

Carbono secuestrado en ecosistemas agropecuarios cubanos y su valoración económica. Estudio de caso

Carbon sequestered in Cuban livestock production ecosystems and its economic assessment. Case study

Taymer Miranda, R. Machado, Hilda Machado y P. Duquesne

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

E-mail: taymer.miranda@indio.atenas.inf.cu

Resumen

Los sistemas agroforestales representan importantes sumideros de carbono; sin embargo, en Cuba no han sido considerados en este sentido, debido fundamentalmente a la ausencia de información cuantificada sobre su potencialidad de almacenamiento y fijación. La presente investigación muestra los resultados comparativos de una finca con un pastizal natural y otra convertida en un sistema agroforestal, con 11 años de explotación. El carbono almacenado por el sistema silvopastoril fue mayor que el secuestrado en el sistema de pasto natural. El carbono forestal y el retenido en los pastos y en el suelo alcanzó valores de 64, 38 y 24 t/ha, respectivamente. El sistema silvopastoril secuestró 126 t de carbono, a diferencia del sistema de pasto natural que solo alcanzó 32 t/ha en el año de evaluación. El sistema agroforestal superó sustancialmente al sistema de pasto natural, por su alta contribución ambiental y económica, cuyo valor se aproximó a los 1 300 dólares (USD) por año. Esta valoración económica es un elemento fundamental para lograr una utilización sostenible del ecosistema y, aunque no constituye el instrumento a tener presente para todas las decisiones, representa uno de los aspectos que intervienen en el proceso decisorio, junto con otras importantes consideraciones políticas, sociales y culturales. Los resultados confirman que los sistemas agroforestales son una alternativa para el desarrollo sostenible de los sistemas en el sector agropecuario.

Palabras clave: Carbono, ecosistema

Abstract

Agroforestry systems represent important carbon sinks; nevertheless, in Cuba they have not been considered in that sense due, mainly, to the absence of quantified information about their storage and fixation potential. This study shows the comparative results of a farm with a natural pasture and another turned into an agroforestry system with 11 years of exploitation. The carbon stored by the silvopastoral system was higher than that sequestered in the system of natural pasture. The forest carbon and the one retained in the pastures and in the soil reached values of 64; 38 and 24 t/ha, respectively. The silvopastoral system sequestered 126 t of carbon unlike the system of natural pasture, which only reached 32 t/ha in the year of evaluation. The agroforestry system substantially exceeded the system of natural pasture for its high environmental and economic contribution; its economic value is about 1 300 USD per year. This economic assessment is an essential element to achieve a sustainable utilization of the ecosystem and, although it does not constitute the instrument to be taken into consideration for all decisions, it represents one of the aspects involved in the decision-making process, together with other important political, social and cultural considerations. The results confirm that silvopastoral systems are an alternative for the sustainable development of the livestock production sector.

Key words: Carbon, ecosystem

Introducción

Los sistemas pecuarios asumen diferentes estilos en el uso y manejo de los recursos naturales. Entre estos se encuentran las asociaciones de especies forestales, cultivos agrícolas y/o animales, en forma simultánea o en secuencia temporal, sobre un mismo terreno (Ibrahim, Delgado y Cassola, 2003).

Los sistemas agroforestales representan importantes sumideros de carbono (C); sin embargo, no han sido considerados en este sentido, debido a la ausencia de información cuantificada sobre su potencial de almacenamiento y la fijación de carbono (Ávila, Jiménez, Beer, Gómez e Ibrahim, 2001).

El hecho de que no se consideren los beneficios ambientales y los costos económicos de la degradación de los recursos naturales, puede resultar una de las principales causas de la creciente sobreexplotación y deterioro de los ecosistemas.

Los diferentes beneficios que generan los ecosistemas pueden ser valorados en términos monetarios. El presente trabajo tiene como objetivo determinar el valor económico del almacenamiento de carbono en dos ecosistemas agropecuarios, aspecto que puede devenir en una solución para mitigar las altas emisiones de gases de efecto invernadero del sector.

Materiales y Métodos

Descripción del área

La Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Palma Sola" se constituyó con las transformaciones socioeconómicas producidas en el sector en 1993 y está ubicada en el Consejo Popular del mismo nombre, en el municipio Martí; abarca 1 258,8 ha y cuenta con 1 037 cabezas de ganado de los tipos F_1 y Criollo, distribuidos en ocho unidades de producción.

Se trabajó en un sistema de pasto natural y en un sistema silvopastoril, sobre suelos Ferralíticos Amarillentos lixiviados, medianamente humificados, en áreas de 0,8 ha en cada sistema, con una composición botánica que denotaba superioridad en cuanto a la diversidad y

Introduction

Livestock production systems assume different styles in the use and management of natural resources. Some of them are considered as associations of forestry species, agricultural crops and/or animals, simultaneously or in temporal sequence, on the same land (Ibrahim, Delgado and Cassola, 2003).

Agroforestry systems represent important carbon (C) sinks; however, they have not been considered, among other reasons, due to the absence of quantified information on their carbon storage potential and fixation (Ávila, Jiménez, Beer, Gómez and Ibrahim, 2001).

The fact that the environmental benefits and economic costs of the degradation of natural resources are not considered, can be one of the main causes of the growing overuse and deterioration of the ecosystems.

The different benefits that are generated by the ecosystems can be assessed in monetary terms. The objective of this work is to determine the economic value of carbon storage in two livestock production ecosystems, aspect that can become a solution to mitigate the high emissions of greenhouse gasses of the sector.

Materials and Methods

Description of the area

The Basic Unit of Cooperative Production (UBPC) "Palma Sola" was constituted with the socioeconomic transformations produced in the sector in 1993 and is located in the town of the same name, in the Martí municipality; it comprises 1 258,8 ha and has 1 037 heads of cattle of the types F_1 and Criollo, distributed in eight production units.

The work was carried out in a system of natural pasture and in a silvopastoral system, on fairly humified, lixiviated Yellowish Ferralitic soils, in areas of 0,8 ha in each system, with a botanical composition that denoted superiority regarding the diversity and stability of the silvopastoral system as compared to the natural pasture.

estabilidad del sistema silvopastoril comparado con el pasto natural.

Procedimiento experimental

En el área de estudio destinada al silvopastoreo se realizó un inventario forestal inicial y, posteriormente, se muestreó el 0,5% de los árboles presentes en los cuarterones seleccionados, debido al alto grado de homogeneidad existente entre los individuos de la población.

A los árboles muestreados se les midió la altura y el diámetro del fuste, a 1,3 m sobre el nivel del suelo, para lo cual se utilizó un hipsómetro mecánico del tipo Blue-Lay y una cinta métrica, respectivamente. Estos datos permitieron estimar el contenido de carbono en la biomasa aérea (fuste, ramas, follaje y biomasa soterrada) y en la biomasa necrosada, según la metodología propuesta por Mercadet y Álvarez (2005), la que considera la determinación de la biomasa de los árboles a partir del volumen de estos y la estimación de la biomasa de la parte aérea mediante el empleo del coeficiente de expansión. A partir del estimado de biomasa aérea, se estimó la biomasa soterrada y se calculó la biomasa de los árboles como la suma de la parte aérea y las raíces, dato con el cual se obtuvo el carbono almacenado en los árboles mediante la multiplicación de la biomasa total por fracción de carbono de cada especie.

El carbono edáfico (CS) se estimó a partir de la materia orgánica contenida en el suelo. Tal como se reporta en la literatura internacional, el carbono edáfico es el resultado de la división del porcentaje de materia orgánica (%MO) entre 1,7 (McVay y Rice, 2002).

La materia orgánica se determinó en cuatro muestreos; para ello se seleccionaron dos diagonales del área y en cada una se tomó una muestra homogénea en cinco puntos, a una profundidad de 0-20 cm (Henríquez, 1999).

Con este valor se determinó el C almacenado en el suelo (CAS, t C ha⁻¹), partiendo del área en términos de hectáreas (A (ha)), la densidad aparente (DA(t/m³)), la profundidad de muestreo de suelo (P(m)) y su fracción de carbono (fc: %CS/100).

Experimental procedure

In the area under study destined to the silvopastoral system an initial forestry inventory was carried out and, afterwards, 0,5% of the trees present in the selected paddocks were sampled, due to the existing high degree of homogeneity among the individuals of the population.

Height and diameter of the stem were measured in the trees sampled, at 1,3 m above the soil level, for which a Blue-Lay mechanical hypsometer and a metric tape were used, respectively. These data allowed to estimate the carbon content in the aerial biomass (stem, branches, foliage and underground biomass) and in the necrosed biomass, according to the methodology proposed by Mercadet and Álvarez (2005), which considers the determination of the biomass of trees from their volume and the estimation of the aerial biomass by using the expansion coefficient. From the estimate of aerial biomass, the underground biomass was estimated and the biomass of the trees was calculated as the addition of the aerial parts and the roots, datum with which the carbon stored in the trees was obtained multiplying the total biomass by the carbon fraction of each species.

The edaphic carbon (CS) was estimated from the organic matter contained in the soil. As reported in international literature, the edaphic carbon is the result of the division of the percentage of organic matter (%OM) by 1,7 (McVay and Rice, 2002).

The organic matter was determined in four samplings; for that two diagonals of the area were selected and in each a homogeneous sample was taken in five points, at a depth of 0-20 cm (Henríquez, 1999).

With this value the C stored in the soil (CSS, t C ha⁻¹), from the area in terms of hectares (A (ha)), apparent density (AD (t/m³)), soil sampling depth (D (m)) and its carbon fraction (cf: %CS/100), were determined.

The carbon contained in the pastures was assumed as 50% of the dry matter (DM) which, as average of the seasons, was collected in several times of the year (with a frame of 0,25 x

El carbono contenido en los pastos se asumió como el 50% de la materia seca (MS) que, como promedio de las épocas, se cosechó en varios momentos del año (con un marco de 0,25 x 0,25 cm), tal como sugieren Giraldo, Zapata y Montoya (2006). En el caso del área con sistema silvopastoril se asumieron nueve rotaciones (cada 28 y 42 días en los períodos lluvioso y poco lluvioso respectivamente), según lo recomendado por Simón, Lamela, Esperance y Reyes (2005), y ocho rotaciones en el área de pastos naturales, con el objetivo de incluir los ciclos de pastoreo en el cálculo del carbono secuestrado a través del año (Giraldo et al., 2006).

La disponibilidad del pasto se determinó por el método alternativo propuesto por Martínez, Milera, Remy, Yepes y Hernández (1990).

En el caso de *Leucaena leucocephala* se estimó en diez de los árboles establecidos en el cuartón, simulando el ramoneo que realizan los animales a una altura de 2 m, a los cuales se les aplicó la técnica del ordeño de las partes más tiernas (hojas y tallos finos). Dichas muestras se pesaron y se secaron para determinar el porcentaje de materia seca. Estos valores se promediaron al final del año para obtener un valor medio de disponibilidad anual del área (Lamela, 1998).

El valor del secuestro de carbono se estimó de forma directa, a partir de los precios de mercado disponibles por tonelada de carbono (C), para lo que se tomó como referencia el trabajo de Oliveira (1996).

Resultados y Discusión

El inventario de especies forestales realizado en las áreas estudiadas mostró una subutilización de las cercas vivas como importantes sumideros de carbono. El diámetro y la altura de los individuos incluidos en el sistema agroforestal alcanzaron (como promedio) valores de 0,13 y 7,0 m, respectivamente; según el manejo, los árboles fijaron 64,4 t de C producto de la biomasa aérea y de la biomasa necrosada (tabla 1).

Ello sugiere que la reforestación es una necesidad impostergable, ya que la cantidad secues-

0,25 cm), as suggested by Giraldo, Zapata and Montoya (2006). In the case of the area with silvopastoral system nine rotations were assumed (every 28 and 42 days in the rainy and dry seasons, respectively), according to the recommendations made by Simón, Lamela, Esperance and Reyes (2005), and eight rotations in the area of natural pastures, with the objective of including the grazing cycles in the calculation of the sequestered carbon throughout the year (Giraldo et al., 2006).

The pasture availability was determined by the alternative method proposed by Martínez, Milera, Remy, Yepes and Hernández (1990).

In the case of *Leucaena leucocephala* the estimation was made in ten of the trees established in the paddock, simulating the browsing done by the animals at a height of 2 m, to which the technique of extracting the tenderest parts (leaves and fine stems) was applied. Such samples were weighed and dried to determine the percentage of dry matter. These values were averaged at the end of the year to obtain a mean value of annual availability of the area (Lamela, 1998).

The value of carbon sequestration was estimated directly, from the market prices available per ton of carbon (C), for which the work made by Oliveira (1996) was taken as reference.

Results and Discussion

The inventory of forestry species carried out in the studied areas showed an underutilization of the living fences as important carbon sinks. The diameter and height of the individuals included in the agroforestry system reached (as average) values of 0,13 and 7,0 m, respectively; according to the management, the trees fixed 64,4 t C product of the aerial and necrosed biomass (table 1).

Carbon in the pastures

The systems with pastures, unlike the short-cycle annual crops, are considered to have a continuous cycle of initiation, growth and death of individual units (aerial stems, rhizomes or stolons in grasses, and branches and roots in

Tabla 1. Valores de almacenamiento de carbono forestal en cada sistema.
Table 1. Values of storage of forest carbon in each system.

Sistema	Edad del árbol (años)	Densidad (plantas/0,8 ha)	C almacenado en biomasa (t/ha/año)	C almacenado en necromasa (t/ha/año)	C forestal almacenado (t/ha/año)
Silvopastoril	11	2 000	61,96	2,45	64,41
Pasto natural	-	-	-	-	0

trada por la biomasa superó evidentemente a la del pasto natural, donde no existían árboles.

El carbono en los pastos

Se considera que los sistemas con pastos, a diferencia de los cultivos anuales de ciclo corto, poseen un ciclo continuo de iniciación, crecimiento y muerte de unidades individuales (tallos aéreos, rizomas o estolones en gramíneas, y ramas y raíces en leguminosas), las cuales generan materia orgánica (Fisher y Trujillo, 2000).

De acuerdo con la metodología propuesta se estimó que anualmente, por este concepto, se capturan las cantidades que se muestran en la tabla 2, resultados que corroboran la diferencia entre ambos sistemas.

El carbono en el suelo

Se determinó el contenido de carbono edáfico en cada uno de los sistemas (tabla 3), resultados que se corresponden con los reportados por Arias, Ruiz, Milla, Fabio y Escobar (2001) y por Giraldo *et al.* (2006). Estos últimos autores encontraron, en tres sistemas estudiados (un potrero sin árboles y dos sistemas silvopastoriles) en Colombia, valores entre 15 y 25 t de C/ha en la profundidad de 5-15 cm, y de 13,2 t como promedio en los primeros 10 cm.

Según McVay y Rice (2002), el suelo constituye la segunda fuente más grande de carbono a

legumbres), which generate organic matter (Fisher and Trujillo, 2000).

According to the methodology proposed it was estimated that, annually, for this concept, the quantities that are shown in table 2 are captured, results that corroborate the difference between both systems.

Carbon in the soil

The content of edaphic carbon was determined in each system (table 3), results that are in correspondence with those reported by Arias, Ruiz, Milla, Fabio and Escobar (2001) and by Giraldo *et al.* (2006). The latter found, in three studied systems (a paddock without trees and two silvopastoral systems) in Colombia, values between 15 and 25 t C/ha at a depth of 5-15 cm, and 13,2 t as average in the first 10 cm.

According to McVay and Rice (2002), the soil constitutes the second strongest carbon source worldwide; however, the results seem to contradict this statement. This is justified from the evidences exposed by Arias *et al.* (2001), who assure that 75% of the organic carbon of the soil is located between 20 and 80 cm, depths which were not analyzed in this study.

Thus, the C stored by the silvopastoral system was higher, in all the cases, than in the system of natural pasture (table 4). It amounts to 126 t of carbon in the studied area, which is higher than

Tabla 2. Almacenamiento de carbono en los pastos en cada sistema.
Table 2. Carbon storage in the pastures in each system.

Sistema	Disponibilidad promedio anual (t MS/ha)	Número de rotaciones	C almacenado en pastos (t/ha)
Silvopastoril (estrato herbáceo)	4,25	9	38,25
Pasto natural	1,63	8	13,0

Tabla 3. Almacenamiento de carbono en el suelo de ambos sistemas.

Table 3. Carbon storage in the soil of both systems.

Sistema	Densidad aparente (g/cm ³)	Fracción carbono (%MO/1,7)/100	Peso del suelo a 20 cm (t/ha)	Carbono almacenado en suelo (t/ha)
Silvopastoril	2,3	0,016	1 200	24,0
Pasto natural	2,3	0,013	1 200	19,5

nivel mundial; sin embargo, al parecer los resultados contradicen este planteamiento. Ello se justifica a partir de las evidencias expuestas por Arias et al. (2001), quienes aseguran que el 75% del carbono orgánico del suelo se localiza entre los 20 y 80 cm, profundidades que no fueron objeto de análisis en este estudio.

De tal manera, el C almacenado por el sistema silvopastoril fue mayor, en todos los casos, que en el sistema de pasto natural (tabla 4). Este asciende a 126 t de carbono en el área de estudio, lo cual es superior a lo obtenido por Ávila et al. (2001), quienes encontraron un almacenamiento de 95,0 t de C/ha en sistemas silvopastoriles en Costa Rica.

En los sistemas silvopastoriles, además de la acumulación en la gramínea y en la leguminosa rastrera, también se acumula el carbono en la madera y en las raíces del árbol. En general, estos sistemas tienen una mayor productividad primaria neta y, por tanto, una mayor acumulación de carbono (Botero, 2007).

El carbono secuestrado encuentra valor en un mercado creado al respecto, a partir del surgimiento de los Proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), los cuales, en la mayoría de los casos, son criticados por convertirse en una exoneración de la responsabilidad de cada nación con el problema del cambio global. Estos países no exigen que los secuestros se reali-

the result obtained by Ávila *et al.* (2001), who found a storage of 95,0 t C/ha in silvopastoral systems in Costa Rica.

In the silvopastoral systems, in addition to the accumulation in the grass and the creeping legume, carbon is accumulated in the wood and roots of the tree. In general, these systems have a higher net primary productivity and, thus, a higher accumulation of carbon (Botero, 2007).

The sequestered carbon finds value in a market created for this purpose from the emergence of the Projects of Clean Development Mechanism (CDM), which, in most of the cases are criticized for becoming an exoneration of the responsibility of each nation with the problem of global change. These countries do not demand that the sequestrations occur in the same site where they are originated, and admit that the enterprises have the power to contaminate and buy emission rights, thus deviating the attempts they should make to increase their tons of sequestered carbon or decrease the tons of carbon emitted to the atmosphere.

In its international position, Cuba has always defended that the mitigation of the climatic change depends on the actions of the developed world, main emitting agent, in its own territories. Nevertheless, our country acknowledges the important role that can be played in this sense by the CDM, as an effective alternative for the

Tabla 4. Carbono almacenado en los sistemas (t/ha).

Table 4. Carbon stored in the systems (t/ha).

Sistema	C forestal almacenado	C almacenado en pastos	Carbono almacenado en suelo	Carbono secuestrado
Silvopastoril	64,41	38,25	24,0	126,62
Pasto natural	0	13,0	19,5	32,5

cen en el mismo lugar donde se originan, y admiten que las empresas se sientan con poder para contaminar y comprar derechos de emisión, desviando así los intentos que deben hacer por aumentar sus toneladas de carbono secuestrado o por disminuir las toneladas de carbono emitidas a la atmósfera.

En su posición internacional, Cuba siempre ha defendido que la mitigación del cambio climático depende de las acciones que acometa el mundo desarrollado, máximo emisor, en sus propios territorios. Sin embargo, nuestro país reconoce el importante papel que en esta dirección puede desempeñar el MDL, como una alternativa efectiva para que los países desarrollados cumplan una parte de sus compromisos de reducción y, sobre todo, por lo que puede representar en términos de transferencia de tecnologías y de recursos financieros adicionales a los países en desarrollo (Rey, 2003).

Como posición, hoy Cuba está abierta a la recepción y evaluación de las propuestas que se le presenten en el marco del MDL, a fin de cooperar con los países desarrollados en el cumplimiento de sus compromisos de reducción de emisiones, y contribuir así al desarrollo sostenible de la economía (Rey, 2003).

Es importante resaltar, que aun cuando el propósito de esta investigación no fue comercializar el carbono que se secuestra en los sistemas, se consideró conveniente establecer una cuantía que pudiera ayudar a analizar, desde una perspectiva más amplia, el deterioro de los sistemas ganaderos en el país.

Valoración económica

El análisis mostró un estimado de carbono almacenado por hectárea en los sistemas, valorado aproximadamente en 1 590 dólares (USD) por año. De este monto, el 80% fue aportado por el sistema silvopastoril, con lo que supera sustancialmente al sistema de pasto natural por su alta contribución económica (tabla 5).

Estos valores económicos, desde la perspectiva ambiental, junto con los ingresos correspondientes a la comercialización del producto final (leche), representan una valorización del

developed countries to fulfill part of their reduction commitments and, specially, due to what it can represent in terms of transference of technologies and additional financial resources to developing countries (Rey, 2003)

Nowadays, Cuba is open to the reception and evaluation of the proposals that are presented to it within the framework of the CDM, aiming to contribute with the developing countries in the fulfillment of their commitments of emission reduction and contribute to the sustainable development of economy (Rey, 2003).

It is important to emphasize, in this sense, that although the purpose of this research was not to commercialize the carbon that is sequestered in the systems, it was considered convenient to establish a sum, which could help to analyze, from a wider perspective, the deterioration of livestock production systems in the country.

Economic assessment

The analysis showed an estimate of stored carbon per hectare in the systems, approximately assessed in 1 590 USD per year. Of this sum, 80% was contributed by the silvopastoral system, with which it substantially exceeds the system of natural pasture for its high economic contribution (table 5).

These economic values, from the environmental perspective, together with the incomes corresponding to the commercialization of the final product (milk), represent a valorization of the livestock production ecosystem. This allows measuring and comparing the different benefits that are generated by the ecosystems; it may be an instrument to prove the importance of the utilization and management of natural resources; and it also shows the economic efficiency of its sustainable use, by integrating in its analysis benefits higher than those that are perceived in monetary terms.

On the other hand, there is a high potential for managing and recovering areas degraded by overgrazing, by means of silvopastoral systems. In both cases, the payment of environmental services by carbon fixation and storage

Tabla 5. Valoración económica del carbono almacenado en ambos sistemas.

Table 5. Economic assessment of the carbon stored in both systems.

Sistema	Almacenamiento de carbono sistema (t CO ₂ /ha/año)	Valor de una t de CO ₂ equivalente en mercado internacional (USD)*	Valor de mercado del carbono secuestrado (USD)
Silvopastoril	126,62	10	1 266,2
Pasto natural	32,5	10	325,00

* Este valor es fluctuante, pues depende de los mecanismos de mercado oferta y demanda. Se asume el más usado en la literatura del tema como precio de mercado internacional para proyectos MDL.

ecosistema agropecuario. Ello permite medir y comparar los diferentes beneficios que generan los ecosistemas; puede servir de instrumento para demostrar la importancia del manejo y la gestión de los recursos naturales; y además pone de manifiesto la eficiencia económica de su uso sostenible, al integrar, en su análisis, beneficios superiores a los que son percibidos en términos monetarios.

Por otro lado, existe un gran potencial para manejar y recuperar áreas degradadas por el sobrepastoreo, mediante los sistemas silvopastoriles. En ambos casos, el pago de servicios ambientales por fijación y almacenamiento de carbono representa una alternativa para dar valor agregado a la producción, lo que podría tener una gran importancia para los productores (Ávila et al., 2001).

Los resultados de este estudio permiten concluir que los sistemas agroforestales se muestran como una adecuada alternativa para el desarrollo sostenible en el sector agropecuario, y aun cuando se subutilizan las cercas vivas como importantes sumideros de carbono, demostraron sus ventajas en términos de captura.

Es importante tomar en consideración el valor económico como elemento fundamental para lograr una utilización sostenible del ecosistema y, aunque la valoración económica no constituye el instrumento que se debe tener presente para todas las decisiones, representa uno de los aspectos que intervienen en el proceso decisorio, junto con otras importantes consideraciones políticas, sociales y culturales.

represents an alternative to provide aggregate value to the production, which could have a great importance for producers (Ávila et al., 2001).

The results of this study allow to conclude that agroforestry systems appear as an adequate alternative for sustainable development in the livestock production sector, and although living fences are underutilized as important carbon sinks, they showed their advantages in terms of capture.

It is important to consider the economic value as essential element for achieving a sustainable utilization of the system and, although the economic assessment does not constitute the instrument that must be taken into consideration for all the decisions, it represents one of the aspects that participate in the decision-making process, together with other important political, social and cultural considerations.

--End of the English version--

Referencias bibliográficas

- Arias, K.; Ruiz, C.; Milla, M.; Fabio, H. & Escobar, A. 2001. Almacenamiento de Carbono por *Gliricidia sepium* en sistemas agroforestales en Yaracuy, Venezuela. *Livestock Research for Rural Development*. (13) 5. En línea: www.cipav.org.co. Consultado: Octubre 2007
- Ávila, Gabriela; Jiménez, F.; Beer, J.; Gómez, M. & Ibrahim, M. 2001. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 8 (30):32

- Botero, J. 2007. Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de Carbono. En línea: www.fao.org. Consultado: Octubre 2007
- Fisher, M. & Trujillo, W. 2000. Fijación de carbono por pastos tropicales en las sabanas de los suelos ácidos neotropicales. En: Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. (Eds. C. Pomareda y H. Steinfeld). CATIE/FAO/SIDA. San José, Costa Rica. p. 115
- Giraldo, L.A.; Zapata, M. & Montoya, E. 2006. Estimación de la captura de carbono en silvopastoreo de *Acacia mangium* asociada con *Brachiaria dyctioneura* en Colombia. *Pastos y Forrajes*. 29:421
- Henríquez, H.C. 1999. Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con enfoque agrícola. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José. Costa Rica. 122 p.
- Ibrahim, M.; Delgado, J.M. & Cassola, F. 2003. Ganadería y medio ambiente en Mesoamérica. Potencialidades y experiencias de investigación y desarrollo del CATIE en la región. Curso Internacional sobre Ganadería y Medio Ambiente. CATIE. Turrialba, Costa Rica
- Lamela, L. 1998. Métodos de muestreo y mediciones en sistemas silvopastoriles. En: Compendio de Conferencias para el Diplomado en Silvopastoreo. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- McVay, K.A. & Rice, C.W. 2002. Soil organic carbon and the global carbon cycle. Kansas State University. En línea: <http://www.oznet.ksu.edu>. Consultado: Octubre 2007.
- Martínez, J.; Milera, Milagros; Remy, V.; Yepes, I. & Hernández, J. 1990. Un método ágil para determinar la disponibilidad de pastos en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*. 13:101
- Mercadet, Alicia & Álvarez, J. 2005. Informe final de proyecto "Cambio climático y el sector forestal cubano: segunda aproximación". Instituto Forestal Nacional. La Habana, Cuba. 50 p. (Mimeo)
- Oliveira, K.R. 1996. Valoración económica de bienes y servicios ambientales en sistemas agrícolas en San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis en opción al título de Maestro en Ciencias. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 137 p.
- Rey, O. 2003. Oportunidades de Proyectos MDL en Cuba. Ciudad de La Habana, Cuba. p. 3. En línea www.undp.org/cu/eventos/mdl/informe_final.pdf. Consultado: Enero 2008
- Simón, L.; Lamela, L.; Esperance, M. & Reyes, F. 2005. Metodología para el establecimiento y manejo del silvopastoreo racional. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Editorial Universitaria, Guatemala-EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 197

Recibido el 15 de septiembre del 2007
Aceptado el 3 de octubre del 2007

PREMIOS CITMA TERRITORIAL

2007

- * Estudio de la inclusión del follaje fresco de *Morus alba* Linn var. Acorazonada en dietas porcinas
Autor principal: MSc. Yuván Contino Esquijerosa
- * Contribución al conocimiento del parasitismo gastrointestinal en ovinos
Autor principal: Dr.C. Javier Arece García
- * Evaluación productiva de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con vacas Mambí de Cuba en condiciones comerciales
Autor principal: Dra.C. Tania Sánchez Santana

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.