

## **Cambio climático, afectaciones y oportunidades para la ganadería en Cuba**

### **Climate change, affectations and opportunities for livestock production in Cuba**

Milagros de la C. 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**

Los fenómenos de la desertificación y la degradación de las tierras, la contaminación de las aguas, los suelos y la atmósfera, la pérdida de la diversidad biológica, el agotamiento de la capa de ozono, la deforestación, el recalentamiento del planeta y otros, han conducido a una encrucijada de la existencia humana. El objetivo del presente trabajo es analizar la adecuación de los principales sistemas de producción ante las afectaciones del cambio climático en Cuba y los resultados de fincas diversificadas que emplean alimentos locales y se han convertido en un recurso, por su contribución para mitigarlo. Se exponen las principales afectaciones ocurridas por el cambio climático y la caracterización del período 2000-2010 en la ganadería en el país. También se presentan los principales retos de los sistemas agroforestales y los resultados productivos de cuando se emplean recursos fitogenéticos herbáceos y arbóreos en diferentes sistemas de producción ganadera, así como las propuestas de sistemas resilientes de alimentación basados en los recursos fitogenéticos forrajeros herbáceos y arbóreos que deben utilizarse como resultado de la innovación tecnológica en las áreas ganaderas.

Palabras clave: Cambio climático, ganadería

#### **Abstract**

The phenomena of desertification and land degradation, water, soil and atmospheric contamination, loss of biological diversity, depletion of the ozone layer, deforestation, planet warming and others, have led to a crossroads of human existence. The objective of this work is to analyze the adaptation of the main production systems before the affectations of climate change in Cuba and the results of diversified farms which use local feedstuffs and have become a resource, for their contribution to mitigate it. The main affectations occurred due to climate change and the characterization of the period 2000-2010 in the livestock production of the country are presented. The work also shows the main challenges of agroforestry systems and the productive results of using herbaceous and tree plant genetic resources in different livestock production systems, as well as the proposals of resilient feeding systems based on forage herbaceous and tree plant genetic resources which should be used as a result of technological innovation in livestock production areas.

Key words: Climate change, livestock production

### Introducción

El mundo actual se ve afectado por graves crisis: económica y financiera, energética, alimentaria, social y ambiental, así como por conflictos bélicos.

La actividad humana global es cada vez más insostenible; el consumo a nivel mundial se ha incrementado un 28% en los últimos 50 años; aumentan las desigualdades económicas a los niveles global y nacional; se ensancha la brecha entre ricos y pobres. En el año 2008 el consumo humano de los recursos de la tierra sobrepasó en un 30% la capacidad de regenerarlos (Alonso, 2010).

El cambio climático es una amenaza al desarrollo sostenible debido a la reducción de las áreas forestales, la pérdida de la biodiversidad, los eventos hidrometeorológicos más frecuentes e intensos, la pérdida de la agroproduktividad, la reducción de las áreas de cultivo, la reducción de la calidad y la disponibilidad del agua, la afectación de los manglares y los ecosistemas costeros, y el incremento de la vulnerabilidad de los asentamientos costeros.

América Latina y el Caribe sufren las afectaciones del cambio climático en las zonas rurales; no obstante, en diferentes foros se han debatido los resultados y las experiencias sobre el manejo de los sistemas agroforestales/ sistemas silvopastoriles (SAF/SSP) por la biodiversidad que generan. La conservación de la biodiversidad y la producción ganadera están basadas en los conceptos de diversidad funcional, donde las especies encontradas, manejadas y no manejadas, contribuyen a la provisión de servicios ecosistémicos valorados por los productores (Clerck, 2010).

El empleo de diferentes especies arbóreas en bancos forrajeros proteínicos es una práctica en Colombia como estrategia de alimentación en la sequía (Sinisterra *et al.*, 2010). En Argentina se emplean los sistemas agroforestales integrados, con producción de madera y bancos forrajeros para la alimentación del ganado en las mismas áreas (Esquivel y Lacorte, 2010). En Cuba, por más de 20 años, se han alcanzado resultados satisfactorios en la investigación y en la

### Introduction

The world is currently affected by serious crises: economic and financial, food, social and environmental, as well as by wars.

The global human activity is increasingly unsustainable: consumption has increased worldwide in 28% in the last 50 years; economic inequalities increase at global and national levels; the gap between the rich and the poor widens. In 2008, human consumption of land resources exceeded in 30% the capacity to regenerate them (Alonso, 2010).

Climate change is a threat to sustainable development due to the reduction of forestry areas, loss of biodiversity, stronger and more intense hydrometeorological events, loss of agroproduktividad, reduction of cultivation areas, reduction of water quality and availability, affectation of mangroves and coastal ecosystems and increase of the vulnerability of coastal settlements.

Latin American and the Caribbean undergo the affectations of climate change in rural zones; however, in different venues the results and experiences about the management of agroforestry systems/silvopastoral systems (SFS/SPS) have been discussed because of the biodiversity they generate. Biodiversity conservation and livestock production are based on the concepts of functional diversity, where the species found, managed and non-managed, contribute to the provision of ecosystem services valued by producers (Clerck, 2010).

The use of different tree species in forage protein banks is a practice in Colombia as a feeding strategy in the dry season (Sinisterra *et al.*, 2010). In Argentina integrated agroforestry systems are used, with timber production and forage banks for livestock feeding in the same areas (Esquivel and Lacorte, 2010). In Cuba, for more than 20 years, satisfactory results have been obtained in research and production with different animal species (Lamela *et al.*, 2009; Simón *et al.*, 2010).

These systems are proven to have higher diversity of ligneous species, which results in a

producción con diferentes especies animales (Lamela *et al.*, 2009; Simón *et al.*, 2010).

Se evidencia que estos sistemas poseen una mayor diversidad de especies leñosas que resulta en una mayor resiliencia de los sistemas ganaderos a la variabilidad y/o el cambio climático.

En este artículo se exponen las principales afectaciones del país por los eventos climáticos, las características del área ganadera y los sistemas de producción resilientes que pueden contribuir a mitigar el cambio.

#### *Problemas ambientales globales*

Se identifica hoy un conjunto de problemas ambientales globales que repercuten negativamente en la salud de la Tierra. Son incontables los rasgos de esta prácticamente incurable enfermedad, que se caracteriza por: deforestación, pérdida de la diversidad biológica, degradación de los suelos, cambio climático, adelgazamiento de la capa de ozono, contaminación atmosférica, contaminación de las aguas, carestía de recursos hídricos, crecimiento demográfico y conflictos bélicos. Los bosques desaparecen, se degradan los suelos, las aguas se contaminan, se agota la diversidad biológica y se enrarece la atmósfera. En resumen, se acaba la vida (Díaz-Duque, 2009).

En relación con las afectaciones del territorio nacional, el suelo es una de las áreas con mayores problemas pues el 70% presenta limitaciones en su productividad.

Según Díaz-Duque (2009), la desertificación alcanza el 14% de su territorio (1,58 MM) y por condiciones degradantes cinco millones de hectáreas están afectadas, entre las que se encuentran:

- Erosión- 23,9% (2,5 MM ha)
- Acidez- 28,3% (3,4 MM ha)
- Salinidad y/o sodicidad- 14,1% (1,0 MM ha)
- Baja fertilidad- 25% (3,0 MM ha)
- Mal drenaje- 22,5% (2,7 MM ha)
- Compactación- 23,9% (2,5 MM ha)
- Bajo contenido de materia orgánica- 38,3% (4,6 MM ha)
- Degradación de la cubierta vegetal- 7,7% (0,92 MM)

higher resilience of livestock production systems to climate variability and/or change.

This paper shows the main affectations undergone by the country due to climatic events, the characteristics of livestock areas and resilient production systems which can contribute to mitigate the change.

#### *Global environmental problems*

A group of global environmental problems is identified today which have negative repercussions on the Earth's health. The features of this practically incurable disease are uncountable, being characterized by: deforestation, loss of biological diversity, soil degradation, climate change, thinning of the ozone layer, atmospheric contamination, water contamination, scarcity of water resources, demographic growth and wars. Forests disappear, soils are degraded, waters are contaminated, biological diversity is depleted and the atmosphere becomes rarified. In summary, life ends (Díaz-Duque, 2009).

Regarding the affectations in our national territory, the soil is one of the areas with higher problems because 70% shows limitations in its productivity.

According to Díaz-Duque (2009), desertification reaches 14% of the territory (1,58 MM) and by degrading conditions five million hectares are affected, among which are:

- Erosion- 23,9% (2,5 MM ha)
- Acidity- 28,3% (3,4 MM ha)
- Salinity and/or sodicity- 14,1% (1,0 MM ha)
- Low fertility- 25% (3,0 MM ha)
- Bad drainage- 22,5% (2,7 MM ha)
- Compaction- 23,9% (2,5 MM ha)
- Low organic matter content- 38,3% (4,6 MM ha)
- Degradation of the plant cover- 7,7% (0,92 MM)
- Deficient drainage- 40 000 km<sup>2</sup> (37%)

Other changes have been reported in temperature, rainfall, sea level and hurricane intensity (Álvarez and Mercadet, 2007; Alonso, 2010). The main changes are summarized below.

- Drenaje deficiente- 40 000 km<sup>2</sup> (37%)

Otros cambios se han reportado en la temperatura, la lluvia, el nivel de mar y la intensidad de los huracanes (Alvarez y Mercadet, 2007; Alonso, 2010). A continuación se resumen los principales cambios.

- Temperatura media anual: Incremento en 0,6°C. Durante los últimos 20 años del siglo XX, la temperatura media del aire en dos de las provincias orientales y en cuatro de los 12 meses del año alcanzó o superó la media de 26°C.
- Nivel medio del mar: Tasa de incremento 2,14 mm/año. Registros mareográficos realizados en la costa norte de Ciudad de La Habana indican un aumento medio anual de 1,8 mm.
- Huracanes intensos (categorías 3, 4 y 5). Durante el siglo XX, la frecuencia de huracanes aumentó en 30% y 13% del total alcanzó categoría 4 ó 5.
- Variaciones en el régimen de lluvia: Durante el pasado siglo, el acumulado anual nacional disminuyó en 200 mm y en los últimos 40 años del siglo XX, en 90 de los 169 municipios del país las lluvias comenzaron en junio, en lugar de en mayo, con un patrón espacial de oriente a occidente.
- Merma del potencial hídrico, desplazamiento de la intrusión marina.
- Cambios en los patrones de rendimiento de los cultivos.
- Disminución de los manglares.
- Identificación de enfermedades humanas sensibles al clima.

Aunque en el país se ha incrementado el área boscosa como producto de los programas de reforestación orientados por el Estado, en la ganadería ha ocurrido una pérdida sustancial de la diversidad de especies, sobre todo de alto valor forrajero, y se ha incrementado la invasión de malezas en más del 39% del área total, debido al mal manejo de las áreas de pastoreo.

*Características generales del período 2000-2010 y su repercusión en la Isla*

En Cuba desde el siglo XVII (hace más de 400 años) se ha sometido el suelo a una intensi-

- Mean annual temperature: Increased in 0,6°C. During the last 20 years of the 20<sup>th</sup> century, the mean air temperature in two of the eastern provinces and four months of the year reached or exceeded the mean of 26°C.
- Mean sea level: Increase rate: 2,14 mm/year. Mareographic records made in the northern coast of Havana City indicate an annual mean increase of 1,8 mm.
- Intense hurricanes (categories 3, 4 and 5). During the 20<sup>th</sup> century, the hurricane frequency increased in 30% and 13% of the total reached category 4 or 5.
- Variations in the rainfall regime: During the past century, the national annual rainfall decreased in 200 mm and in the last 40 years of the 20<sup>th</sup> century, in 90 of the 169 municipalities of the country the rains started in June, instead of May, with a spatial pattern from East to West.
- Loss of the water potential, displacement of the marine intrusion.
- Changes in crop yield patterns.
- Decrease of mangroves
- Identification of climate-sensible human diseases.

Although the forest area has increased in the country as a product of reforestation programs led by the state, in livestock production a substantial loss of species diversity has occurred, mainly species of high forage value, and the weed invasion has increased in more than 39% of the total area, due to the bad management of grazing areas.

*General characteristics of the period 2000-2010 and their repercussion on the Island*

In Cuba since the 17<sup>th</sup> century (more than 400 years ago) the soil has been subject to excessive intensification and exploitation, at first because of a commercial demand in the colony and after the triumph of the Revolution with a social purpose, but with alarming affectations to soil and climate.

The period 2000-2010 was characterized by great events and transformations which occurred worldwide and remarkably affected the national

ficación y explotación desmedida, primero por una demanda comercial en la colonia, y después del triunfo revolucionario con un fin social, pero con preocupantes afectaciones sobre el suelo y el clima.

El período 2000-2010 se caracterizó por grandes acontecimientos y transformaciones que ocurrieron a nivel mundial y afectaron de forma notable el contexto nacional y la producción ganadera (González *et al.*, 2004; Milera, 2010; Mirabal-Plasencia, 2010).

Los procesos se caracterizaron por la falta de acceso a la racionalidad y los productos de esa revolución tecnológica; el intento del planeta de establecer un nuevo régimen de acumulación y una nueva institucionalidad como esencia de esa revolución económica; así como el surgimiento de poderosos movimientos sociales bajo valores, intereses y compromisos diferentes de aquellos que generaron los problemas por resolverse.

Dentro de esos acontecimientos y transformaciones, hay algunos de ellos que por sus características y trascendencia han marcado la época.

Los hechos que impactaron directamente en Cuba fueron el derrumbe del campo socialista y el arreciamiento del bloqueo de Estados Unidos, que dificultó el desarrollo de la ciencia y al país en general (debido a la disminución de la capacidad productiva), y la oferta de productos alimentarios a la población.

En el marco de la globalización neoliberal, el crecimiento económico y el desarrollo tecnológico (objetivos-medios) de la sociedad han prevalecido sobre los objetivos-fines: mejorar las condiciones, la calidad y el nivel de vida de toda la población (Blanco *et al.*, 2007).

En la ganadería la etapa se caracterizó por un continuo decrecimiento de las áreas de pastos como resultado de la carencia de fertilizantes, combustible y otros; una menor dependencia de los insumos importados y mayor autosuficiencia al compararla con los períodos anteriores (González *et al.*, 2004).

Se continuó desarrollando la agricultura orgánica, el manejo integrado de plagas, la

context and livestock production (González *et al.*, 2004; Milera, 2010; Mirabal-Plasencia, 2010).

The processes showed lack of access to rationality and the products of that technological revolution; the attempt of the planet to establish a new accumulation regime and a new institutionality as essence of that economic revolution; as well as the emergence of powerful social movements under values, interests and commitments different from those which generated the problems to be solved.

Among those events and transformations, there are some which for their characteristics and transcendence have marked their time.

The events that had direct impact on our country were the collapse of the Eastern socialist bloc and the enhancement of the blockade by the United States, which hindered the development of science and the country in general (due to the decrease of the productive capacity), and the supply of food products to the population.

Within the framework of neoliberal globalization, the economic growth and technological development (objectives-means) of society have prevailed over the objectives-goals: improving life conditions, quality and level of the whole population (Blanco *et al.*, 2007).

In livestock production, the stage was characterized by a continuous decrease of pasture areas as a result of the lack of fertilizers, fuel and others; a lower dependence on imported inputs and higher self-sufficiency as compared to previous periods (González *et al.*, 2004).

Organic agriculture, integrated pest management, minimum tillage, more efficient irrigation systems, rational use of agrochemicals, use of biofertilizers and biopesticides, use of vitroplants and transfer, in general, of biotechnological strategies to the agricultural sector, continued to be developed. The efficiency levels of small-scale farming production increased; low-input agriculture discarded the feasibility of conventional methods.

The stimulation according to the work results and the changes made in the prices of milk and meat collection, brought about an increase in

utilización del laboreo mínimo, los sistemas de riego más eficientes, el uso racional de agroquímicos, el empleo de los biofertilizantes y los bioplaguicidas, el uso de las vitroplantas y el traslado, en general, de las estrategias biotecnológicas al sector agrícola. Se incrementaron los niveles de eficiencia de la producción campesina a pequeña escala; la agricultura de bajos insumos descartó la factibilidad de los métodos convencionales.

La estimulación según los resultados del trabajo y los cambios efectuados en los precios de acopio de la leche y la carne, trajeron como consecuencia un incremento de la entrega y dejó de emplearse un significativo porcentaje en la fabricación de queso y en la venta en el mercado. Se importó leche en polvo y suplementos para el ganado.

Al inicio de 1990 la ganadería contaba con 541 145 ha de pastos mejorados con más de 20 cultivares, según el inventario nacional. En el año 2008 solo alrededor del 16% de las áreas poseían pastos cultivados y el 39% estaban ocupadas por marabú. En la agrotecnia de los pastos solo se priorizó la siembra de las áreas de forrajes de gramíneas para corte.

Faltaron estrategias para la alimentación del ganado a partir de los pastos y forrajes, sus formas conservadas, la producción de semilla y la siembra de otras especies incluyendo las arbóreas, que comenzó y se abandonó.

Se distribuyó la tierra a más de 100 mil usufructuarios, que poseen el 55% del ganado y producen más del 60% de la leche y el 45% de la carne en el 27% de la tierra. En las fincas se emplean sistemas diversificados con técnicas agroecológicas, se utiliza la energía renovable y se desarrollan innovaciones, convirtiéndose en áreas de referencia.

En la agricultura y en la ganadería se emplea en todo el país sistemas de riego más eficientes y se hace un uso racional de los agroquímicos.

El desarrollo territorial y local en Cuba posee obstáculos que han comenzado a resolverse, pero todavía enfrentan la falta de autonomía, la centralización del modelo financiero, el control central de las inversiones, las limitaciones de

delivery and a significant percentage stopped being used in cheese manufacture and market sale. Powdered milk and supplements for livestock were imported.

In the early 1990's livestock production had 541 145 ha of improved pastures with more than 20 cultivars, according to the national inventory. In 2008 only around 16% of the areas had cultivated pastures and 39% were occupied by *Dichrostachys cinerea*. In pasture cultivation only the planting of forage grass areas for cutting received priority.

Strategies were missing for feeding cattle from pastures and forages, their preserved forms, seed production and the plantation of other species, including trees, which was started and neglected.

Land was distributed to more than 100 thousand leasers, who have 55% of livestock and produce more than 60% of milk and 45% of the meat on 27% of the land. In the farms diversified systems are used with agroecological techniques, renewable energy is used and innovations are developed, turning into reference areas.

In agriculture and livestock production more efficient irrigation systems are used and a rational use of agrochemicals is made.

Territorial and local development in Cuba has obstacles which have begun to be solved, but they still face the lack of autonomy, centralization of the financial model, central control of investments, resource limitation and the lack of a decentralizing culture of territorial governments, because for more than 30 years the State has fulfilled its rector-provider-controller role, among others (León and Miranda, 2006); however, advances are made in decentralization with the new measures the State is implementing.

In spite of the limitations and obstacles, local economic development represents a privileged space to enhance economy and is the ideal niche for innovation. The population promotes it due to its benefit, which guarantees temporary continuity and autonomy. It knows better the needs, likes, customs and traditions, for which it can establish priorities and identify the available resources for

recursos y la carencia de una cultura descentralizadora de los gobiernos territoriales, ya que durante más de 30 años el Estado ha cumplido el papel de rector-suministrador-controlador, entre otros (León y Miranda, 2006); no obstante, se avanza en la descentralización con las nuevas medidas que el Estado está poniendo en práctica.

A pesar de las limitaciones y los obstáculos, el desarrollo económico local representa un espacio privilegiado para impulsar la economía y es el nicho ideal para la innovación. La población lo promueve debido a su beneficio, lo cual garantiza la continuidad temporal y la autonomía. Ella conoce mejor las necesidades, los gustos, las costumbres y las tradiciones locales, por lo que puede establecer prioridades e identificar los recursos disponibles para utilizarlos con eficacia, sin duplicidad ni acciones innecesarias.

Es necesaria la disminución de la edad de matanza en ceba y de incorporación de la novilla, pues ello conllevaría un positivo efecto económico-ambiental en la mitigación, ya que contribuye a disminuir la contaminación.

La estrategia ambiental no prevé el pago por servicios ambientales y no se aprecia la necesaria integración entre los sectores ganadería, forestal, apicultura, recursos hídricos y otros.

Se crea la iniciativa municipal para el desarrollo local; sin embargo, se dificulta la puesta en práctica por falta de engranajes económicos horizontales entre agentes y ajustes del marco legal.

El país cuenta con capital humano y centros de investigación que generan tecnologías; no obstante, es necesario una mayor integración y el perfeccionamiento del programa actual de extensionismo.

El cambio climático tiene un efecto importante sobre la seguridad alimentaria, pues incide de forma aguda en la disponibilidad y la accesibilidad de los alimentos. Afecta también su estabilidad y utilización.

Los sistemas alimentarios constituyen el eje principal en la seguridad alimentaria pues incluyen toda la cadena, desde la producción hasta el consumo. Para que todas las personas en todo momento tengan acceso físico o económico a

using them with efficacy, with neither duplicity nor unnecessary actions.

The decrease of the slaughter age in fattening and the age of incorporation of heifers is necessary, because it would lead to a positive economic-environmental effect on mitigation, as it contributes to decrease contamination.

The environmental strategy does not foresee the payment for environmental services and the necessary integration among the sectors of livestock production, forestry, beekeeping, water resources and others, is not observed.

The municipal strategy for local development is created; however, its implementation is hindered due to the lack of horizontal economic connections among agents and adjustments of the legal framework.

The country has human capital and research centers which generate technologies; nevertheless, a higher integration and the improvement of the current extension program are necessary.

Climate change has an important effect on food security, because it has an acute incidence on food availability and accessibility. It also affects their stability and utilization.

Food systems constitute the main axis in food security, because they include the whole chain, from production to consumption. For all people to have physical or economic access to nutritive, innocuous and sufficient food at all times in order to satisfy their dietetic needs and their preference for an active and healthy life (food security), it is necessary to respect and fulfill in each country: the right to produce (to protect the national economy) with fair prices; the right to have healthy food (availability, accessibility, stability, utilization); and the right of each people to define its own model, its own agrarian and food policies for producing food in order to feed the local and national population.

Food security depends directly or indirectly on the services of the forestry or agricultural ecosystem, for example, the soil, water conservation, arrangement of hydrographic basins, fight against land degradation, protection of coastal zones and mangroves and biodiversity conservation.

alimentos nutritivos, inocuos y suficientes para satisfacer las necesidades dietéticas y de su preferencia para una vida activa y saludable (seguridad alimentaria), es necesario que se respete y se cumpla en cada país: el derecho a producir (a proteger la economía nacional) con precios justos; el derecho a tener alimentos sanos (disponibilidad, accesibilidad, estabilidad, utilización); y el derecho de cada pueblo a definir su propio modelo, sus propias políticas agrarias y alimenticias para producir alimentos con el fin de alimentar a la población local y nacional.

La seguridad alimentaria depende directa o indirectamente de los servicios del ecosistema forestal y agrícola, por ejemplo, el suelo, la conservación de las aguas, la ordenación de las cuencas hidrográficas, la lucha contra la degradación de la tierra, la protección de las zonas costeras y de los manglares, y la conservación de la biodiversidad.

#### *Acciones de mitigación en el área de ganadería*

Los sistemas diversificados, integrados, independientes y descentralizados, que produzcan energía, alimento humano y animal sin afectar el ecosistema, son uno de los principales retos de la ganadería.

En Cuba las áreas ganaderas cuentan con más de 50 variedades de pastos, entre las que se incluyen gramíneas, leguminosas y otras especies herbáceas y arbóreas tropicales perennes, con alta eficiencia en la captación de la energía solar, muchas de ellas  $C_4$ , de raíces profundas, que se adaptan a diferentes tipos de suelos con mínimos insumos importados; también existen cultivos de uso múltiple, y otros permanentes y temporales de raíces superficiales.

Todas estas plantas con un manejo estratégico del suelo y el agua pueden fijar carbono (y nitrógeno, en el caso de las leguminosas) a diferentes profundidades, evitar la erosión y mitigar el cambio climático.

La aplicación de los principios de las tecnologías existentes ajustados a las condiciones edafoclimáticas y agroecológicas de la localidad, pueden constituir el éxito de los sistemas de producción sostenibles.

#### *Mitigation actions in the livestock production area*

Diversified, integrated, independent and decentralized systems, which produce energy, food and feed without affecting the ecosystem, are one of main challenges of livestock production.

In Cuba livestock production areas have more than 50 pasture varieties, among which grasses, legumes and other herbaceous and perennial tropical trees are included, with high efficiency in capturing solar energy, many of them  $C_4$ , of deep roots, which are adapted to different soil types with minimum imported inputs; there are also multiple purpose crops, and other permanent and temporary ones of superficial roots.

All these plants with a soil and water strategic management can fix carbon (and nitrogen, in the case of legumes) at different depths, prevent erosion and mitigate the climate change.

The application of the principles of the existing technologies adjusted to the edaphoclimatic and agroecological conditions of the locality can constitute the success of sustainable production systems.

What should be done in order to protect ecosystems and at the same time try to satisfy the increasing food demand?

Significant changes in policies and institutions, substantial technological innovations and improvements in the capacity of people to manage local ecosystems and adapt to their alteration, are necessary.

In livestock production the problem is neither reforestation *per se*, nor planting what is in fashion; it is protecting the soil, plants and animals, from herbaceous and tree genetic resources according to regionalization, which contribute to cover the needs or requirements of the animals and which are resilient systems to mitigate the climate change.

There are many experiences in Latin America and the Caribbean in the application of silvopastoral systems (SPS).

The use of timber and forage trees associated to grasses and herbaceous legumes or in multistrata has been a successful practice (Igle-



¿Qué hacer para cuidar los ecosistemas, al mismo tiempo que tratar de satisfacer la demanda creciente de alimentos?

Se necesitan cambios significativos en las políticas y en las instituciones, innovaciones tecnológicas sustanciales y mejoras en la capacidad de las personas para gestionar los ecosistemas locales y para adaptarse a la alteración de estos.

En la ganadería el problema no es la reforestación *per se*, ni la siembra de lo que esté de moda; es cuidar el suelo, las plantas y los animales a partir de recursos fitogenéticos herbáceos y arbóreos según la regionalización, que contribuyan a cubrir las necesidades o requerimientos de los animales y que sean sistemas resilientes para mitigar el cambio climático.

Existen numerosas experiencias en América Latina y el Caribe en la aplicación de sistemas silvopastoriles (SSP). El uso de árboles maderables y forrajeros asociados a gramíneas y leguminosas herbáceas o en multiestratos, ha sido una práctica exitosa (Iglesias *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2007; Murgueitio, 2009). La gran ventaja del sistema es la complementación de dos actividades que permiten un aumento patrimonial a largo plazo (forestación) y la disponibilidad de capital circulante (ganadería), es decir, los árboles constituyen la caja de ahorro y los animales la caja chica (Esquivel y Lacorte, 2010).

#### *Importancia del manejo en los SSPi para convertirse en sistemas resilientes al cambio climático*

- El agua y la eficiencia de utilización en los sistemas de producción. La siembra de árboles en los potreros y en las fincas contribuye a que las gramíneas y leguminosas herbáceas dispongan de humedad y sean menos afectadas por los rayos solares y las altas temperaturas. No obstante, también es importante un conjunto de prácticas tales como: conocer el consumo de agua del ganado y el gasto por concepto de la limpieza en el ordeño o en las naves de cualquier especie animal. A partir de esta información se pueden utilizar biodigestores con canales en la acuicultura y en el riego de los

sias *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2007; Murgueitio, 2009). The great advantage of the system is the complementation of two activities that allow a long-term patrimonial increase (forestation) and the availability of circulating capital (livestock production), that is, trees constitute the savings bank and the animals are the petty cash (Esquivel and Lacorte, 2010).

#### *Importance of the management of SSPi to turn them into systems resilient to climate change*

- Water and utilization efficiency in production systems. Tree planting in paddocks and farms contributes to grasses and herbaceous legumes having moisture availability and being less affected by sun rays and high temperatures. However, a group of practices is also important, such as: knowing the water intake of livestock and the expense due to cleaning in milking or the sheds of any animals species. From this information biodigestors with channels can be used in aquaculture and the irrigation of cut forages, without wasting water, in addition to the energy that is generated. Another way of saving water can be through beddings of residues or straw in the pens of confined or semi-confined animals, to which efficient microorganisms are applied; afterwards these beddings are used in compost elaboration. The pumps or hydraulic rams and wind mills are also efficient methods to use this precious liquid, without using renewable energy.
- Planting with conservationist tillage (minimum tillage) and soil protection covering it with green manure, is a way to mitigate the erosive effect of sun and wind.
- The use of organic manures, such as earthworm humus, compost, litter, excreta, green manures and biofertilizers, are innocuous practices for the environment. The soil must be protected during the initial period of crop growth; in this aspect, green manures fulfill an important function, especially to increase fertility. They can be planted in the period between the main crops, mixed in association with other crops or in perennial form in the resting areas. Fertilization, by increasing the obtained biomass,

forrajes de corte, sin necesidad de desperdiciar el agua, además de la energía que genera. Otra forma de ahorrarla puede ser a través de camas de residuos o pajas en los corrales de los animales estabulados o semiestabulados, a las cuales se les aplican microorganismos eficientes; después esas camas se utilizan en la fabricación de compost. Las bombas o arietes y los molinos de viento son también métodos eficientes del empleo del preciado líquido, sin el uso de energía renovable.

- La siembra con labranza conservacionista (laboreo mínimo) y la protección del suelo arrojándolo con abonos verdes, es una forma de mitigar el efecto erosivo del sol y el viento.
- El empleo de abonos orgánicos, tales como el humus de lombriz, el compost, la hojarasca, las excretas, los abonos verdes y los biofertilizantes, son prácticas no dañinas para el medioambiente. El suelo debe ser protegido durante el período inicial de crecimiento del cultivo; en este aspecto, los abonos verdes cumplen una importante función sobre todo para incrementar la fertilidad. Pueden ser sembrados en el período que media entre los cultivos principales, mezclados en asociación con otros cultivos o en forma perenne en las áreas en descanso. La fertilización, al incrementar la biomasa obtenida, aumenta el carbono disponible para ser capturado en el suelo. Para lograr la fertilidad es necesario la combinación equilibrada de sus características físicas, químicas y biológicas, que les permitan a las plantas tomar de él los nutrientes que necesitan para su crecimiento y desarrollo. Esto solo es posible cuando se conjuga armónicamente el clima, el manejo animal y el manejo cultural.

Las premisas para resolver el problema de la ganadería parecen ser tres: la primera, producir en el sitio biomasa suficiente en cantidad y calidad para la alimentación de los animales; la segunda, que los sistemas de alimentación contribuyan a mitigar el cambio climático no solo en el cuidado del suelo, el agua y el entorno, sino que las dietas empleadas reduzcan la cantidades de metano y esto es posible con especies

increases the available carbon to be captured in the soil. In order to achieve soil fertility the balanced combination of its physical, chemical and biological characteristics is necessary, allowing plants to take from it the nutrients they need for their growth and development. This is only possible when the climate, animal management and cultural management are harmonically conjugated.

The premises to solve the problem of livestock production seem to be three: the first one, to produce *in situ* enough biomass in quantity and quality for feeding the animals; the second, that the food systems contribute to mitigate the climate change not only in the protection of soil, water and the environment, but in the fact that the diets used reduce the methane amounts and this is possible with tree species (Galindo *et al.*, 2000; Galindo *et al.*, 2007; Sosa *et al.*, 2007); and the third, to achieve a quality product for human health (Rubino, 2002).

The growth and development of livestock production has been hindered by diverse factors, among them the lack of introduction of low-cost and high surplus results, which use the resources of the locality and substitute imports that allow profitability for the farmer; this is only achieved from systems that use herbaceous and tree plant genetic resources.

The industry has determined that milk quality depends on the industrialization process; yet, the concept of quality milk because of the provenance of the consumed feedstuffs (confinement with supplements, supplemented grazing or grazing without supplements) is a modern idea, which takes into consideration the contents of antioxidant and beneficial compounds for human health (Rubino *et al.*, 2010). The concepts of livestock production development are framed within the precept of lower cost-higher productivity; nevertheless, quality should begin to be valued with regards to human health (Galina *et al.*, 2007).

Below a pyramid is shown (figure 1), symbolizing silvopastoral systems integrated in five strata, with the use of the genera studied and adapted to the edaphoclimatic conditions of the Island (Paretas and López, 2007).

arbóreas (Galindo *et al.*, 2000; Galindo *et al.*, 2007; Sosa *et al.*, 2007); y la tercera, lograr un producto de calidad para la salud humana (Rubino, 2002).

El crecimiento y el desarrollo de la ganadería se ha visto frenado por diversos factores, entre ellos la falta de introducción de resultados de bajo costo y alta plusvalía, que utilicen los recursos de la localidad y sustituyan importaciones que permitan rentabilidad al productor; esto solo se logra a partir de sistemas que empleen los recursos fitogenéticos herbáceos y arbóreos.

La industria ha determinado que la calidad de la leche depende del proceso de industrialización; sin embargo, el concepto de leche de calidad por el origen del alimento consumido (estabulación con suplementos, pastoreo suplementado o pastoreo sin suplementos) es una idea moderna, que tiene en cuenta los contenidos de compuestos antioxidantes y beneficiosos para la salud humana (Rubino *et al.*, 2010). Los conceptos de desarrollo ganadero se enmarcan dentro del precepto de menor costo-mayor productividad; no obstante, debe comenzar a valorarse la calidad en función de la salud humana (Galina *et al.*, 2007).

A continuación se presenta una pirámide (fig. 1) que simboliza los sistemas silvopastoriles integrados en cinco estratos, con el empleo de los géneros estudiados y adaptados a las condiciones edafoclimáticas de la Isla (Paretas y López, 2007).

Esta pirámide está soportada por un manejo agroecológico.

Primer estrato. El suelo es el primero y constituye la base del sistema.

Segundo estrato. Es el que está cubierto por gramíneas para pastoreo (*Panicum*, *Cenchrus*, *Andropogon*, *Brachiaria*, *Cynodon*) y leguminosas herbáceas (*Glycine*, *Teramnus*, *Stylosanthes*, *Macroptilium*, *Arachis*, *Pueraria*, *Clitoria*); así como forrajes para corte, de altos rendimientos (caña, hierba elefante, zacate guatemala), y cultivos intercalados (*Dolichos*, *Canavalia*, *Mucuna*).

Tercer estrato. Forrajeras arbóreas en bancos de biomasa con alta densidad para corte o

This pyramid is supported by an agroecological management.

First stratum. Soil is the first one and constitutes the basis of the system.

Second stratum. It is the one covered by grasses for grazing (*Panicum*, *Cenchrus*, *Andropogon*, *Brachiaria*, *Cynodon*) and herbaceous legumes (*Glycine*, *Teramnus*, *Stylosanthes*, *Macroptilium*, *Arachis*, *Pueraria*, *Clitoria*), as well as forages for cutting with high yields (sugarcane, elephant grass, Guatemalan gamagrass) and intercrops (*Dolichos*, *Canavalia*, *Mucuna*).

Third stratum: Forage trees in high-density biomass banks for cutting or grazing: *Leucaena*, *Erithrina*, *Moringa*, *Bauhinia*, *Cratylia*, *Morus*, *Tithonia*, *Trichanthera*, *Gliricidia*.

Fourth stratum: Timber and fruit trees: cedar, mahogany, majagua, ocuje, teak, baría, avocado, mango, apricot, guava, coconut, sugar apple, cherimoya, plum, genip, cashew.

Fifth stratum: Trees and palms: carob tree, kapok tree, eucalyptus, guácima, guáimaro, Jamaica plum, yaba, caguairán, palms.

Men should be at the top with the knowledge to design and manage the spatial arrangements regarding the edaphoclimatic conditions of the site or farm.

#### *Main results with silvopastoral systems*

There are results in milk production and cattle fattening, with low and high density of leucaena in grazing, in different cattle breeds.

When studying a SPS of *Leucaena-Panicum maximum* with low density (595 trees per ha), the availability and nutritional value of the associated system were higher than in the monocrop and gains higher than 500 g/animal/day were reached without supplementation. This indicator depends on the breed, incorporation weight and feeding system. With Zebu cattle higher gains are obtained than with crossbreeds (Iglesias *et al.*, 2007) and in associated systems they were higher with regards to the one with the grass only (tables 1 and 2).

When studying the edaphic macrofauna in the soil, it was significantly higher in the *P. maximum*-

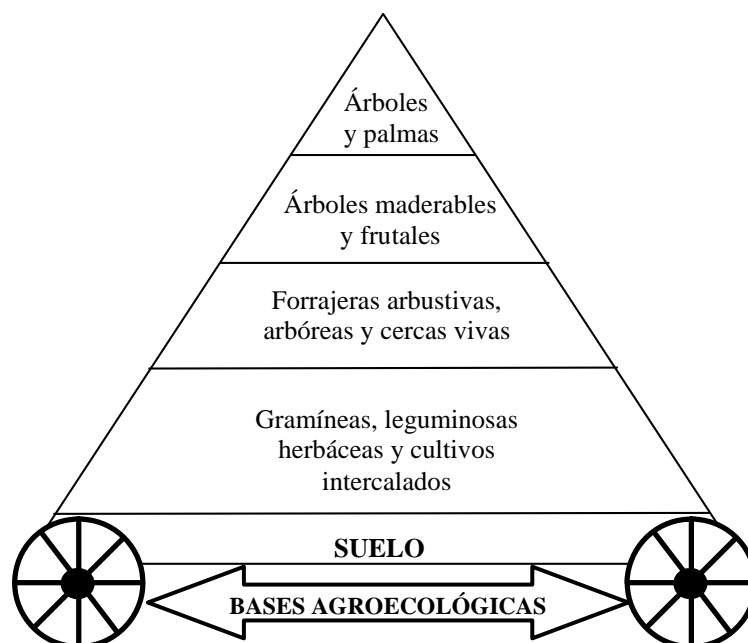


Fig. 1. Pirámide agroforestal para la mitigación del cambio climático en la ganadería.

Fig. 1. Agroforestry pyramid for the mitigation of climate change in livestock production.

para pastoreo: *Leucaena*, *Erithrina*, *Moringa*, *Bauhinia*, *Cratylia*, *Morus*, *Tithonia*, *Trichanthera*, *Gliricidia*.

Cuarto estrato. Maderables y frutales: cedro, caoba, majagua, ocuje, teca, baría, aguacate, mango, mamey, guayaba, coco, anón, chirimoya, ciruela, mamoncillo, marañón.

Quinto estrato. Árboles y palmas: algarrobo, ceiba, eucalipto, guácima, guáimaro, jobo, yaba, caiguarán, palmas.

En la cúspide debe estar el hombre, dotado de los conocimientos para diseñar y manejar los arreglos espaciales en función de las condiciones edafoclimáticas del sitio o finca.

#### *Principales resultados con los sistemas silvopastoriles*

Existen resultados en producción de leche y ceba vacuna, con alta y baja densidad de leucaena en pastoreo, en ganado vacuno de diferentes razas.

Al estudiar un SSP de *Leucaena-Panicum maximum* con baja densidad (595 árboles por ha), la disponibilidad y el valor nutritivo del sistema

*Leucaena* system with the density of 595 trees/ha, when compared to the monocrop of *P. maximum*, in which 11 vs 16 species and 864 vs 2 443 individuals/m<sup>2</sup> were counted, respectively (Sánchez, 2008).

Regarding natural enemies in this system, a total of 249 species were recorded, 121 new reports for Cuba and 147 species for the neotropical region. From them 43 and 44% were beneficial and were located in the herbaceous and tree stratum, respectively (Alonso, 2009).

In milk production, when studying a system with several grasses and herbaceous legumes associated to leucaena and a high tree density (25 000 plants/ha), Hernández *et al.* (2007) found a high availability (4,36 and 7,09 t DM/ha/rotation for the dry and rainy season, respectively) and a production of more than 5 000 kg/ha/lactation, with crossbred cows (H x Z), as well as high values of preference and diversity (table 3).

In these systems carbon sequestration, calculated from allometric equations (Mercadet and Alvarez, 2005), was 157,5 t C/ha/year in the fattening system with 595 plants of leucaena/ha,

asociado fueron superiores que en el monocultivo y se alcanzaron ganancias superiores a los 500 g/animal/día sin suplementación. Este indicador depende de la raza, el peso de incorporación y el sistema de alimentación. Con el ganado Cebú se obtienen mayores ganancias que con los mestizos (Iglesias *et al.*, 2007) y en los sistemas asociados fueron superiores con relación al que solo disponía de la gramínea (tablas 1 y 2)

Al estudiar la macrofauna edáfica en el suelo, esta fue significativamente superior en el sistema guinea-leucaena con la densidad de 595 árboles/ha, al compararlo con el monocultivo de *P. maximum*, en el cual se contabilizaron 11 vs 16 especies y 864 vs 2 443 individuos/m<sup>2</sup>, respectivamente (Sánchez, 2008).

and in the high density system it was 425 t/ha/year; however, in the grass monocrop it was only 9,5 t/ha/year (Milera *et al.*, 2010).

The results generated in research and production areas prove that SPSi are complex and have a higher diversity of herbaceous and tree species which are derived into a higher resilience to climate change.

#### *Challenges of silvopastoral systems in science and production*

*Productive:* Higher soil health and fertility; higher species diversity and tree cover level; better animal performance; higher forage quality; healthier plants with lower incidence of pests and diseases; adapted varieties and breeds which

Tabla 1. Comportamiento de las especies.

Table 1. Performance of the species.

Concepto	Monocultivo/Silvopastura	
Suelo	Ferralítico Rojo	
Precipitación (mm)	1 375	
Rotación (días)		
Lluvia y seca	45 y 63	
Carga (UGM/ha)	1,5	
Composición florística (%)		
<i>P. maximum</i>	80,0	79,7
<i>C. nlemfuensis</i>	6,0	7,6
Pastos naturales	9,6	8,9
Leguminosas herbáceas	2,5	3,4
<i>L. leucocephala</i> (plantas/ha)	-	595
Despoblación	1,9	-
Disponibilidad (t de MS/ha/rotación)		
Lluvia	3,1	4,8
Seca	2,4	3,3

Tabla 2. Comportamiento de diferentes raciales en el sistema *P. maximum* - *L. leucocephala*

Table 2. Performance of different breeds in the *P. maximum*-*L. leucocephala* system.

Genotipo	Peso vivo inicial (kg)	Peso vivo final (kg)	Ganancia diaria (g)
Cebú comercial	111,5	413,7 <sup>a</sup>	621,8 <sup>a</sup>
F <sub>1</sub> (½ H x ½ Cebú)	120,0	376,3 <sup>b</sup>	525,6 <sup>b</sup>
<sup>3</sup> / <sub>8</sub> H x <sup>3</sup> / <sub>8</sub> Cebú	117,1	357,1 <sup>c</sup>	491,6 <sup>b</sup>
ES±	3,1	9,9*	11,5*

Fuente: Iglesias (2007)

a, b, c Valores con superíndices no comunes difieren a P< 0,05

\* P< 0,05

Con relación a los enemigos naturales en este mismo sistema, se registraron un total de 249 especies, 121 nuevos reportes para Cuba y 147 especies para la región neotropical. De ellos el 43 y 44% eran benéficos y se ubicaron en el estrato herbáceo y el arbóreo, respectivamente (Alonso, 2009).

En la producción de leche, al estudiar un sistema con varias gramíneas y leguminosas herbáceas asociadas a la leucaena y con una alta densidad de la arbórea (25 000 plantas /ha), Hernández *et al.* (2007) encontraron una alta disponibilidad (4,36 y 7,09 t de MS/ha/rotación para el período poco lluvioso y el lluvioso, respectivamente) y una producción de más de 5 000 kg/ha/lactancia, con vacas mestizas (H x C), así como altos índices de preferencia y diversidad (tabla 3).

En estos sistemas el secuestro de carbono, calculado a partir de ecuaciones alométricas (Mercadet y Alvarez, 2005), fue de 157,5 t de C/ha/año en el sistema de ceba con 595 plantas de leucaena/ha, y en el de alta densidad fue de 425,2 t/ha/año; sin embargo, en el monocultivo de gramíneas solo fue de 9,5 t/ha/año (Mílera *et al.*, 2010).

Los resultados generados en la investigación y en áreas de la producción evidencian que los SSPi son complejos y tienen una mayor diversidad de especies herbáceas y arbóreas que derivan en una mayor resiliencia al cambio climático.

show higher productivity and stability in production; higher intensification, from the productive outputs they generate.

*Socioeconomic:* Institutional enhancement; local capacity-building, with updating courses that include attention to young men and women as generational relays; incorporation of product quality indicators for human health; the integration animal-forestry component to improve the profitability of productive systems; incorporating financial analysis; approving the development of incentives in livestock production as a more flexible regulatory framework; proposing and approving funding for environmental services; reducing establishment costs.

*Environmental:* Higher use of water in dry zones; use of trees that produce lower methane emission; increase of the edaphic fauna to improve soil health and fertility; increase of biological controls; species diversity-stability relationship; increase of C sequestration; rehabilitation of degraded ecosystems and *in-situ* conservation; selection of tolerant and adapted material, participatory improvement (agrobiodiversity).

*Political:* Higher incidence on policies to achieve sustainable agriculture; SPSs should appear in biodiversity conventions; working and having incidence on farms and usufructuaries; credit and microcredit policies and incentives.

### General considerations

Livestock production, with more than 2 million hectares, can become a strength for Cuba in the mitigation of the climate change; this is because:

Tabla 3. Producción, diversidad y preferencia en SSP  
Table 3. Production, diversity and preference in SPSs.

Concepto	Dieta ofrecida en pastoreo		Dieta consumida	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Leguminosas herbáceas (%)	55,4	54,7	59,2	59,4
Gramíneas (%)	40,9	45,2	40,6	40,6
Índice de diversidad	0,87	0,92	0,69	0,72
Índice de preferencia	1,0		0,9	
Otros indicadores				
Carga (vacas/ha)	2,8			
Leche (kg/vaca/día)	8,5			
Leche (kg/ha/lactancia)	6 426			

### *Retos de los sistemas silvopastoriles en la ciencia y en la producción*

**Productivos:** Mayor salud y fertilidad del suelo; mayor diversidad de especies y nivel de cobertura arbórea; mejor comportamiento animal; mayor calidad forrajera; plantas más sanas con menor incidencia de plagas y enfermedades; variedades y razas adaptadas que presentan mayor productividad y estabilidad en la producción; mayor intensificación, a partir de las salidas productivas que generan.

**Socioeconómicos:** Fortalecimiento institucional; formación de capacidades locales, con cursos de actualización que incluyan la atención a los jóvenes y las jóvenes como relevo generacional; incorporación de indicadores de calidad de los productos para la salud humana; la integración animal-componente forestal para mejorar la rentabilidad de los sistemas productivos; incorporar los análisis financieros; aprobar el desarrollo de incentivos en la ganadería con un marco regulatorio más flexible; proponer y aprobar financiación para los servicios ambientales; reducir los costos de establecimiento.

**Ambientales:** Mayor uso del agua en zonas secas; empleo de plantas arbóreas que producen menor emisión de metano; incremento de la fauna edáfica para mejorar la salud y la fertilidad del suelo; incremento de los controles biológicos; relación diversidad de especies-estabilidad; incremento del secuestro de C; rehabilitación de los ecosistemas degradados y la conservación *in-situ*; selección de material tolerante y adaptado, mejoramiento participativo (agrobiodiversidad).

**Políticos:** Mayor incidencia en las políticas para lograr una ganadería sostenible; en las convenciones de la biodiversidad deben aparecer los SSP; trabajar e incidir en las fincas y los usufructuarios; políticas de créditos y microcréditos e incentivos.

### **Consideraciones generales**

La ganadería, con más de 2 millones de hectáreas, puede convertirse en una fortaleza para Cuba en la mitigación del cambio climático; ello se debe a que:

- The low population density in the countryside is not a problem anymore; the cooperatives, farmers and new usufructuaries are mainly responsible for food production.
- It is important to reflect on local development and the obstacles that are yet to be solved.
- The reorientation of the current extensionism system with STS approach also deserves priority attention.
- Payment for environmental services is an urgent need.
- Having more than 50 regionalized and adapted varieties is a strength, to start new animal production systems with agroecological bases; it is imperative to outline a strategy for their utilization and utilize unproductive areas, as well as the plantation of mixed banks and grains to substitute supplement imports.
- Without a strategy for the necessary seed production, it will be difficult to achieve this.
- It is necessary to outline strategies according to the situation of each province, aimed at solving food security and mitigating the effects of climate change in the livestock production sector.
- There is need of having livestock production models that use renewable energy, utilize plant genetic resources with low methane production and produce milk and meat with the concept of quality for human health.
- SPSs, with diversity of species of different development patterns, guarantee high DM availability; are self-sufficient; regulate the solar energy having incidence on the surface, with a protective effect against edaphic erosion and the system temperature; productions are satisfactory; there is lower methane production by ruminants; they are functional and resilient to climate change.
- The development of SPSs for animal production and the integration agriculture-livestock production with agroecological bases, means a challenge for future in-farm studies and for the production of healthy food for humans, with

- Ya no es un problema la baja densidad poblacional en el campo; son las cooperativas, los campesinos y nuevos usufructuarios los principales responsables de la producción de alimentos.
- Es importante reflexionar sobre el desarrollo local y los obstáculos que aún quedan por resolver.
- También merece una atención priorizada reorientar el sistema actual de extensionismo con enfoque CTS.
- El pago por servicios ambientales es una necesidad urgente.
- Es una fortaleza disponer de más de 50 variedades regionalizadas y adaptadas, para emprender nuevos sistemas de producción animal con bases agroecológicas; es un imperativo trazar una estrategia para su utilización y aprovechar las áreas ociosas, así como la siembra de bancos mixtos y granos para sustituir importaciones de suplementos.
- Sin una estrategia para la producción de la semilla necesaria, será difícil lograrlo.
- Se impone trazar estrategias de acuerdo con la situación de cada provincia, encaminadas a resolver la seguridad alimentaria y mitigar los efectos del cambio climático en el sector agropecuario.
- Es una necesidad contar con modelos agropecuarios que utilicen la energía renovable, que empleen recursos fitogenéticos con baja producción de metano y que produzcan leche y carne con el concepto de calidad para la salud humana.
- Los SSP, con diversidad de especies de diferentes patrones de desarrollo, garantizan una alta disponibilidad de MS; son autosuficientes; regulan la energía solar incidente sobre la superficie, con un efecto protector contra la erosión edáfica y la temperatura del sistema; las producciones son satisfactorias; hay menor producción de metano por los rumiantes; son funcionales y resilientes al cambio climático.
- El desarrollo de SSP para la producción animal y la integración agricultura-ganadería con bases agroecológicas, significa un reto para las

higher intensification than the monocrop, due to the diversification they achieve and the productive outputs they guarantee.

--End of the English version--

futuras investigaciones en las fincas y para la producción de alimentos sanos para el hombre, con mayor intensificación que el monocultivo, por la diversificación que logran y las salidas productivas que garantizan.

### Referencias bibliográficas

- Alonso, Gisela. 2010. Enfrentamiento al cambio climático en Cuba. Programa-Resúmenes. II Congreso de Producción Animal Tropical. Tomo I. [cd-rom]. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba
- Alonso, O. 2009. Entomofauna en *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit asociada con gramíneas pratenses: caracterización de la comunidad insectil en leucaena-*Panicum maximum* Jacq. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez". La Habana, Cuba. 100 p.
- Álvarez, A. & Mercadet, Alicia. 2007. El cambio climático y la actividad agraria. Memorias del IV Congreso Forestal de Cuba. [cd-rom]. Instituto de investigaciones forestales-MINAG. La Habana, Cuba. ISBN 978-959-282-0-487
- Blanco, F. *et al.* (Eds.). 2007. Génesis y evolución del quehacer científico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 253 p.
- Clerck, Fabrice de. 2010. Aplicaciones ecológicas para la adaptación al cambio climático en paisajes ganaderos. Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIE-CIPAV. Turrialba, C. R. p. 6
- Díaz-Duque, J.A. 2009. Los retos ambientales en la producción agrícola cubana. Expociencia Holguín, Holguín, Cuba
- Esquivel, J. & Lacorte, S. 2010. Sistemas silvopastoriles con especies maderables en la República Argentina. Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los



- sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIE-CIPAV. Turrialba, C. R. p. 68
- Galina, M.A. *et al.* 2007. Cheese quality from milk of grazing or indoor fed Zebu cows and Alpine crossbred goats. *Small Ruminant Research*. 71:264
- Galindo, Juana, *et al.* 2000. Efecto de *Gliricidia sepium* en la población protozoaria y organismos celulolíticos ruminales. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 35:235
- Galindo, Juana, *et al.* 2007. Efecto de la composición del pastizal de *Leucaena leucocephala* con gramíneas en la población microbiana ruminal de toros. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 41:145
- González, A. *et al.* (Eds.). 2004. La ganadería en Cuba: desempeño y desafíos. Instituto Nacional de Investigaciones Económicas, La Habana, Cuba. 277 p.
- Hernández, D. *et al.* 2007. Manejo racional de una multiasociación árboles-pastos. En: André Voisin. Experiencia y aplicación de su obra en Cuba. (Ed. Milagros de la C. Milera). [cd-rom]. p. 513
- Iglesias, J. *et al.* 2007. Sistemas de producción basados en pastos, forrajes y leñosas forrajeras para la ceba vacuna. En: André Voisin. Experiencia y aplicación de su obra en Cuba. (Ed. Milagros de la C. Milera). [cd-rom]. p. 547
- Lamela, L. *et al.* 2009. Efecto del sistema silvopastoril en el comportamiento productivo de vacas Holstein. *Pastos y Forrajes*. 32:175
- León, Carmen & Miranda, L. 2006. Economía regional y desarrollo. Selección de textos. Editorial Felix Varela. La Habana. 174 p.
- Mercadet, Alicia & Álvarez, J. 2005. Contenido de carbono de las especies forestales y arbóreas. Informe final de proyecto. Instituto Forestal Nacional. La Habana. 50 p. (Mimeo)
- Milera, Milagros. 2010. Mitigación del cambio climático a partir de sistemas de alimentación de pastoreo y ramoneo. Programa-Resúmenes. II Congreso Producción Animal Tropical. Tomo I. [cd-rom] Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. p. 16
- Milera, Milagros *et al.* 2010. Los recursos forrajeros herbáceos y arbustivos en la alimentación de ruminantes para mitigar el cambio climático. Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIE-CIPAV. Turrialba, C. R. p. 45
- Mirabal-Plasencia, Madelín. 2010. Fomento de la base nacional forrajera: premisa fundamental para la recuperación de la ganadería vacuna. Tesis en opción al título de Licenciada en Economía. Escuela de Economía, Universidad de La Habana. La Habana, Cuba. 78 p.
- Murgueitio, E. 2009. Estado actual y tendencias de los sistemas agroforestales ganaderos en los trópicos. Memorias del VIII Taller Internacional Silvopastoril. [cd-rom]. EEPF "Indio Hatuey". Plaza América, Varadero, Cuba
- Paretas, J.J. & López, Mirtha. 2007. Regionalización de gramíneas, leguminosas y árboles multipropósitos. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. (Ed. Milagros Milera). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala-EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 39
- Rubino, R. 2002. Producción de quesos artesanales en relación a la calidad de la leche. Memorias. Simposio Internacional sobre Caprinocultura IGA y URGQ, Querétaro, México
- Rubino, R. *et al.* 2010. Calidad del producto en relación con los sistemas de pastoreo. Programa-Resúmenes. II Congreso Producción Animal Tropical. Tomo I. [cd-rom]. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. p. 118
- Sánchez, Saray. 2008. Acumulación y descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq. y en un sistema silvopastoril de *P. maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 123 p.
- Simón, L. *et al.* 2010. Evaluación de vacas de doble propósito de genotipos Holstein x Cebú en sistemas de pastoreo arborizado. I. Primíparas. *Pastos y Forrajes*. 33:1
- Sinisterra, J.A. *et al.* 2010. Bancos forrajeros mixtos en contextos agroecológicos variados como estrategia de alimentación del ganado durante la sequía del Niño 2009-10. Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio). CATIE-CIPAV. Turrialba, C. R. p. 12
- Sosa, Areadne *et al.* 2007. Metanogénesis ruminal: aspectos generales y manipulación para su control. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 41:105

Recibido el 21 de junio del 2010

Aceptado el 4 de enero del 2011

Copyright of Pastos y Forrajes is the property of Estacion Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.