & Mendoza, C. 1998. Explotación de un sistema silvopastoril multiasociado para la producción de leche. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 214
- Lamela, L. & Matías, C. 1989. Tecnología integral de manejo y alimentación con la hierba guinea en

- condiciones de secano. Informe de programa de tecnología integral para la producción de leche y carne. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo)
- Lamela, L. & Pereira, E. 1992. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche. IV. Bermuda callie y 68, guinea SIH-127 y rhodes gigante. **Pastos y Forrajes**. 15:55
- Lamela, L.; Pereira, E. & Silva, O. 1984. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche. I. Bermuda cruzada-1, bermuda callie y guinea SIH-127. **Pastos y Forrajes**. 7:395
- Lavelle, P. 1994. Faunal activities and soil processes: adaptative strategies that determine ecosystem function. 15th World Congress of Soil Science. Vol 1: Inaugural and state of art conferences. Acapulco, México. p. 189
- Lobo, J.M. & Veiga, C.M. 1990. Interés ecológico y económico de la fauna coprófaga en pastos de uso ganadero. **Ecología**. 4:313
- López, O. 2004. Caracterización del comportamiento productivo y reproductivo de vacas Mambí de primera lactancia en un sistema silvopastoril. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Reproducción Animal. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. 115 p.
- Martín, G.; García, F.; Reyes, F.; Hernández, I.; González, T. & Milera, Milagros. 2000. Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. **Pastos y Forrajes**. 23:323
- Martínez, R.O. 1978. Racionalización del uso de los concentrados para la producción lechera de vacas en pastoreo. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. ICA-ISCAH. La Habana, Cuba. 145 p.
- Milera, Milagros. 1991. Utilización del banco de proteína para la producción de leche. En: Memorias del curso "Pastoreo orgánico y utilización de forrajes en la alimentación de rumiantes en el trópico". Universidad de Colima, México
- Milera, Milagros. 1995. Efecto de un manejo rotacional racional Voisin sobre el comportamiento del pastizal. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 75 p.
- Milera, Milagros; Iglesias, J.; Remy, V. & Cabrera, N. 1994. Empleo del banco de proteína de *Leucaena leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. **Pastos y Forrajes**. 17:93
- Milera, Milagros; Martín, G.; Ojeda, F.; Arece, J.; García, D. & Lezcano, J.C. 2003. Potencial del forraje de morera para la alimentación del ganado. **Revista ACPA**. 4:65
- Murgueitio, E.; Rosales, M. & Gómez, María E. (Eds.). 2001. Agroforestería para la producción animal sostenible. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción, Colombia. 67 p.
- Pérez-Infante, F. & García Vila, R. 1975. Uso de la caña de azúcar en la alimentación del ganado en la época de seca. I. Efecto de la adición de urea en el consumo y producción de vacas lactantes. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 9:109
- Pezo, D.A. & Ibrahim, M. 1996. Sistemas silvopastoriles. Una opción para el uso de la tierra en sistemas ganaderos. I Foro Internacional. Veracruz, México. p. 18
- Rosales, M. 1999. Mezclas de forrajes. Uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. (Eds. M.D. Sánchez y M. Rosales). FAO, Roma. p. 201
- Ruiz, T.; Febles, G.; Jordán, H.; Castillo, E. & Funes, F. 1995. Alternativas de empleo de las leguminosas en la producción de leche y carne en el trópico. Resúmenes Seminario Científico Internacional XXX Aniversario ICA. La Habana, Cuba. p. 75
- Sánchez, M.D. 2001. Panorama dos sistemas agroflorestais pecuários na América Latina. En: Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. (Eds. M.M. Carvalho, M.J. Alvim y J.C. Carneiro). EMBRAPA Gado de Leite, Brasil. p. 9
- Senra, A. 1982. Estudio sobre el número de cuarterones por grupo para vacas lecheras en pastoreo. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias Veterinarias. ICA-ISCAH. La Habana, Cuba. 192 p.
- Senra, A. 1992. Producción de leche en los sistemas que se aplican en Cuba. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 26:227
- Simón, L.; Lamela, L.; Esperance, M. & Reyes, F. 2005. Metodología para el establecimiento y manejo del silvopastoreo racional. En: Silvopastoreo: un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Universidad de San Carlos de Guatemala - EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 193
- Toral, Odalys. 2005. La utilización del germoplasma arbóreo forrajero. En: Silvopastoreo: un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Universidad de San Carlos de Guatemala - EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 33
- Voisin, A. 1963. Productividad de la hierba. Editorial Tecnos SA, Madrid. 423 p.

Recibido el 10 de abril del 2006

Aceptado el 15 de mayo del 2006