

Diversidad de especies vegetales en seis fincas del municipio Minas, Camagüey, Cuba

José Luis Céspedes Cansino¹, Mercedes Jiménez Rodríguez² & Manuel Ramón Estévez Domínguez³

¹ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0541-9436>, Universidad Ignacio Agramonte Loynaz, Departamento de Agronomía, municipio Camagüey, provincia Camagüey, Cuba, ²Universidad Ignacio Agramonte Loynaz, Departamento de Agronomía, municipio Camagüey, provincia Camagüey, Cuba, ³Universidad de Camagüey, Centro Universitario Municipal de Minas, Departamento de Cultura Física, municipio de Minas, provincia Camagüey, Cuba.

Citación: Céspedes Cansino, J., Jiménez Rodríguez, M., & Estévez Domínguez, M. (2019). Diversidad de especies vegetales en seis fincas del municipio Minas, Camagüey. *Agrisost*, 25(1), 1-10. Recuperado a partir de <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/e2724>

DOI (preprint): <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36576.94727>

Recibido: 5 junio 2018

Aceptado: 17 abril 2019

Publicado: 27 abril 2019

Financiamiento: Ninguno.

Conflictos de interés: No se declaran.

Correo electrónico: jose.cespedes@reduc.edu.cu

Resumen

Contexto: Las nuevas formas de producción que se establecen en la agricultura cubana implican un cambio en cuanto a la estructura productiva y a la diversidad de cultivos que se establecen en el agroecosistema, por tanto, es importante ir un poco más allá de los típicos inventarios que únicamente dan datos cualitativos de la existencia de especies, para lo cual se requiere de la aplicación de los índices biológicos cuyos cálculos aportan una información más detallada de la diversidad del agroecosistema.

Objetivo: Caracterizar la diversidad de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas en seis fincas del municipio de Minas.

Métodos: El trabajo se llevó a cabo en la etapa comprendida entre septiembre de 2016 y abril de 2017. Se muestreó un área de 0,24 hectárea por cada finca, determinando el número de individuos, géneros y especies. Se calcularon siete índices para los estudios comparativos y la repercusión en el agroecosistema de las prácticas agrícolas empleadas.

Resultados: los índices de diversidad mostraron valores de diversidad, dominancia y equidad bajos en general, exceptuando dos fincas, que manifestaron índices medios. Las fincas, resultaron florísticamente disímiles mayormente, en tal sentido se concluyó que las especies herbáceas muestran una mayor riqueza específica que las especies arbóreas, mostrando índices bajos de presencia proporcional y de abundancia relativa en las especies presentes, lo cual implica que sean poco equitativas y diferentes florísticamente, el manejo de las fincas muestra un inadecuado uso de los principios de la agroecología, lo cual implica una repercusión ambiental negativa en el agroecosistema.

Conclusiones: La diversidad de las fincas estudiadas la componen 67 especies herbáceas y 35 arbóreas, las fincas muestran bajos índices de diversidad, especialmente en las arbóreas, son poco equitativas y diferentes florísticamente. El manejo de las fincas muestra un inadecuado uso de las prácticas agroecológicas lo cual implica una repercusión ambiental negativa en el agroecosistema.

Palabras clave: recursos genéticos, agroecosistema, índices de diversidad.

Diversity of Plant Species on Six Farms in the Municipality of Minas, Camagüey, Cuba

Abstract

Context: The new forms of production that are established in Cuban agriculture imply a change in terms of the productive structure and the diversity of crops that are established in the agroecosystem, therefore, it is important to go a little beyond the typical inventories that they only give qualitative data on the existence of

species, for which the application of biological indices is required, the calculations of which provide more detailed information on the diversity of the agroecosystem.

Objective: To characterize the diversity of herbaceous, shrub and arboreal plants in six farms of the municipality of Minas.

Methods: The work was carried out in the period between September 2016 and April 2017. An area of 0.24 hectare was sampled for each farm, determining the number of individuals, genera and species. Seven indices were calculated for the comparative studies and an analysis of the impact on the agroecosystem of the agricultural practices used was carried out.

Results: The calculations of the indexes of biological diversity showed values of diversity, dominance and low equity in general, except for two farms, which showed average rates. The farms were floristically dissimilar, in this sense it was concluded that the herbaceous species show a greater specific richness than the arboreal species, showing low rates of proportional presence and relative abundance in the present species, which implies that they are unfair and different floristically, the management of the farms shows an inadequate use of the principles of agroecology, which implies a negative environmental impact on the agroecosystem.

Conclusions: The diversity of the studied farms is made up of 67 herbaceous and 35 arboreal species, the farms show low indexes of floristic biodiversity, especially in the arboreal ones, they are unfair and different floristically. The management of the farms shows an inadequate use of the principles of agroecology, which implies a negative environmental impact on the agroecosystem.

Key words: plant genetic resources, agroecosystem, diversity index.

Introducción

La reconversión de la producción agropecuaria adquiere en la actualidad una nueva connotación, pues no solo es necesaria para reducir los impactos negativos de la agricultura convencional, sino para lograr la resiliencia del agroecosistema y la soberanía alimentaria ante los efectos de la globalización y del cambio climático (Bonet, 2015).

Durante la reconversión de los sistemas de producción agropecuaria de convencionales a sostenibles, la biodiversidad constituye el objetivo principal, tanto la productiva como el resto que habita en el sistema, pues no se debe considerar tan solo cómo integrar y diversificar plantas y animales con fines productivos (agrobiodiversidad), sino que debe alcanzarse mayor complejidad para lograr multifunciones que aceleren la reconversión y mejora de la eficiencia de los sistemas de producción agropecuaria (Heywood, 1994).

Durante estos procesos se generan muchísimas experiencias que pueden ser de gran utilidad para los interesados, como es el caso del programa de Agricultura Suburbana en Cuba, que comenzó a mediados de 2009, constituyendo un buen ejemplo de reconversión de la agricultura con enfoque agroecológico para lograr soberanía, sostenibilidad y resiliencia de las ciudades del país Machín et al. (2010).

En pocas décadas, la biodiversidad vegetal ha sido reconocida a nivel nacional e internacional como un elemento fundamental para la generación de alimentos, la producción de medicamentos o materias primas para determinadas actividades industriales. Por tal razón su conocimiento, cuantificación y análisis es fundamental para entender el mundo natural relacionado con las especies de plantas que se desarrollan en los agroecosistemas y los cambios

inducidos por la actividad humana Vázquez et al. (2012).

Uno de los problemas ambientales que han suscitado mayor interés mundial en esta década es la pérdida de biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración del hábitat). Los medios de comunicación han impactado de tal manera que tanto el gobierno, la iniciativa privada, como la sociedad en general consideran prioritario dirigir mayores esfuerzos hacia programas de conservación. La base para un análisis objetivo de la biodiversidad y su cambio reside en su correcta evaluación y monitoreo Berovides & Gerhartz (2007).

Actualmente el significado y la importancia de la biodiversidad no están en duda y se han desarrollado una gran cantidad de parámetros para medirla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica para fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental Altieri & Nicholls (2007).

En todo estudio de la diversidad de un agroecosistema es importante ir un poco más allá de los típicos inventarios que únicamente dan datos cualitativos de la existencia de especies en los diferentes tipos de modelos productivos adoptados por los autores. Los listados de especies que crecen en un área, no tienen mayor utilidad para planificar el manejo. Por eso, la tendencia actual es cuantificar la información florística mediante el muestreo de las diferentes categorías de cobertura vegetal en el agroecosistema. Con los datos del muestreo se pueden obtener parámetros estructurales: densidad, abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia e índices de diversidad y similitud que permiten medir la diversidad e interpretar el real estado de conservación de la flora de un sector determinado (Magurran, 1989).

Esta información permite conocer cómo funcionan los bosques y otros tipos de cobertura vegetal, constituyendo una herramienta para planificar y ejecutar su manejo. En esta perspectiva es muy importante que el ingeniero forestal, agrónomo, ambiental y biólogo conozca las herramientas metodológicas que le permita caracterizar el estado de la diversidad en diferentes agroecosistemas Altieri & Nicholls (2007).

Materiales y Métodos

El trabajo tuvo lugar en la etapa comprendida entre septiembre de 2016 y abril de 2017, en seis fincas del municipio de Minas con diferentes formas de propiedad. Ubicadas en diferentes puntos del territorio y con suelos de tres tipos diferentes: Fersialítico Pardo Rojizo, Gleysol Húmico esléptico, carbonatado y Pardos mullido húmico y carbonatado, según Hernández et al. (2015).

El método utilizado se generó y desarrolló por el Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental, del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, de Colombia (2004) y adaptándose a las condiciones del lugar, fundamentándose en lo siguiente:

Se muestrearon los campos de las fincas registrando las especies presentes en un área de 0,24 hectáreas. Para ello se subdividieron los campos de las fincas en seis transectos, de 80 por 5 m, que, a su vez, cada de ellos se dividió en 16 pequeñas áreas de 5 x 5 m, con el propósito de facilitar el trabajo de identificación de las especies presentes en dicho transecto. En total se obtuvieron 96 pequeñas áreas de muestreo de 5 x 5 m, donde se determinó la presencia de las diferentes especies de plantas. La ubicación de los transectos es al azar, evitando la intercepción de los mismos. La distancia entre transectos fue de 20 m como máximo. Para demarcar los transectos se utilizó una cuerda de 80 m de longitud, marcada cada 5 m. Para dimensionar el tamaño de cada parcela de 5 x 5 m, se midió 2,5 m a cada lado de la cuerda.

Para el estudio de la biodiversidad se utilizó la medición mediante el empleo de índices de diversidad Alfa y Beta,

Métodos Alfa para medir la diversidad.

Índice de diversidad de Margalef

$$D_{Mg} = S - 1 / \ln N$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Índice de dominancia de Simpson

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra ($p_i = n_i/N$).

Interpretación

Cuando el valor se encuentra entre:

0 – 0,33 Diversidad baja, alta dominancia.

0,34 – 0,66 Diversidad media, dominancia media.

> 0,67 Diversidad alta, baja dominancia.

Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$.

Índice de Equidad de Shannon-Wiener

$$H' = - \sum p_i \times \ln p_i$$

Interpretación

Valores entre 0 y 1,35 diversidad baja.

1,36 y 3,5 diversidad media.

Mayor de 3,5 diversidad alta.

Índice de uniformidad o Equitabilidad de Pielou

$$E = H' / \ln S$$

H' : Corresponde a los valores de diversidad obtenidos.

S: Número de especies recolectadas.

Tabla 1. Análisis de los valores

Valores	Significación	
0 – 0,33	Heterogéneo en abundancia	Diversidad baja
0,34 – 0,66	Ligeramente heterogéneo en abundancia	Diversidad media
> 0,67	Homogéneo en abundancia	Diversidad alta

Coefficiente de similitud de Jaccard

$$I_j = c / a + b - c$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A.

Rango	Significación	Interpretación
0 a 0,33	No parecidos	Disímiles o diferentes florísticamente
0,34 a 0,66	Medianamente parecidos	Medianamente disímiles florísticamente
0,67 a 1	Muy parecidos	Similares florísticamente

b = número de especies presentes en el sitio B.

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Tabla 2. Análisis de los valores

Rango	Significación	Interpretación
0 a 0,33	No parecidos	Disímiles o diferentes florísticamente
0,34 a 0,66	Medianamente parecidos	Medianamente disímiles florísticamente
0,67 a 1	Muy parecidos	Similares florísticamente

A partir de un valor de similitud (s) se puede calcular fácilmente la disimilitud (d) entre las muestras: $d=1-s$ (Magurran, 1989).

Coefficiente de similitud de Sorensen para datos cuantitativos

$$I_{Scuant} = \frac{2pN}{aN+bN}$$

donde:

aN= número total de individuos en el sitio A

bN= número total de individuos en el sitio B

pN= sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios.

Interpretación

Cuando el valor está entre 0 – 0,33 no parecidos, disímiles o diferentes florísticamente.

Medianamente parecidos 0,34 – 0,66 medianamente parecidos florísticamente.

Muy parecidos 0,67 – 1 similares florísticamente.

Análisis de la repercusión en el agroecosistema de las prácticas agrícolas empleadas

Para esto se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Valores de diversidad por fincas.
- Métodos de labranza empleados para el alistamiento de los suelos para la siembra o plantación de los diferentes cultivos.
- Nivel de cobertura del suelo en las fincas.
- Reciclaje de los restos de cosechas y plantas herbáceas presentes, a partir de la incorporación al suelo.
- Uso de fuentes alternativas para la fertilización (materia orgánica, abonos verdes).

Esta información se obtuvo en entrevistas con los productores durante las visitas a las fincas, corroborado por la propia observación del investigador.

Resultados y discusión

En los muestreos realizados se contabilizaron un total de 7185 individuos pertenecientes a 34 familias, 89 géneros y 102 especies.

La diversidad en plantas arbóreas en las fincas estuvo conformada entre tres y 14 familias, y entre tres y 19 especies. Las familias de plantas más representativas estuvieron integradas por: Rutaceae con tres, Annonaceae, Arecaceae y Anacardiaceae con dos especies cada una. Es importante destacar que 20 de estas especies arbóreas registradas pueden servir en alguna medida para la alimentación humana. Cabe destacar como aspecto negativo de este análisis, el hecho de que en una de las fincas estudiadas se registraron tres familias e igual número de especies, representada por árboles frutales que persiguen un fin económico, tales son los casos del *Persea americana* Mill (aguacate), *Psidium guajaba* L (guayaba) y *Cocos nucifera* L (coco), lo cual constituye una simplificación marcada de la diversidad en la categoría de arbóreas, siendo perjudicial a la estabilidad y resiliencia del agroecosistema, se agrega a este aspecto como elemento negativo, el hecho de haberse establecido estos frutales en suelo Fersialítico Pardo Rojizo, pocos profundos y con una alta relación calcio-magnesio, aspecto contrario a los requerimientos de estos frutales, existiendo la posibilidad de que en el futuro los resultados no sean los esperados por el productor.

En la categoría de plantas herbáceas y arbustivas se registraron un total de 20 familias, 60 géneros y 67 especies, con solo cuatro especies que son utilizadas para la alimentación humana, aspecto muy negativo por lo que representa para la solución de los problemas de la alimentación humana, siendo escasa la variedad y cantidad de alimentos que proporcionan estas fincas, poniendo en peligro la seguridad alimentaria de las familias y de la propia comunidad para la cual ellas deben proporcionar abundancia de alimentos, en cantidades suficientes y de calidad. Se considera importante destacar que las familias de plantas herbáceas y arbóreas más representativas dentro de los agroecosistemas en estudio fueron: Poaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, con especies pertenecientes a ellas en cinco de las seis fincas estudiadas. Cabe destacar también por su presencia la familia Bromeliaceae, que aunque estuvo representada por una sola especie (*Bromelia pinguin* L), conocida como piña de ratón o maya en la provincia de Camagüey, se registró en cuatro fincas, siendo utilizada como cerca viva en los linderos, además, los casos de las familias Convolvulaceae y Fabaceae ambas también presentes en cuatro de las seis fincas estudiadas, esta última constituida por entre tres y seis especies diferentes, lo cual es importante por constituir en su gran mayoría ejemplares mejoradores del suelo.

Es importante plantear que por la época en que se realiza el trabajo (periodo poco lluvioso), la

influencia en el desarrollo de las plantas es significativo lo cual es un elemento a considerar en la escasa presencia de plantas herbáceas y arbustivas utilizadas para la alimentación humana, Tabla 3.

Estos resultados resultaron similares a los obtenidos por Vargas et al. (2016) y Vargas et al. (2017), en el periodo poco lluvioso en los trabajos realizados en fincas de la agricultura Urbana y Suburbana de Santiago de Cuba.

Tabla 3. Comportamiento de la composición botánica en el período

Gp	Ti	Fam.	Gen.	Esp.
Total	7185	34	89	102
Ph y Pa	6704	20	60	67
Parb	481	20	29	35

Leyenda: Gp: grupos de plantas, Ti: total de individuos, Fam: familias, Gen: géneros, Esp: especies, Ph: plantas herbáceas, Pa: plantas arbustivas, P arb: plantas arbóreas.

Índice de diversidad de Margalef

Al analizar los resultados del cálculo del índice de diversidad de Margalef (tabla 4), se aprecia que los valores obtenidos se ubican entre 1,35 y 4,14 para la categoría de plantas herbáceas y arbustivas, aspecto que muestra heterogeneidad de una finca con respecto a las otras al mostrar índices desde bajos hasta altos. Para el caso de plantas arbóreas los valores calculados muestran tendencia a valores bajos e incluso muy bajo en una de las fincas con 0,40, solo uno de los agroecosistemas estudiados mostró valor alto con índice de 3,61.

Los valores demostraron la existencia de poca diversidad de árboles en el sistema productivo, lo cual debe verse como una limitante desde el punto de vista de los servicios que puede ofrecer a la comunidad y desde el punto de vista agroecológico.

Estos valores resultan superiores, sobre todo los referidos a la categoría de plantas herbáceas, a los planteados por Valdés (2004) en ecosistemas de pinares naturales en la zona de "San Andrés" y a los descritos por Paneque (2004), en ecosistemas de galerías de la parte alta de la cuenca del río "San Diego"

Vargas et al. (2016) y Vargas et al. (2017), encontraron de forma general en trabajos realizados en fincas de la agricultura Urbana y Suburbana de Santiago de Cuba, que este índice tuvo una tendencia a la variabilidad para cada período analizado en los diferentes grupos de plantas al cambiar de una época a otra (periodo menos lluvioso y lluvioso), en el caso de esta investigación, se trabaja en una sola época (menos lluvioso) y las variaciones se dan entre una finca y otra, dado en primer lugar por el tipo de suelo que predomina y en segundo lugar por la agrotecnia practicada por los productores.

Tabla 4. Índice de diversidad de Margalef para herbáceas, arbustivas y arbóreas

Fincas	Ph y Pa.	P arb.
El Mamey	4,14	1,40
La fe	2,86	2,02
La Caridad	1,35	0,40
Los Mangos	1,58	3,61
La Nena	2,59	1,37
La Nilda	2,34	2,82

Leyenda: Ph: plantas herbáceas, Pa: plantas arbustivas, P arb: plantas arbóreas.

Índice de dominancia de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

En la Tabla 5 se muestra los resultados del índice de dominancia de Simpson y diversidad, para las especies registradas en cada una de las fincas estudiadas, en las categorías de plantas arbóreas, herbáceas y arbustivas. En tal sentido es posible apreciar que, según los valores de Simpson para la categoría de plantas herbáceas y arbustivas, la mayoría de las fincas mostraron valores que indican la existencia de baja dominancia de especies, o, dicho de otra manera, la presencia de una alta diversidad con valores de dominancia ubicados entre 0 y 0,33 y de diversidad superiores a 0,67, solo se exceptuó dos fincas con índice de dominancia y diversidad medio. En cuanto a los resultados obtenidos para dichos índices, para las especies de plantas arbóreas, se aprecia que, con la excepción de una de las fincas, cuyos valores representan una dominancia y diversidad media, al ubicarse los resultados entre 0,34 y 0,66 en ambos casos, los cinco restantes los valores son superiores a 0,67 para la diversidad y entre 0 y 0,33 para la dominancia, lo cual indica una alta diversidad y baja dominancia de una especie con relación a las otras.

Del análisis de los valores de Simpson se puede concluir que es importante para la uniformidad y la equidad de la comunidad que los índices indiquen mayormente una diversidad alta, lo cual se contraponen a la dominancia de una especie sobre otras, contribuyendo este resultado un elemento importante al favorecer el adecuado funcionamiento del agroecosistema. Sin embargo, esto debe verse con cierta reserva pues se trata de una alta diversidad de las especies relacionadas con el número de individuos que representan a cada especie, que es numeroso, pero las especies son escasas dado que, en las plantas herbáceas de 66 especies registradas, solo tres se utilizan como alimentos para los seres humanos lo que representa solo el 4,54 %, con un número elevado de ejemplares de cada uno de ellas, pero limitado en cuanto a la diversidad de especies. Para el caso de las especies arbóreas es más favorable la situación pues las especies comestibles que son 18 de un total de 35 especies registradas, representan el 51,42 %, lo cual limita la posible variabilidad de ofertas de productos alimenticios ofrecidos por los sistemas productivos a la comunidad especialmente en las especies herbáceas que desempeñan el papel

fundamental en el suministro de alimentos en cantidad y variedad, viendo limitado en tal sentido este elemento.

Estos resultados muestran una tendencia diferente a los ofrecidos por Peet (1974) y Magurran (1989), citados por Moreno & Halffer (2001), donde los valores se ubican en una diversidad media y con los obtenidos por Vargas et al. (2016) y Vargas et al. (2017), en fincas de la agricultura Urbana y Suburbana de Santiago de Cuba, donde es analizado este índice de un periodo a otro con tendencia fluctuante en los diferentes grupos de plantas analizados y en las diferentes fincas, aunque en algunos de estos agroecosistemas estudiados, hubo una tendencia a incrementarse la dominancia del periodo menos lluvioso al lluvioso.

Tabla 5. Índices de dominancia y de diversidad en fincas estudiadas del municipio de Minas

Fincas	Dom. Ph y Pa	Div. Ph y Pa	Dom. P arb.	Div. P arb.
El Mamey	0,21	0,79	0,14	0,86
La fe	0,19	0,81	0,20	0,80
La Caridad	0,48	0,52	0,23	0,77
Los Mangos	0,17	0,83	0,18	0,82
La Nena	0,16	0,84	0,43	0,57
La Nilda	0,39	0,61	0,19	0,81

Leyenda: Ph: plantas herbáceas, Pa: plantas arbustivas, P arb: plantas arbóreas, Dom: dominancia, Div: diversidad.

Índice de Equidad de Shannon-Wiener

Los resultados del cálculo de este índice se muestran en la Tabla 6, apreciándose para la categoría de herbáceas y arbustivas, tres fincas que mostraron valores del índice que las ubican en una diversidad media a ubicarse entre 1,36 y 3,5. Las restantes poseen valores que las situaron entre 0-1,35, indicando un índice de diversidad bajo, una de las fincas mostró un valor muy bajo con índice de 0,44.

Al analizar los resultados en la propia tabla, para la categoría de plantas arbóreas, se apreció que existen cuatro fincas con valores de diversidad media, ubicándolas entre 1,36 y 3,5. En la categoría de diversidad baja (0-1,35), se ubican las dos restantes fincas.

Este índice demuestra la existencia de valores del número de ejemplares de las especies cultivadas en algunas fincas, por debajo de los indicadores que corresponden a la equidad del agroecosistema, constituyendo un indicador de las prioridades de los productores, a partir de intereses económicos que atentan contra la adecuada estabilidad del agroecosistema y un mejor funcionamiento de todos sus elementos componentes, a lo cual deben prestar la debida atención los actores, representados por sus dueños.

Sin embargo, estos valores son superiores a los resultados ofrecidos por Valdés (2004) en ecosistemas de pinares naturales en la zona de "San

Andrés" y por los descritos por Paneque (2004), en ecosistemas de bosques de galerías de la parte alta de la cuenca del río "San Diego" y citados por Sánchez (2010), donde los valores para especies de plantas herbáceas y arbóreas, no sobrepasa el valor 1,5, lo cual muestra valores de equidad más bajos para el número de especies presentes en ambas categorías de plantas. Al comparar estos resultados con los ofrecidos por Vargas et al. (2016) y Vargas et al. (2017), en fincas de la agricultura Urbana y Suburbana de Santiago de Cuba, vemos que los obtenidos por los referidos autores son superiores en ambos periodos analizados, a los reportados en fincas del municipio de Minas provincia de Camagüey, indicando una menor diversidad de estas últimas en relación con el trabajo citado para Santiago de Cuba.

Tabla 6. Índice de Equidad de Shannon-Wiener para fincas estudiadas en el municipio de Minas

Fincas	Ph y Pa	P arb.
El Mamey	1,75	1,68
La fe	1,90	1,95
La Caridad	0,44	0,95
Los Mangos	1,90	1,81
La Nena	1,34	0,62
La Nilda	1,01	2,23

Leyenda: Ph: plantas herbáceas, Pa: plantas arbustivas, P arb: plantas arbóreas.

Índice de Uniformidad o Equitabilidad de Pielow.

Los resultados de este índice se muestran en la Tabla 7, observándose que en la categoría de herbáceas y arbustivas, existió una tendencia en la gran mayoría de las fincas hacia un agroecosistema ligeramente heterogéneo en abundancia, que corresponde a una diversidad media, lo cual ubicó los valores entre 0,34 y 0,66. La excepción lo constituye la finca La Caridad con un índice de 0,19, que representó un agroecosistema de escasa abundancia en especies, lo cual inca una diversidad baja. Para la categoría de plantas arbóreas se puede observar en dicha tabla, resultados similares a los anteriores, ubicándose cinco de las seis fincas en la categoría de ligeramente heterogéneo en abundancia, correspondiendo a una diversidad media, en la categoría de agroecosistema heterogéneo en abundancia de diversidad baja con valor de 0,26 se muestra la finca La Nena. Todos estos valores del Índice de Uniformidad de Pielow corroboraron que las comunidades en estudio, en este caso representadas por las seis fincas, las especies existentes resultaron ser inferiores a las necesarias para lograr un agroecosistema equilibrado y de una mayor uniformidad en el número de individuos para cada especie establecida en el predio, haciendo la finca menos vulnerable a los efectos negativos de los eventos meteorológicos extremos.

Los resultados de estos índices en su conjunto, son comparables con los obtenidos por Valdés (2004) en

ecosistemas de pinares naturales en la zona de "San Andrés" y por los descritos por Paneque (2004) en ecosistemas de bosques de galerías de la parte alta de la cuenca del río "San Diego" y citados por Sánchez (2010).

Tabla 7. Índice de Uniformidad o Equitabilidad de Pielou en seis fincas estudiadas del municipio de Minas

Fincas	Unif o Equi Ph y Pa	Unif o Equi P arb.
El Mamey	0,57	0,78
La fe	0,67	1,19
La Caridad	0,50	1,88
Los Mangos	0,93	1,20
La Nena	0,53	0,58
La Nilda	0,48	1,37

Legenda: Ph: plantas herbáceas, Pa: plantas arbustivas, P arb: plantas arbóreas, Unif: uniformidad, Equi: Equitabilidad.

Índices de Diversidad Beta

Para el estudio de la relación de especies de una comunidad con las de otra se emplearon los Índices de Diversidad Beta o diversidad entre hábitats,

Coefficiente de Similitud y Disimilitud de Jaccard

Los valores calculados a partir de las muestras tomadas para dos comunidades en estudio, aparecen reflejados en la Tabla 8. En ella se muestran las comparaciones posibles de las seis fincas estudiadas en cuanto a la composición de especies se refiere, corroborándose que de las tres categorías en que pueden ubicarse según lo reportado por la literatura para la interpretación de los resultados obtenidos para el cálculo del índice de Jaccard, es posible apreciar, en el caso de las especies herbáceas, que las fincas se ubican en la categoría de no parecidas, con índices que las sitúan entre 0 y 0,33, lo explica que son disímiles o diferentes florísticamente. Es importante significar que la finca más disímil en cuanto a las especies que se registran en ella para la categoría de herbáceas, corresponde a La Caridad, llegando a mostrar valores de 1,00 al compararse con tres de las demás fincas estudiadas, lo cual pudo ser por causa del tipo de suelo predominante en dicha finca, determinando la existencia de especies en algunos casos muy propias de para este tipo de suelo, como es el caso del Fersialítico Pardo Rojizo, según Hernández et al. (2015).

Al analizar en la propia tabla los resultados del índice de Jaccard para las especies arbóreas, se pudo apreciar que la mayor parte de las comparaciones coincidieron con la categoría de no parecidas, lo cual significa que son disímiles o diferentes florísticamente, con valores entre 0-0,33. Solo se exceptúa las comparaciones entre las fincas El Mamey-La Caridad, con suelos Fersialítico Pardo Rojizo la primera y Pardos mullido húmico y carbonatado, la segunda, según Hernández et al. (2015) y La Fe-La Nilda, con suelos Pardo mullido húmico y carbonatado la primera y Gleysol Húmico

eslítico, carbonatado la segunda, según Hernández et al. (2015), pertenecientes a propiedades heredadas, cuyos valores son de 0,37, ubicándolas en la categoría de medianamente parecidos (0,34-0,66), o lo que es lo mismo, medianamente disímiles florísticamente. En el caso específico de la comparación de la finca El Mamey y La Fe, el valor del índice se ubica en el límite de la categoría inferior, no parecidas, disímiles o diferentes florísticamente con 0,33. De estos resultados muestran como aspectos positivos que la disimilitud de los agroecosistemas representa una ventaja en cuanto a la variedad de productos alimenticios que puede ofrecer el agroecosistema a la comunidad, visto como aspecto social, y desde el punto de vista agroecológico como factor importante en el manejo de las plagas de los cultivos.

Estos resultados muestran similar tendencia a los reportados por Salas et al. (2009) en el Municipio de Lousã de Portugal e inferiores a los obtenidos por (Vanegas, 2010) en el estado de Antioquia en Colombia, así como a los ofrecidos por Vargas et al. (2016) y Vargas et al. (2017), en fincas de la agricultura Urbana y Suburbana de Santiago de Cuba.

Tabla 8. Coeficiente de similitud y disimilitud de Jaccard

Fincas	Cs H y A	Cd H y A	Cs Arb.	Cd Arb.
Mam-Lfe	0,29	0,71	0,33	0,67
Mam-Lcar	0,11	0,89	0,37	0,63
Mam-Lman	0,03	0,97	0,23	0,77
Mam-Lne	0,15	0,85	0,19	0,81
Mam-Lnil	0,13	0,87	0,10	0,90
Lfe-Lcar	0,06	0,94	0,07	0,93
Lfe-Lman	0,03	0,97	0,24	0,76
Lfe-Lne	0,14	0,86	0,15	0,85
Lfe-Lnil	0,26	0,74	0,37	0,63
Lcar-Lman	0,00	1,00	0,16	0,84
Lcar-Lne	0,00	1,00	0,08	0,92
Lcar-Lnil	0,00	1,00	0,06	0,94
Lman-Lne	0,04	0,96	0,11	0,89
Lman-Lnil	0,05	0,95	0,22	0,78
Lne-Lnil	0,03	0,97	0,19	0,81

Legenda: Cs: coeficiente de similitud, Cd: coeficiente de disimilitud, H: plantas herbáceas, A: plantas arbustivas, Arb: plantas arbóreas, Fincas: Mam: El Mamey, Lnil: La Nilda, Lne: La Nena, Lfe: La Fe, Lcar: La Caridad, Lman: Los Mangos.

Coefficiente de similitud de Sorensen

En la Tabla 9 aparece comparación entre dos comunidades, pero en este caso para el número de individuos registrados para dos fincas, al cual se le ha dado el nombre de coeficiente de Sorensen. En dicha tabla es posible apreciar que para las especies herbáceas y arbustivas todas las fincas se ubicaron en la categoría de no parecidas, con índices que lo sitúan entre 0 y 0,33, significando que son disímiles o diferentes florísticamente. La finca La Caridad continuó siendo la de mayor disimilitud de todas con valor de 1,00, valor máximo posible a alcanzar en las comparaciones, lo cual se manifestó de la paridad con las fincas Los Mangos, La Nena y La Nilda. Es

importante destacar que las fincas que mostraron el valor máximo de disimilitud, presentan suelos diferentes, por lo que esa gran diferencia en el número de especies de plantas presentes pudo estar condicionado por este factor y en otros casos por la agrotecnia empleada como condición que puede o no propiciar la presencia de mayores o menores densidades de población de arvenses en las áreas de cultivo.

En el caso de las especies arbóreas, con la excepción del resultado de comparar la finca El Mamey-La Caridad (0,36) y La Fe-La Nilda (0,39), cuyos valores del índice de Sorensen las ubicaron en la categoría de medianamente parecidas, o lo que es lo mismo, medianamente disímiles florísticamente, todas las demás comparaciones se correspondieron con la categoría inferior que reconoce a las no parecidas, con índices que las sitúan entre 0 y 0,33, siendo disímiles o diferentes florísticamente en relación con el número de individuos correspondientes a cada especie registrada por finca. Tales resultados pudieron estar dados por las causas mencionadas anteriormente para las herbáceas y se agregaría, además, el factor económico y la experiencia del productor en el caso de las especies arbóreas cultivadas.

Estos resultados muestran similar tendencia que los obtenidos por a los reportados por a los reportados por Salas et al. (2009) en el Municipio de Lousã de Portugal e inferiores a los obtenidos por (Vanegas, 2010) en el estado de Antioquia en Colombia y a los reportados por Vargas et al. (2016) y Vargas et al. (2017), en fincas de la agricultura Urbana y Suburbana de Santiago de Cuba.

Tabla 9. Coeficiente de similitud y disimilitud de Sorensen para el número de individuos

Comp. entre fincas	Cs Ph y Pa	Cd Ph y Pa	Cs P arb.	Cd P arb.
Mam-Lfe	0,20	0,80	0,11	0,89
Mam-Lcar	0,01	0,99	0,36	0,74
Mam-Lman	0,02	0,98	0,05	0,95
Mam-Lne	0,01	0,99	0,02	0,98
Mam-Lnil	0,03	0,97	0,04	0,96
Lfe-Lcar	0,001	0,999	0,14	0,86
Lfe-Lman	0,06	0,94	0,31	0,69
Lfe-Lne	0,12	0,88	0,03	0,97
Lfe-Lnil	0,11	0,89	0,39	0,61
Lcar-Lman	0,00	1,00	0,04	0,96
Lcar-Lne	0,00	1,00	0,01	0,99
Lcar-Lnil	0,00	1,00	0,03	0,97

Lman-Lne	0,01	0,99	0,03	0,97
Lman-Lnil	0,03	0,97	0,22	0,78
Lne-Lnil	0,002	0,998	0,05	0,95

Leyenda: Cs: coeficiente de similitud, Cd: coeficiente de disimilitud, Ph: plantas herbáceas, Pa: plantas arbustivas, P arb: plantas arbóreas, Fincas: Mam: El Mamey, Lnil: La Nilda, Lne: La Nena, Lfe: La Fe, Lcar: La Caridad, Lman: Los Mangos.

Repercusión de las prácticas de manejo en el agroecosistema

El análisis de la repercusión de las actividades generadas por el factor antrópico como ente modificador de los ecosistemas naturales (componentes esenciales del medio ambiente) al imponer un nuevo rediseño, con el establecimiento de los sistemas agrícolas, revela el nivel en que los actores respetan los procesos y los componentes de la naturaleza durante el desarrollo de las actividades productivas y los cambios estructurales en el agroecosistema que esto implica.

En tal sentido los estudios realizados en cada una de las fincas, constataron que el primer factor afectado es la diversidad al reducirse el número de especies naturales de plantas del ecosistema, al establecer las plantas de cultivo que por lo general son mucho menores en cuanto a diversidad se refiere, lo cual fue significativo en la finca La Caridad. Esta simplificación de la Diversidad implica cadenas más sencillas y dependientes, menor estabilidad y mayor dependencia de otros ecosistemas externos. Una mayor diversidad favorece la existencia de refugios de biorreguladores para las plagas que se puedan presentar en los cultivos de plantas alimenticias, coincidiendo con lo planteado por Vázquez et al. (2012). Además, mantener bajos índices de vegetación en las fincas significa interrumpir sus funciones esenciales, ya que como subsistema fundamental del sistema ecológico contribuye a: captar y transformador de energía solar puerta de entrada de la energía y la materia a la trama trófica, almacenadora de energía, proveedora de refugio de fauna, agente antierosivo del suelo, agente regulador del clima local, agente regulador de la contaminación atmosférica y del ruido, fuente de materia prima para el hombre, fuente de bienestar cultural y espiritual por su valor estético, recreativo y educativo.

En relación con las medidas de conservación de los suelos, como principal recurso medio ambiental, se tuvo en cuenta el manejo de los mismos a partir de las labores que se les realizan para ponerlos en condiciones de producción en cada finca, donde se pudo constatar que el sistema que se empleó fue casi exclusivamente con implementos de laboreo tradicional que producen la inversión del prisma (gradas y arados de discos) cuando se preparan áreas de una mayor extensión, mientras que en las más pequeñas se trabaja con la tracción animal. No se utilizaron los implementos que no invierten el prisma

y que ayudan a la conservación de los suelos, en primer lugar, porque no existe en las fincas la disponibilidad de estos y en segundo lugar por desconocimiento.

Un aspecto que va aparejado a la protección de los suelos es el mantenimiento de la cobertura del suelo entre un cultivo y otro o al estar en descanso, en cuanto a esto se corroboró la presencia de suelos casi desnudos, con poca cubierta vegetal demostrado en los bajos índices de cobertura en la mayor parte de las fincas, con valores entre el 5 y 25 %, lo cual constituye un factor importante en el aumento de la erosión de los suelos, al favorecer la acción negativa directa del viento, la lluvia y los rayos ultravioletas que contribuyen a la esterilidad de los mismos al eliminar la flora microbiana benéfica. Este aspecto constituye uno de los elementos más negativos en cuanto a la aplicación de metodologías y técnicas agrícolas se refiere en los sistemas productivos analizados. Por otra parte, el reciclaje de los restos de cosecha y plantas adventicias se efectuó a partir de su incorporación al suelo, casi exclusivamente, cuando se efectuaban las labores de preparación y se invierte el prisma, colocando la vegetación bajo el suelo. No se explotan otras vías para mantener los suelos para evitar que estén descubiertos, como las coberturas muertas y vivas lo cual es posible y por demás beneficioso para el agroecosistema.

Con relación al uso de fuentes alternativas de fertilización, con abonos naturales, se comprobó que existe una generalidad a no explotar esta posibilidad, por lo que se prescinde de los beneficios que esta práctica produce para el incremento de la fertilidad de los suelos, el mejoramiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, haciendo los sistemas agrícolas más sostenibles y productivos.

Conclusiones

La diversidad de las fincas estudiadas la componen 67 especies herbáceas y 35 arbóreas.

Las fincas muestran bajos índices de biodiversidad florística, especialmente en las arbóreas, son poco equitativas y diferentes florísticamente.

El manejo de las fincas muestra un inadecuado uso de los principios de la agroecología, lo cual implica una repercusión ambiental negativa en el agroecosistema.

Contribución de los autores

El primer autor José Luis Céspedes Cansino: trabajó en el diseño teórico de la investigación, planificando y organizando la misma por etapas y posteriormente en la recopilación, procesamiento de los datos, análisis y redacción del documento.

Mercedes Jiménez Rodríguez: participa de conjunto con el autor principal en los muestreos en cada una de los sistemas productivos y recopilación de los datos, en la revisión bibliográfica para el trabajo y el procesamiento de los mismos.

Manuel Ramón Estévez Domínguez: participa de conjunto con el autor principal en los muestreos en cada una de los sistemas productivos y recopilación de los datos, en la revisión bibliográfica para el trabajo, el procesamiento de los mismos y revisión de la redacción.

Conflictos de interés

No existen conflictos de interés.

Referencias

- Altieri, M., & Nicholls, C. (2007). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Barcelona: Ed. Icaria. Recuperado el 12 de marzo de 2018, de: <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/BiodiversidadAltieriNicholls.pdf>
- Berovides, V., & Gerhartz, J. (2007). *Diversidad de la vida y su conservación*. La Habana: Ed. Científico-Técnica.
- Bonet, A. (2015). *Gestión de Espacios protegidos*. Universidad de Alicante. Departamento de Ecología. Materiales docentes. Alicante. España.
- Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental, (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad*. Bogotá: Autor.
- Heywood, V. H. (1994). The measurement of biodiversity and the politics of implementation. En P.L. Forey, C.J. Humphries & R.L Vane-Wright. (eds.), *Systematics and Conservation Evaluation*. (pp. 15-22.). New York: Oxford University Press.
- Hernández Jiménez, A., Pérez Jiménez, J. M., Boch Infante, D., & Castro SpecK, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de: http://ediciones.inca.edu.cu/files/libros/clasificacionsueloscuba_%202015.pdf
- Magurran, A. E. (1989). *Diversidad Ecológica y su Medición*. Barcelona: Ed. VEDRA.
- Machín Sóna, B., Roque Jaime, A.M., Ávila Lozano, D., & Rosset, P.M. (2010). *Revolución Agroecológica: El Movimiento de Campesino a campesino de la ANAP en Cuba. Cuando el campesino ve, hace fe*. La Habana: Asociación Nacional de Agricultores Pequeños. Recuperado el 2 de febrero de 2018, de: http://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/Campesino_Campesino_Cuba.pdf
- Moreno, C., & Halffer, G. (2001). Spatial and temporal analysis of the α , β , and γ diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation*,

- 10 (3), 367-382, doi: <https://doi.org/10.1023/A:1016614510040>
- Paneque, I. (2004). *Caracterización de la composición florística de la vegetación leñosa de ribera de la parte alta de la cuenca hidrográfica del río San Diego*. (Trabajo de grado, Ingeniería Forestal). Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba.
- Peet, R. K. (1974). The Measurement of Species Diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5, 285-307, doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.05.110174.001441>
- Salas, R., Fidalgo, B., Gaspar, J., & Morais, P. (2009). Índices de biodiversidad y de estructura vertical–utilidad de aplicación en bosques con manejo forestal. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 5 (2), 74-85. Recuperado el 5 de septiembre de 2018, de: <https://www.itson.mx/publicaciones/rln/Documentos/v5-n2-3-indices-de-biodiversidad-y-de-estructura-vertical-utilidad-de-aplicacion-en-bosques-con-manejo-forestal.pdf>
- Sánchez, J. (2010). *Caracterización de la vegetación arbórea y herbácea de las áreas destinadas para el pastoreo de las Búfalas lactantes y sus crías en La Granja del MININT San Andrés*. (Trabajo de grado, Ingeniería Forestal). Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba.
- Valdés, N. (2004). Caracterización de la vegetación acompañante de los Pinares naturales de la Unidad Silvícola San Andrés [versión electrónica]. *Revista Electrónica Avance*, 2, (8): 23-35.
- Vanegas Bilbao, M. A. (2010). *Efecto de la complejidad de hábitat en la composición de la comunidad de hormigas en bosques premontanos en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica "Porce II". Departamento de Antioquia*. (Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al título de Magíster en Ciencias). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado el 5 de septiembre de 2018, de: <http://bdigital.unal.edu.co/3410/1/9732430.2010.pdf>
- Vargas Batis, B., Candó González, L., Pupo Blanco, Y., Ramírez Sosa, M., Escobar Perea, Y., Rizo Mustelier, M., Molina Lores, L.,... Vuelta Lorenzo, D. (2016). Diversidad de especies vegetales en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Agrisost*, 22(2), 1-23. Recuperado el 6 de septiembre de 2018, de: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/296>
- Vargas Batis, B., Candó González, L., Ramírez Sosa, M., Rizo Mustelier, M., Pupo Blanco, Y., González Pozo, L.,... Molina Lores, L. (2017). Diversidad de plantas objeto de cultivo en cuatro fincas de la agricultura suburbana de Santiago de Cuba. *Agrisost*, 23(3), 90-110. Recuperado el 5 de septiembre de 2018, de: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/2114>
- Vázquez Moreno, L., Matienzo Brito, Y., Alfonso Simonetti, J., Veitía Rubio, M., Paredes Rodríguez, E., & Fernández González, E. (2012). Contribución al diseño agroecológico de sistemas de producción urbanos y suburbanos para favorecer procesos ecológicos. *Agricultura Orgánica*, 18 (3), 14-18. Recuperado el 5 de septiembre de 2018, de: <https://www.researchgate.net/publication/265905305>