

## **Evaluación de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica “Las Palmitas” del municipio Las Tunas**

### **Evaluation of the biodiversity components in the agroecological farm “Las Palmitas”, Las Tunas municipality**

Yamilka Salmón<sup>1</sup>, F.R. Funes-Monzote<sup>2</sup> y Olga M. Martín<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Universidad de Las Tunas “Vladimir Ilich Lenin”*

*Avenida Carlos J. Finlay, s/n, Reparto Buena Vista, Las Tunas, CP 75300.*

<sup>2</sup>*Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba*

#### **Resumen**

El objetivo del trabajo fue evaluar los componentes de la biodiversidad funcional y su contribución a la productividad y la eficiencia de la producción en la finca “Las Palmitas” (en la provincia Las Tunas, Cuba). Esta tiene un área de 15,44 ha y se dedica a la producción diversificada de cultivos, frutales y animales. Se realizó una caracterización agroecológica y se evaluó la funcionalidad de la biodiversidad, a partir del diseño de un modelo de análisis como guía de la investigación que incluyó los componentes: diversidad de árboles, diversidad de la producción y riqueza de especies. A través del diagnóstico se cuantificó el número de individuos de cada especie agrícola y pecuaria, y se caracterizaron de acuerdo con su funcionalidad dentro del sistema agroproductivo. Las fuentes de información primaria fueron la observación directa, las entrevistas informales y la aplicación de una encuesta semiestructurada, que incluyó las variables de interés para el diagnóstico. Se calcularon los índices de Shannon (2,8) y Margalef (5,70), los que permitieron visualizar la contribución de la diversidad al incremento de la productividad. Los indicadores de diversidad del agroecosistema alcanzaron valores óptimos para los sistemas diversificados, los cuales contribuyeron a la autosuficiencia alimentaria, la eficiencia y la productividad. Los resultados indican una relevancia económica y social, que le confiere sostenibilidad y resiliencia al sistema agroecológico evaluado, por lo que constituye un modelo para su diseminación en condiciones locales o similares a las de este estudio.

Palabras clave: Biodiversidad, productividad

#### **Abstract**

The objective of the work was to evaluate the components of functional biodiversity and their contribution to the productivity and efficiency of production in the farm “Las Palmitas” (Las Tunas province, Cuba). It has an area of 15,44 ha and it is dedicated to diversified crop, fruit and animal production. An agroecological characterization was made and the functionality of biodiversity was evaluated, from the design of a model of analysis as research guide which included the components: tree diversity, production diversity and species richness. Through the diagnosis the number of individuals of each agricultural and animal species was quantified, and they were characterized according to their functionality within the agroproductive system. The primary information sources were direct observation, informal interviews and application of a semi-structured survey, which included the variables of interest for the diagnosis. The Shannon (2,8) and Margalef (5,70) diversity indexes were calculated, which allowed visualizing the contribution of diversity to the increase of productivity. The diversity indicators of the agroecosystem reached optimum values for diversified systems, which contributed to food self-sufficiency, efficiency and productivity. The results indicate an economic and social relevance, conferring sustainability and resilience to the evaluated agroecological system, for which it constitutes a model for its dissemination under local or similar conditions as the ones in this study.

Key words: Biodiversity, productivity

### Introducción

La agroecología provee las bases ecológicas para el mantenimiento de la biodiversidad en la agricultura, además desempeña un importante papel en los sistemas agrícolas y pecuarios con el fin de alcanzar una producción agropecuaria sustentable. El establecimiento de sistemas agropecuarios biodiversos promueve una variedad de servicios ecológicos en los agroecosistemas que, de no existir, pueden ocasionar costos significativos (Méndez, 2010).

Durante los años de aplicación del modelo ganadero especializado y de altos insumos en Cuba, se redujo la diversidad con el objetivo de lograr un mayor control del sistema productivo. La reducción de la agrobiodiversidad provocó que estos sistemas, altamente dependientes de insumos externos, fueran más frágiles e insostenibles, al depender de fuentes externas de recursos que, si dejaban de estar disponibles en algún momento, hacían que el sistema colapsara (Funes-Monzote *et al.*, 2009). De igual forma, se ha comprobado científicamente el papel de la biodiversidad en el incremento de la productividad.

La reciente política nacional, que identifica el sector agrícola como estratégico y priorizado para el futuro del país, no solo favorece la diversificación de los sistemas y la descentralización de la toma de decisiones, sino también presta especial atención a la autosuficiencia alimentaria. Cuba ha llegado a importar más del 50% de los alimentos que consume, lo cual presupone la erogación de más de dos mil millones de USD, anualmente (Castro, 2008).

El sector cooperativo y campesino aporta el 74,6% del total de los cultivos varios que se acopian en el país, el 64,7% de la leche vacuna, el 72,7% de la carne de cerdo, el 68% del café y el 71% de los productos apícolas, lo cual demuestra la eficiencia y productividad del sector (González, 2011).

En la actualidad, el país enfrenta un reto decisivo en sus aspiraciones para impulsar un sistema agropecuario sostenible, capaz de avanzar hacia un estadio superior en la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos

### Introduction

Agroecology provides the ecological bases for the maintenance of biodiversity in agriculture; it also plays an important role in agricultural and livestock production systems, in order to reach sustainable agricultural production. The establishment of diverse agricultural systems promotes a variety of ecological services in the agroecosystems which, if inexistent, can cause significant costs (Méndez, 2010).

During the years of application of the specialized high-input livestock production model in Cuba, diversity was reduced in order to achieve higher control of the productive system. The reduction of agrobiodiversity caused these systems, highly dependent on external inputs, to be more fragile and unsustainable, by depending on external resource sources which, if unavailable at any moment, made the system collapse (Funes-Monzote *et al.*, 2009). Likewise, the role of biodiversity in the increase of productivity has been scientifically proven.

The recent national policy which identifies the agricultural sector as strategic and prioritized for the future of the country, not only favors system diversification and decision-making decentralization, but also pays attention to food self-sufficiency. Cuba has imported up to more than 50% of the food it consumes, which presupposes the payment of more than two million USD per year (Castro, 2008).

The cooperative and farming sector contributes 74,6% of the total varied crops which are collected in the country, 64,7% of the cow milk, 72,7% of pork, 68% of coffee and 71% of apicultural products, which shows the efficiency and productivity of the sector (González, 2011).

At present, the country faces a decisive challenge in its aspirations to promote sustainable agricultural systems, capable of advancing toward a superior stage in the protection of the environment and the rational use of natural resources. To achieve this, the intention is, as strategy, to develop production systems, based on the management of local resources, to stimulate the transition towards more economical

naturales. Para lograrlo se pretende, como estrategia, desarrollar sistemas de producción, basados en el manejo de los recursos locales, para estimular la transición hacia sistemas más económicos, con mayor carácter familiar y una alta biodiversificación.

En la búsqueda de alternativas racionales, más autosustentables y compatibles con el ambiente, el sector campesino se ha convertido en foco de interés de los investigadores y los ecólogos, a medida que se reconoce su magnitud e importancia en la preservación y la aplicación sistemática de prácticas, métodos y concepciones agroecológicas.

Muchos campesinos han conservado y/o potenciado los agroecosistemas diversificados, integrados, sustentables y manejados con recursos locales, fuentes alternativas de energía y un uso mínimo de insumos (Machín Sosa, Roque, Ávila y Rosset, 2010), por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar los componentes de la biodiversidad funcional y su contribución a la productividad y la eficiencia de la producción en la finca "Las Palmitas", de Las Tunas.

### **Materiales y Métodos**

El estudio se realizó en la finca "Las Palmitas", ubicada en la localidad de Villanueva, municipio Las Tunas (provincia Las Tunas, en la región oriental de Cuba). Villanueva tiene una extensión territorial de 95 km<sup>2</sup> y limita al Norte con el municipio Manatí; al Sur, con el municipio Jobabo; al Este, con Majibacoa; y al Oeste, con la provincia de Camagüey.

La vegetación natural del área en estudio era abundante; predominaba la de tipo arbórea, que fue la menos afectada por la tala y la sequía (por tratarse, además, de una propiedad privada), y presentaba un buen establecimiento. Dentro de los principales cultivos de la zona se destacaban: el maíz, la yuca, la caña, el plátano burro, la calabaza, entre otros. Los sistemas de cultivo más utilizados eran los policultivos, las rotaciones y los cultivos de cubierta.

El promedio de edad de los trabajadores de la finca era de 35 años y tenían un nivel de escolaridad de duodécimo grado. En esta vivían el

systems, with higher family characteristics and high biodiversification.

In the search for rational, more self-sustainable and environment-friendly alternatives, the farmer sector has become the focus of the interest of researchers and ecologists, as its magnitude and importance in the conservation and systematic application of agroecological practices, methods and conceptions, are acknowledged.

Many farmers have preserved and/or enhanced diversified, integrated and sustainable agroecosystems, managed with local resources, alternative energy sources and minimum input use (Machín Sosa, Roque, Ávila and Rosset 2010), for which the objective of this work was to evaluate the components of functional biodiversity and their contribution to productivity and efficiency of production in the farm "Las Palmitas", Las Tunas.

### **Materials and Methods**

The study was conducted in the farm "Las Palmitas", located in the Villanueva locality, Las Tunas municipality (Las Tunas province, in the eastern region of Cuba). Villanueva has a territorial extension of 95 km<sup>2</sup> and limits to the North with the Manatí municipality; to the South with the Jobabo municipality; to the East, with Majibacoa; and to the West, with the Camagüey province.

The natural vegetation of the studied area is abundant; with predominance of trees, which had been the least affected by cutting and drought (as it is also private property) and showed good establishment. Within the main crops of the zone the following stood out: corn, cassava, sugarcane, plantain, squash, and others. The most widely used cropping systems were polycropping, rotations and cover crops.

The average age of the farm workers was 35 years and they had a schooling level of twelfth grade. The inhabitants of the farm were the administrator, the wife, the father (temporarily) and a boy, and they used a man for certain types of agricultural activities.

A model of analysis of the diversity indexes was designed (fig. 1), through the selected indicators, where the aspects to be taken into

administrador, la esposa, el padre (eventualmente) y un niño, y utilizaban a un hombre para determinados tipos de labores.

Se realizó el diseño de un modelo de análisis de los índices de diversidad (fig. 1), a través de los indicadores seleccionados, donde se esquematizaron los aspectos a tener en cuenta para el estudio de la diversidad de un sistema.

El diseño experimental se basó en un estudio de caso, con un enfoque científico de sistema, en el que los principios y prácticas de manejo fueran replicables (Checkland, 1999). El diagnóstico se realizó durante las visitas periódicas a la finca; se recurrió a varias herramientas para la obtención de la información: visitas y recorridos, encuestas formales y entrevistas informales.

#### *Definición de los indicadores de la biodiversidad y criterio de selección*

Para la selección de la finca se tuvo en cuenta la información histórica, su tiempo de explotación, la biodiversidad, el empleo de prácticas agroecológicas tradicionales por más de

consideration for studying the diversity of a system were outlined.

The experimental design was based on a case study, with a scientific systemic approach, in which the management principles and practices were replicable (Checkland, 1999). The diagnosis was conducted during periodic visits to the farm; several tools were used for obtaining the information: visits and tours, formal surveys and informal interviews.

#### *Definition of the biodiversity indicators and selection criterion*

For the selection of the farm the historical information, its exploitation time, biodiversity, use of traditional agroecological practices for more than sixty years, productivity level, strategies in the rational use of natural and local resources, and its link to different research and local development projects, among others, were taken into consideration.

A model of analysis was elaborated as research guide for interpreting the indicators, as

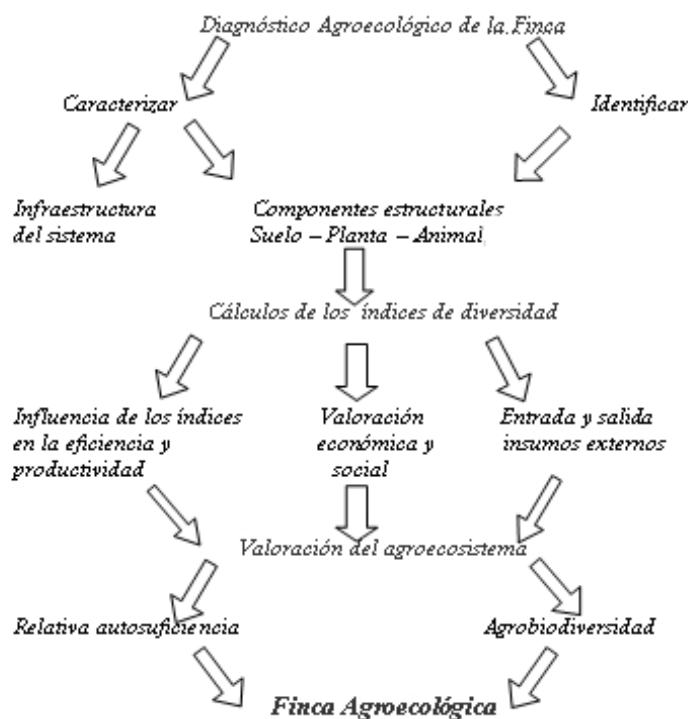


Fig. 1. Modelo de análisis de los indicadores

Fig. 1. Model of indicator analysis

sesenta años, el nivel de productividad, las estrategias en el uso racional de los recursos naturales y locales, y su vinculación a diferentes proyectos de investigación y de desarrollo local, entre otros.

Se elaboró un modelo de análisis como guía de la investigación para la interpretación de los indicadores, así como su influencia en la eficiencia y productividad del sistema, basado en la modelación de sistema propuesta por Funes-Monzote (2009).

A partir de la revisión de la literatura sobre el análisis de la diversidad en los sistemas agroecológicos, se encontró que existen indicadores básicos para la evaluación de la diversidad de especies a nivel de sistema. Entre estos se seleccionaron los de riqueza de especies, diversidad de la producción y diversidad de árboles (diversidad planificada). En la tabla 1 se describe el método de cálculo para evaluarlos. Para el cálculo de los índices de Shannon y Margalef, se consultó lo informado por Gliessman (2001).

Se cuantificó el número de especies e individuos durante un año (2009-2010) y se caracterizaron dichas especies, de acuerdo con su funcionalidad dentro del sistema agroproductivo. Además, se cuantificó el número de individuos por especie para calcular los índices de Shannon y Margalef, de acuerdo con lo informado por Funes-Monzote (2009) en sistemas agroecológicos cubanos, descritos en la metodología ECOFAS.

Se realizó el análisis de los datos basado en el enfoque de sistema, en el cual se identificaron las diferentes funciones de la agrobiodiversidad, con relación a los indicadores de productividad y eficiencia del sistema.

### **Resultados y Discusión**

Es conocido que las fincas pequeñas se caracterizan por una marcada diferencia en el papel multifuncional y la intensidad con que utilizan la tierra, pues se aprovecha todo el espacio y los recursos naturales en función de objetivos más diversos. El diagnóstico reveló que incluso los productores privados, cuando tienen como principal objetivo la producción intensiva de leche

well as their influence on the efficiency and productivity of the system, based on the system modeling proposed by Funes-Monzote (2009).

From the literature review about the diversity analysis in agroecological systems, it was found that there are basic indicators for the evaluation of the species diversity at system level. Among them the species richness, production diversity and tree diversity (planned diversity) were selected. Table 1 describes the calculation method to evaluate them. For the calculation of the Shannon and Margalef diversity indexes, the report by Gliessman (2001) was reviewed.

The number of species and individuals was quantified during a year (2009-2010) and such species were characterized, according to their functionality within the agroproductive system. In addition, the number of individuals per species was quantified to calculate the Shannon and Margalef indexes, according to the report by Funes-Monzote (2009) in Cuban agroecological systems, described in the ECOFAS methodology.

The data analysis was conducted based on the system approach, in which the different functions of agrobiodiversity were identified, with regards to the productivity and efficiency indicators of the system.

### **Results and Discussion**

Small farms are known to be characterized by a remarkable difference in the multifunctional role and the intensity with which they use land, because all the space and natural resources are utilized for the most diverse objectives. The diagnosis revealed that even private producers, when their main objective is cow milk intensive production, use almost all their lands in the cultivation of pastures and forages, agricultural products and exploitation of other species for human and animal feeding.

A remarkable production diversification was shown: 41 products between animal and agricultural production (cattle milk and beef production; pork and poultry meat production; as well as sugarcane, plantain, bean, tomato, squash and cassava production stood out), which represented an important indicator to evaluate

Tabla 1. Indicadores de diversidad a evaluar  
Table 1. Diversity indicators to be evaluated

Indicador	Unidad	Método de cálculo
Riqueza de especies	Índice de Margalef (IM)	Incluye especies de cultivos, árboles y animales domésticos $IM = \frac{S-1}{\ln(N)}$ Donde: S: Número total de especies N: Número total de individuos de todas las especies, incluye animales, cultivos, frutales y forestales
Diversidad de la producción	Índice de Shannon (H)	Incluye la producción total de cada producto agrícola o pecuario y la total del sistema. $H_S = -\sum_{i=1}^S \frac{P_i}{P} * \ln\left(\frac{P_i}{P}\right)$ Donde: S: Número de productos P <sub>i</sub> : Producción de cada producto P: Producción total
Diversidad de árboles	Índice de Shannon (H)	Incluye número de especies de árboles frutales, maderables y postes vivos. $H_S = -\sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} * \ln\left(\frac{n_i}{N}\right)$ Donde: S: Número de especies de árboles n <sub>i</sub> : Número de individuos de cada especie N: Número total de individuos

bovina, utilizan casi la totalidad de sus tierras en el cultivo de los pastos y forrajes, los productos agrícolas y la explotación de otras especies para la alimentación humana y animal.

Se evidenció una diversificación considerable de la producción: 41 productos entre la producción pecuaria y la agrícola (sobresalieron la producción de leche y carne vacunas; la de carne de cerdo y de aves; la de caña, plátano, frijol, tomate, calabaza y yuca), que representaron un indicador de importancia para evaluar la sustentabilidad del sistema. En este sentido Pérez, Pérez-Osorio y Oquendo (2004), en una finca de 32 ha en la provincia de Holguín, establecieron una producción diversificada con 17 productos de origen animal y vegetal, durante cinco años, y obtuvieron resultados productivos satisfactorios.

the system sustainability. In this sense, Pérez-Osorio and Oquendo (2004), in a 32-ha farm in the Holguín province, established a diversified production with 17 animal and plant products, during five years, and obtained satisfactory productive results.

The direct use of manure, which is mainly a valuable source of necessary elements for soils –mainly nitrogen-, also contributed to the efficiency and productivity of the system. This type of manure contributes to the soil nutritional materials which influence positively the land structure, because they strengthen loose soils, disaggregate the heaviest soils and benefit, in general, the microflora and microfauna.

El uso directo del estiércol animal, que es ante todo una fuente valiosa de elementos necesarios para los suelos –principalmente de nitrógeno–, también contribuyó a la eficiencia y la productividad del sistema. Este tipo de abono aporta al suelo materiales nutritivos que influyen de forma positiva en la estructura del terreno, ya que fortalecen los suelos sueltos, disgregan los más pesados y benefician, en general, la microflora y la microfauna.

#### *Indicadores de la diversidad y su funcionalidad en el sistema*

A partir de los datos del diagnóstico agroecológico de la finca, se procedió al análisis e interpretación de los índices de diversidad seleccionados para el estudio.

Los indicadores de biodiversidad (tabla 2) abarcaron tres aspectos: riqueza de especies, diversidad de la producción y diversidad de árboles. Estos se relacionan estrechamente con dos de los mayores problemas ambientales, asociados a los modelos de monocultivo agrícola que el Estado cubano ha identificado: la pérdida de la biodiversidad y la deforestación (CITMA, 1997).

#### *Riqueza de especies*

El índice de Margalef, que mide la riqueza de especies al combinar el número de especies en el sistema con el número de individuos, alcanzó el valor de 5,70. Este proporcionó una medida significativa de la diversidad a nivel de finca.

La diversidad de la finca, teniendo en cuenta la época de siembra y el inicio y el período de las cosechas, aportó elementos para demostrar cómo la diversidad de especies dentro del sistema (veintisiete de frutales, cinco maderables, cuatro de postes vivos, más de diez cultivos, más de diez

#### *Diversity indicators and their functionality in the system*

From the data of the agroecological diagnosis of the farm, the diversity indexes selected for the study were analyzed and interpreted.

The biodiversity indicators (table 2) comprised three aspects: species richness, production diversity and tree diversity. They are closely related to two of the greatest environmental problems, associated to the agricultural monocrop models identified by the Cuban State: biodiversity loss and deforestation (CITMA, 1997).

#### *Species richness*

The Margalef diversity index, which measures species richness by combining the number of species in the system with the number of individuals, reached the value 5,70. This provided a significant measure of diversity at farm level.

The farm diversity, taking into consideration the planting season and the beginning and end of the harvest period, contributed elements to show how the species diversity within the system (twenty-seven fruit trees, five wood trees, four for living fences, more than ten crop species, more than ten animal species, and six livestock products) favored food availability in different seasons of the year. In this sense, Funes-Monzote *et al.* (2001) ascribe higher productivity to small farms, because in general they tend to maintain higher biodiversity by planting several species (polycropping), and integrate livestock production and agriculture; while the higher-scale entities are based on monotonous and extensive crops of one species.

The simple comparison of the production per surface unit between a monocrop and a polycrop reveals the role of biodiversity, by increasing the productivity of the system; although in the higher-scale exploitation the

Tabla 2. Comportamiento de los indicadores agroecológicos y de productividad en una finca (promedio de un año)

Table 2. Performance of agroecological and productivity indicators in a farm (average of one year)

Indicador	Unidad	Sistema de producción
Riqueza de especies	Índice de Margalef	5,70
Índice diversidad de la producción	Índice de Shannon	3,23
Índice diversidad de árboles	Índice de Shannon	2,50

especies animales, y seis productos pecuarios) favoreció la disponibilidad de alimentos en distintas épocas del año. En este sentido, Funes-Monzote *et al.* (2001) les atribuyen mayor productividad a las fincas pequeñas, ya que por lo general tienden a mantener una mayor biodiversidad con la siembra de varias especies (policultivos), e integran la ganadería con la agricultura; mientras que las entidades de mayor escala se basan en monótonos y extensos cultivos de una especie.

La simple comparación de lo que produce por unidad de superficie un monocultivo y un policultivo revela el papel de la biodiversidad, al aumentar la productividad del sistema; aunque en la explotación a mayor escala la productividad de cada uno de los cultivos puede ser mayor que en la pequeña finca.

La cantidad de productos alimenticios también es un indicador de los niveles de biodiversidad logrados. La finca alcanzó rangos superiores a los 18-27 productos, lo cual es común en estos sistemas, según Monzote, Muñoz y Funes-Monzote, (2001). Esto es una expresión cuantitativa de la autonomía alimentaria del productor privado, quien busca la máxima suficiencia en alimentos dentro del agroecosistema para satisfacer las necesidades de la unidad familiar y lograr cierto grado de autosuficiencia y diversificación de este.

#### *Diversidad de árboles y de producción*

Los indicadores de diversidad de producción y diversidad de árboles aparecen representados por el índice de Shannon, que combina el número de productos o de especies de árboles (diversidad) con el rendimiento por producto, o el número de individuos por especie (abundancia).

En la finca se alcanzaron buenos índices de diversidad de la producción (3,23) y diversidad de árboles (2,50); estos resultados coinciden con lo informado por Gliessman (2001). Los valores del índice de Shannon tienden a ser mayores cuando la distribución de especies e individuos es más equitativa, y para los ecosistemas naturales relativamente diversos puede estar entre 3 y 4.

productivity of each crop may be higher than in the small farm.

The quantity of food products is also an indicator of the achieved biodiversity levels. The farm reached higher values than 18-27 products, which is common in these systems, according to Monzote, Muñoz and Funes-Monzote, (2001). This is a quantitative expression of the food autonomy of the private producer, who seeks the maximum sufficiency in food within the agroecosystem to satisfy the needs of the family unit and achieve a certain degree of self-sufficiency and diversification of the system.

#### *Tree and production diversity*

The indicators of production diversity and tree diversity are represented by the Shannon index, which combines the number of products or tree species (diversity) with the yield per product, or the number of individuals per species (abundance).

In the farms good diversity indexes of production (3,23) and tree diversity (2,50) were reached; these results coincide with the report by Gliessman (2001). The values of the Shannon index tend to be higher when the distribution of species and individuals is more equitable, and for relatively diverse natural ecosystems it may be between 3 and 4.

The farm had an approximate proportion of 115 trees/ha, which coincides with the results obtained by Simón (1999), who stated that a range of 70-100 trees/ha is satisfactory for the system. The influence of trees as environment ameliorators and the increasing importance granted to the forestry resource within the strategies and actions oriented toward the protection of the environment, especially in the livestock production sector, are known. For such reason, the existing tree diversity with agrosilvopastoral potential in the farm (table 3) endorses the richness and proportional abundance of these species and the role they play within the studied agroecosystem.

The results coincide with the report by Shelton, Franzel and Peters(2005) regarding the fact that the use of forages from trees as supplement can



La finca tuvo una proporción aproximada de 115 árboles/ha, lo que coincide con los resultados obtenidos por Simón (1999), quien planteó que un rango de 70-100 árboles/ha es satisfactorio para el sistema. Es conocida la influencia de los árboles como mejoradores del entorno y la creciente importancia que se le concede al recurso forestal dentro de las estrategias y acciones orientadas a la protección del medio ambiente, especialmente en la esfera agropecuaria. Por ello, la diversidad arbórea con potencial agrosilvopastoril existente en la finca (tabla 3) avala la riqueza y abundancia proporcional de estas especies, y el papel que desempeñan dentro del agroecosistema en estudio.

Los resultados coinciden con lo planteado por Shelton, Franzel y Peters (2005) acerca de que el uso de forrajes de árboles como suplemento puede incrementar la producción de leche entre un 18 y 27%, cuando la cantidad y calidad de los pastos no es suficiente.

En sentido general, las áreas de sombra para los animales en explotación (vacuno y ovino-caprino) eran abundantes en la finca, por lo que estos no estuvieron expuestos a estrés de calor durante el día, lo cual fue un factor favorable que incidió en los niveles productivos.

Algunas especies de árboles y arbustos forrajeros, además de producir gran cantidad de follaje, presentan un buen balance de nutrientes y pueden reducir la dependencia de insumos importados para la alimentación del ganado. Según Pérez (2003), el follaje de la mayoría de las especies leñosas muestra contenidos de proteína cruda (PC) y de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) dos o tres veces superiores

increase milk production between 18 and 27%, when the pasture quantity and quality is not enough.

In general, the shade areas for the animals under exploitation (cattle and sheep-goat) were abundant in the farm, for which they were not exposed to heat stress during the day, this being a favorable factor with incidence on the productive levels.

Some species of forage trees and shrubs, in addition to producing large amounts of foliage, show a good nutrient balance and can reduce the dependence on imported inputs for feeding livestock. According to Pérez (2003), the foliage of most ligneous species shows crude protein (CP) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) contents two or three times higher than those of tropical pastures and, in some cases, they are also higher than those of the commercial concentrate feeds commonly used in cattle feeding.

Figure 2 quantifies, in general and by purpose, the trees found in the system; the best represented ones were living poles, which had a remarkable value for the animals under exploitation, as well as for the wild fauna of the zone, among other benefits.

At present, around 1 500 living poles of *Gliricidia sepium* and 250 of *Jatropha curcas* are commercialized; these results differ from the ones obtained by Peña (2002), who stated that in spite of the ecological advantages, agroforestry systems constitute a land use which does not rapidly contribute economic yields and, thus, few are the incentives to establish and maintain them.

Tabla 3. Algunas de las especies forrajeras del sistema  
Table 3. Some forage species of the system

Especie	Número de individuos	Uso dentro del sistema
Leucaena	237	Banco de proteína, silvopastoreo, postes vivos, sombra en los pastizales, protección del suelo
Morera	23	Postes vivos, alimentación animal, sombra
Titonia	17	Postes vivos, alimentación animal, sombra
Algarrobo (sp. varias)	39	Alimentación animal, sombra, maderable
Guásima	87	Alimentación animal, sombra, maderable

al de los pastos tropicales y, en varios casos, también resultan superiores al de los concentrados comerciales comúnmente usados en la alimentación vacuna.

En la figura 2 se cuantifica, de forma general y por propósito, los árboles que se encontraron dentro del sistema; estuvieron mejor representados los postes vivos, los cuales tuvieron un apreciable valor para los animales en explotación, así como para la fauna silvestre de la zona, entre otros beneficios.

Anualmente se comercializan alrededor de 1 500 postes vivos de piñón cubano (*Gliricidia sepium*) y 250 de piñón botija (*Jatropha curcas*); estos resultados difieren de los obtenidos por Peña (2002), quien planteó que a pesar de las ventajas ecológicas, los sistemas agroforestales constituyen un uso de la tierra que no aporta rendimientos económicos rápidamente y, por ende, son pocos los incentivos para establecerlos y mantenerlos.

Con lo anterior se demostró el potencial de la presencia de los árboles para la alimentación animal y el ecosistema, los cuales pueden constituir excelentes opciones, siempre que se cuide su manejo y ordenamiento para obtener un óptimo rendimiento (Lascano, 1996; Restrepo, 2002).

Los resultados de la producción pecuaria de la finca (tabla 4) mostraron que este sistema es

All the above-explained facts proved the potential of the presence of trees for animal feeding and the ecosystem, which can constitute excellent choices, as long as their management and arrangement are taken care of to obtain optimum yield (Lascano, 1996; Restrepo, 2002).

The results of livestock production in the farm (table 4) showed that this system is self-sufficient for satisfying the needs of meat, milk and eggs for the family members, without using external inputs and with ecological practices.

This study is adjusted to the report by Preston (2002), regarding the fact that a close integration of the livestock production activity with the agricultural system, where all the excreta is recycled, is the basis of highly productive and sustainable agriculture.

Production diversification allows farmers to decrease the risks that depend on natural factors (climate and pests) and also of those related to the product and input market, such as the fluctuations in the prices or the demand of farming products. In correspondence with the increase of agrobiodiversity food self-sufficiency is increased, which is shown in higher production by the system; these results confirm the potential of livestock-agriculture integrated systems, to face the productive limitations of tropical regions (Funes-Monzote *et al.*, 2001).

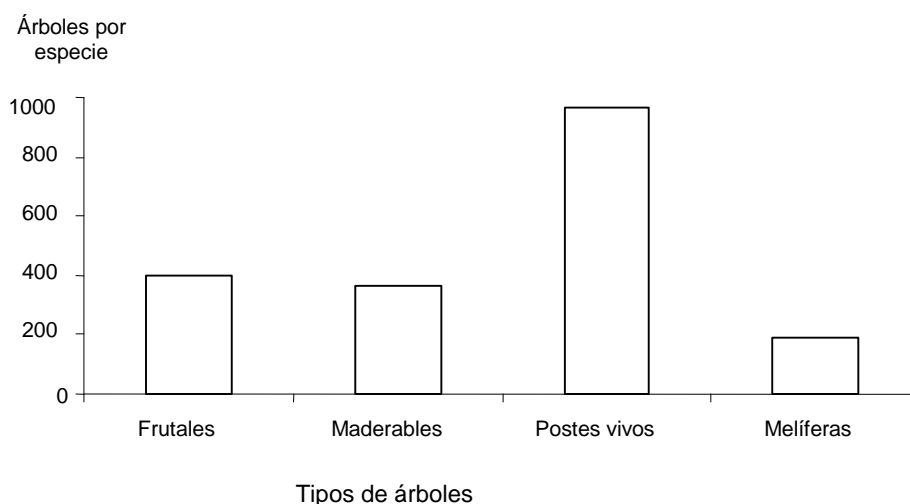


Fig. 2. Diversidad de árboles por propósito  
Fig. 2. Tree diversity by purpose

Tabla 4. Resultados de la producción pecuaria  
Table 4. Results of livestock production.

Producción	Año 2009
Leche vacuna (L)	10 500
Carne vacuna (kg)	1 387
Carne ovina (kg)	537
Carne caprina (kg)	630
Carne de cerdo (kg)	427
Carne de ave, varias especies (kg)	140

autosuficiente para satisfacer las necesidades de carne, leche y huevo de los integrantes de la familia, sin el empleo de insumos externos y con prácticas ecológicas.

Esta investigación se ajusta a lo planteado por Preston (2002), acerca de que una estrecha integración de la actividad pecuaria con el sistema agrícola, donde se reciclan todas las excretas, es la base de una agricultura altamente productiva y sostenible.

La diversificación de la producción permite a los campesinos disminuir los riesgos que dependen de los factores naturales (clima y plagas) y también de aquellos relacionados con el mercado de productos e insumos, como las fluctuaciones en los precios o en la demanda de los productos campesinos. En correspondencia con el aumento de la agrobiodiversidad se eleva la autosuficiencia alimentaria, lo que se manifiesta en una mayor producción del sistema; estos resultados confirman el potencial de los sistemas integrados ganadería-agricultura, para enfrentar las limitaciones productivas de las regiones tropicales (Funes-Monzote *et al.*, 2001).

La diversificación también está estrechamente relacionada con la dualidad autoconsumo/mercado que caracteriza a una gran parte de las sociedades campesinas modernas, ya que permite asignar o destinar una parte de su producción a su propia subsistencia, y otra al mercado. Implementar una estrategia de diversificación implica una seria organización de la unidad campesina.

De tal forma se aprecia la factibilidad de la aplicación de estos sistemas y la necesidad de desarrollarlos con una riqueza de especies, en el

Diversification is also closely related to the self-consumption/market duality which characterizes a large part of modern farmer societies, because it allows assigning or destining part of their production to their own subsistence, and the other to the market. Implementing a diversification strategy implies proper organization of the farmer unit.

Thus the feasibility of application of these systems and the need to develop them with species richness are noted, in the context of an agriculture that needs high productions, with efficiency and without affecting the environment (Fundora and Tellería, 2010).

With this diversification and integration a better comfort environment is created for the livestock and the byproducts of agriculture are used for feeding the different animal types, which excreta helps to maintain the fertility of grazing areas as well as the agricultural lands, because with harvests large amounts of nitrogen, phosphorus and potassium are annually extracted (Funes-Monzote, 2004).

### Conclusions

The biodiversity indicators showed optimum values, which contributed to the functionality of the diversified systems, the rational use of local resources, efficiency and productivity.

The model of analysis through the selected indicators may be considered as reference for later studies of the indicators of functional diversity of a traditional management system, with high diversification and integration.

--End of the English version--

contexto de una agricultura que necesita altas producciones, con eficiencia y sin afectar el ambiente (Fundora y Tellería, 2010).

Con esta diversificación e integración se logra crear un mejor ambiente de confort para los tipos de crianza y se emplean los subproductos de la agricultura en la alimentación de los diferentes tipos de animales, cuyas excretas ayudan a mantener tanto la fertilidad de las áreas de pastoreo como la parte agrícola, ya que con las cosechas se extraen anualmente grandes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio (Funes-Monzote, 2004).

### Conclusiones

Los indicadores de biodiversidad presentaron valores óptimos, que contribuyeron a la funcionalidad de los sistemas diversificados, el uso racional de los recursos locales, la eficiencia y la productividad.

El modelo de análisis a través de los indicadores seleccionados se puede considerar como referencia para posteriores estudios de los indicadores de la diversidad funcional de un sistema de manejo tradicional, con alto nivel de diversificación e integración.

### Referencias bibliográficas

- Castro, R. 2008. Mientras mayores sean las dificultades, más exigencia, disciplina y unidad se requieren. Discurso pronunciado en la conclusión de la Sesión Constitutiva de la Asamblea Nacional del Poder Popular. Periódico Granma. 25 de febrero
- Checkland, P. 1999. Systems thinking, systems practice. John Wiley & Sons. Chichester, UK.
- CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). 1997. Estrategia nacional ambiental de la República de Cuba. La Habana.
- Fundora, Zoila & Tellería, Teresita. 2010. La sensibilidad sobre la conservación de la diversidad vegetal. *Agricultura Orgánica*. 16 (2):7
- Funes-Monzote, F.R. 2004. Integración ganadería-agricultura con bases agroecológicas. Plantas y animales en armonía con la naturaleza y el hombre. 3ra. ed. Asociación Nacional de Agricultores Pequeños-Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. 57 p.
- Funes-Monzote, F.R. 2009. Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 176 p.
- Funes-Monzote, F.R. *et al.* (Eds.). 2001. Transformando el campo cubano: Avances de la agricultura sostenible. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. La Habana, Cuba. 286 p.
- Funes-Monzote, F.R. *et al.* 2009. Agro-Ecological Indicators (AEIs) for dairy and mixed farming systems classification: Identifying alternatives for the Cuban livestock sector. *J. of Sustainable Agric.* 33 (4):435
- Gliessman, S.R. 2001. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. CR Lewis Publishers. Boca Raton, USA. 357 p.
- González, Ana M. 2011. Sencillamente guajiros. Periódico Trabajadores. 16 de mayo. p. 8
- Lascano, C.E. 1996. Oportunidades y retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje de doble propósito. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Universidad de Zulia. Venezuela. p. 29
- Machín, B.; Roque-Jaime, A.M.; Ávila-Lozano, D.R. & Rosset, P.M. 2010. Revolución agroecológica: el movimiento de campesino a campesino de la ANAP en Cuba. Asociación Nacional de Agricultores Pequeños. La Habana, Cuba. 80 p.
- Méndez, B.A. 2010. Desequilibrio ecológico: Un reto para las actuales generaciones. Universidad del Pacífico. Buenaventura-Valle del Cauca, Colombia. p. 47
- Monzote, Marta; Muñoz, E. & Funes-Monzote, F. 2001. Integración ganadería agricultura. En: Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales-Centro de Estudios de Agricultura Sostenible. La Habana, Cuba. p. 235
- Peña, Caridad. 2002. Factores que influyen en el deterioro económico-productivo de la UBPC "Factor Rojo". Trabajo de curso sobre organizaciones cooperativas. La Habana, Cuba. 11 p.
- Pérez, R. 2003. La ganadería cubana en transición. En: Curso Internacional de ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente. Diagnóstico y marco conceptual (Módulos I y II). Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 62
- Pérez, R.; Pérez-Osorio, R. & Oquendo, G. 2004. Producción agropecuaria con enfoque agroecológico en una finca de Holguín, Cuba. Memorias II Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica (SIGA). Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 45
- Preston, T.R. 2002. Hacia sistemas integrados a partir de recursos locales. *LEISA*. 18 (1):15
- Restrepo, L. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. Tesis en opción al título académico de Máster en Desarrollo Sostenible de los Sistemas Agrarios. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 102 p.
- Shelton H.M.; Franzel, S. & Peters, M. 2005. Adaptation of tropical legume. Technology around the world: analysis of success. In: Grassland a global resource. (Ed. D.A. McGilloway). Proc. of XX International Grassland Congress. Dublin, Ireland. 149 p.
- Simón, L. 1999. Sistemas silvopastoriles. Formas y uso. *ACPA*. 4 (99):83

Recibido el 9 de enero del 2012

Aceptado el 10 de agosto del 2012