

Determinación de la biodiversidad y evolución de la complejidad en la finca La Palma, municipio Perico

Determination of biodiversity and evolution of complexity in La Palma farm, Perico municipality

Yuseika Olivera-Castro¹ <https://orcid.org/0000-0002-5330-2390>, Néstor Francisco Núñez-García² <https://orcid.org/0000-0001-5346-8852> y Wendy Mercedes Ramírez-Suárez¹ <https://orcid.org/0000-0001-7554-8685>

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior, Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba. ²Filial Universitaria Municipal Dora Alonso, Perico, Matanzas, Cuba. Correo electrónico: yuseika@ihatuey.cu; wendy.ramirez@ihatuey.cu

Resumen

Objetivo: Caracterizar la biodiversidad y determinar la evolución de la complejidad en la finca La Palma, del poblado El Roque, en el municipio Perico, Matanzas, Cuba.

Materiales y Métodos: En la finca se cuantificó la evolución de la biodiversidad de animales como de plantas. Se determinaron durante tres años (2017-2019) los índices de Margalef y Shannon (H') y el grado de complejidad de la biodiversidad, que considera cinco componentes: nociva, funcional, introducida funcional, auxiliar y productiva.

Resultados: El inventario registró varias especies de animales y plantas en la finca. Los animales tenían como principal función producir leche y carne, tracción animal y transporte, principalmente los caballos. Las gallinas y los ovinos se utilizan en la alimentación familiar y los perros, como mascotas. En cuanto al componente vegetal, se analizó la presencia de especies destinadas a la alimentación humana y animal, distribuidas en áreas de árboles multipropósitos (frutales, maderables y alimento animal), cultivos varios y forrajeras. Según la escala de valoración, el índice de Shannon (1,81-2,57), como el de Margalef (2,22-2,82), presentaron un valor en el rango considerado como medio. En cuanto al análisis de la complejidad, durante 2017 y 2018, la finca se clasificó como poco compleja, y evolucionó a medianamente compleja en 2019.

Conclusiones: La finca mostró en los años de estudio incremento de la biodiversidad, de plantas como de animales. La evolución de la complejidad de la finca, de poco a medianamente compleja, según la escala utilizada, facilitó conformar un plan estratégico para que el productor siga y pueda revertir la situación de su finca hasta poder llevarla a la máxima escala (altamente compleja).

Palabras clave: animales, diversificación, plantas, sostenibilidad

Abstract

Objective: To characterize biodiversity and determine the evolution of complexity in La Palma farm, in the El Roque town, Perico municipality, Matanzas, Cuba.

Materials and Methods: The evolution of animal and plant biodiversity was quantified in the farm. Margalef and Shannon indexes (H') and the degree of complexity of biodiversity, which considers five components: noxious, functional, introduced functional, auxiliary and productive, were determined during three years (2017-2019).

Results: The inventory recorded several species of animals and plants in the farm. The main function of the animals was to produce milk and meat, animal traction and transport, mainly horses. Chicken and sheep are used for family food and dogs are used as pets. As for the plant component, the presence of species for human and animal feeding was analyzed, distributed in areas of multipurpose trees (fruit trees, timber and feed), staple crops and forage. According to the evaluation scale, the Shannon index (1,81-2,57), as well as the Margalef index (2,22-2,82), showed a value in the range considered as moderate. Regarding the complexity analysis, during 2017 and 2018, the farm was classified as not very complex, and evolved to moderately complex in 2019.

Conclusions: The farm showed in the years of study increased biodiversity, of plants as well as animals. The evolution of the complexity of the farm, from low to moderately complex, according to the scale used, facilitated the formation of a strategic plan for the farmer to follow and be able to reverse the situation of his farm until it could be taken to the maximum scale (highly complex).

Keywords: animals, diversification, plants, sustainability

Introducción

La biodiversidad en un agroecosistema está formada por todas las especies existentes que interactúan en él. En estos últimos años, los cientí-

ficos han comenzado a dar mayor importancia a la función que desempeña la biodiversidad en el funcionamiento de los sistemas agrícolas, al considerar

Recibido: 19 de enero de 2022

Aceptado: 28 de febrero de 2022

Como citar este artículo: Olivera-Castro, Yuseika; Núñez-García, Néstor Francisco & Ramírez-Suárez, Wendy Mercedes. Determinación de la biodiversidad y evolución de la complejidad en la finca "La Palma" del municipio de Perico. *Pastos y Forrajes*. 46:e03, 2023

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

que es precisamente el principio fundamental de la agricultura sostenible (Vergara-Ruiz, 2017).

En Cuba, numerosas fincas han implementado agroecosistemas diversificados, integrados, sustentables y manejados con recursos locales, con fuentes alternativas de energía y un mínimo uso de insumos (Funes-Aguilar, 2016), lo que se ha convertido en una prioridad en los últimos años. Es por ello que el estudio de sistemas biodiversos y de su potencial se identifica como un aspecto necesario para una agricultura sostenible (Nova, 2016). La evaluación de la complejidad servirá como elemento de aprendizaje de los productores que adquieren conocimientos acerca de cómo continuar mejorando la sostenibilidad social, económica y ambiental de sus sistemas productivos.

El objetivo de este estudio fue caracterizar la biodiversidad y determinar la transición de la complejidad en la finca La Palma, del poblado El Roque, en el municipio Perico, Matanzas, Cuba.

Materiales y Métodos

Localización. La investigación se realizó en la finca La Palma, perteneciente a la cooperativa de crédito y servicios (CCS) Ramón Rodríguez Milián, del municipio de Perico, provincia Matanzas. Dicha finca cuenta con un total de 26,84 ha.

La finca se seleccionó para el estudio por encontrarse en el tránsito hacia un sistema sostenible, como una muestra de confianza de los proyectos y programas de innovación agropecuaria local (PIAL) y el de bases ambientales para la soberanía alimentaria (BASAL), en Matanzas. Además, fue una de las seleccionadas por la Delegación Municipal de la Agricultura, como finca escuela de este último proyecto.

Se tomó en consideración su historia, tiempo de explotación y carácter innovador del productor y su liderazgo. La evaluación se realizó durante tres años (2017-2019).

Determinaciones. Se cuantificó el número de especies e individuos por cada especie durante los tres años (en cada recorrido realizado a la finca, cada dos meses) y se caracterizaron de acuerdo con su propósito. Los índices utilizados para evaluar la biodiversidad fueron el de Margalef (IM) (riqueza de especies) [$IM = (S-1)/\ln N$, donde S = número total de especies y N = número total de individuos de todas las especies] y el de Shannon (H) (diversidad de especies) [$H = -\sum p_i \ln p_i$], 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], según

las recomendaciones de Moreno (2001), y su cálculo se realizó mediante el programa Diversity species & richness 3.02 (Henderson y Seaby, 2002).

La identificación de la biodiversidad se realizó con la utilización de la página web del ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*), en español sistema integrado de información taxonómica.

La determinación del grado de complejidad de los componentes de la biodiversidad se llevó a cabo según la metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas a partir del manejo agroecológico de plagas, propuesto por Vázquez-Moreno y Matienzo-Brito (2010), que considera cinco componentes de biodiversidad: 1) la productiva (BP) que es la biota introducida o autóctona, que se cultiva o cría con fines económicos (plantas y animales, agrobiodiversidad); 2) la nociva (BN) que comprende los organismos que afectan a las plantas y los animales de interés económico (las plagas agrícolas); 3) la introducida funcional (BIF), que incluye los organismos que se reproducen masivamente y se introducen en el sistema mediante liberaciones o aplicaciones inoculativas o aumentativas (artrópodos entomófagos, nematodos entomopatógenos, microorganismos entomopatógenos, antagonistas, los biofertilizantes, los abonos orgánicos y las micorrizas); 4) la funcional (BF) que tiene que ver con los biorreguladores de plagas (organismos que regulan naturalmente las poblaciones de fitófagos, fitoparásitos y fitopatógenos) y 5) la auxiliar (BA) que es la biota que habita naturalmente en los sistemas agrícolas y que contribuye indirectamente al resto de la biodiversidad. Se incluyen las plantas que crecen silvestres o se manejan, pero no fundamentalmente con fines productivos, así como los animales que se utilizan en las labores agrícolas.

Para cada componente se evaluaron diferentes indicadores, a los que de acuerdo con el valor de campo que adquirieron, sea absoluto o porcentual, se les atribuyen grados de complejidad, según la escala que se muestra en la tabla 1. Posteriormente, se procedió a multiplicar cada grado de la escala por el total de indicadores o componentes que lo poseían, y al final se sumaron todos los valores que resultaron de dicha multiplicación. El grado de complejidad de cada componente (dígase de la biodiversidad productiva, nociva, auxiliar, introducida funcional y funcional) se obtuvo a partir de la división del valor resultante de la sumatoria de la multiplicación de cada indicador entre el valor de la multiplicación del total de componentes por el número de grados

Tabla 1. Escala utilizada para clasificar la complejidad de cada indicador y componente de la biodiversidad, así como de la finca.

Grado de complejidad del sistema	Expresión de los resultados [¶]		Denominación del grado de complejidad de la finca
	Valor absoluto	%	
0	0	0	Simplificado
1	1-3	1-25	Poco compleja
2	4-6	26-50	Medianamente compleja
3	7-10	51-75	Compleja
4	Más de 10	Más de 75	Altamente compleja

[¶]Las fracciones por encima del 0,5 del valor final se consideran en el valor siguiente (Ejemplo: 3,8 es 4)

de la escala (N=5). El grado de complejidad de la finca se obtuvo a partir de la división del valor resultante de la sumatoria de la multiplicación de cada grado-indicador entre el valor de la multiplicación del total de componentes (n=48) por el número de grados de la escala (N=5) y, finalmente, con la multiplicación por cien para obtener el valor porcentual.

Resultados y Discusión

Biodiversidad. El inventario notificó la presencia de varias especies de animales y plantas en la finca. Los animales tenían como principal función producir leche y carne, lo que constituyen los rubros productivos más importantes. Además de proporcionar una fuente de proteína animal para el consumo, tienen otros usos, como tracción animal, y como transporte, principalmente los caballos. Las gallinas y los ovinos se utilizan en la alimentación familiar, y los perros, como custodia y mascotas.

Según Ramírez-Iglesias *et al.* (2020), la presencia de animales en los agroecosistemas resulta beneficiosa; por su contribución al reciclaje de nutrientes, la conservación del suelo y la capacidad de transformar la fitomasa en fuentes de alimento y bienes de uso para el hombre y el propio animal. En

la tabla 2 se muestra la composición de los animales presentes en la finca y la función que desempeñan.

Ramírez-Iglesias *et al.* (2020) plantean, además, que la tenencia de estas diferentes especies de animales en los agroecosistemas es importante, por la incidencia directa que tiene para la agricultura. Su función principal se relaciona con su contribución al reciclaje de nutrientes y su capacidad de transformar la fitomasa en fuente de alimentos y bienes de uso para el hombre. También constituyen una fuente de ingresos, como sustento económico del sistema.

En cuanto al componente vegetal, se analizó la presencia de especies destinadas a la alimentación humana y animal. Se encontraban distribuidas en áreas forrajeras, pastoreo, árboles multipropósitos (frutales, maderables, alimento animal) y cultivos varios (tabla 3).

Como se observa, entre los principales cultivos están: *Phaseolus vulgaris* L., *Zea mays* L., *Manihot esculenta* Crantz y *Solanum lycopersicum* L. Con estas producciones, se suple el autoabastecimiento familiar, y se cumple el plan de entrega a la base productiva.

Los árboles multipropósitos brindan sombra, aportan forrajes y frutos, las leguminosas fijan

Tabla 2. Cantidad de animales presentes en la finca y sus funciones.

Especie	Cantidad			Función
	2017	2018	2019	
Gallinas [<i>Gallus gallus domesticus</i> (Linnaeus, 1758)]	7	10	7	Producción de huevos y alimento humano
Caballos (<i>Equus caballus</i> Linnaeus, 1758)	3	5	12	Transporte
Vacunos (<i>Bos taurus</i> Linnaeus, 1758)	63	102	158	Producción de leche y carne, tracción animal
Cerdos (<i>Sus scrofa scrofa</i> Linnaeus, 1758)	10	16	22	Alimento humano
Ovinos (<i>Ovis aries orientalis</i> Gmelin, 1774)	8	10	5	Alimento humano
Perros (<i>Canis lupus familiaris</i> Linnaeus, 1758)	0	1	3	Custodia y mascota

Tabla 3. Cantidad de especies del componente vegetal presentes en el agroecosistema.

Especie	2017	2018	2019
<i>Mangifera indica</i> L.	5	25	30
<i>Persea americana</i> Mill.	20	70	90
<i>Psidium guajava</i> L.	4	4	10
<i>Citrus cinensis</i> L.	3	3	7
<i>Citrus x limón</i> (L.) Osbec.	2	2	5
<i>Annona reticulata</i> L.	2	2	5
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.)	3	4	6
<i>Annona squamosa</i> L.	3	3	3
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	2	2	2
<i>Spondias dulcis</i> Parkinson.	4	15	30
<i>Cocos nucifera</i> L.	1	1	3
<i>Cucumis sativus</i> L.	0	0	16 000
<i>M. esculenta</i>	6 000	15 000	21 000
<i>Z. mays</i>	22 500	31 500	45 000
<i>P. vulgaris</i>	300 000	390 000	450 000
<i>S. licopersicum</i>	300 000	400 000	406 000
<i>Allium sativus</i> L.	0	0	80 000
<i>Cucurbita pepo</i> L.	0	0	70 000
<i>Capsicum anum</i> L.	0	0	16 000
<i>Daucus carota</i> L.	0	0	12 000
<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	0	0	34 000
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	1	3	3
<i>Erythrina berteruana</i> Urb.	3	3	3
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	5	10	20
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	15	40	80
<i>Moringa oleífera</i> Lam.	5	8	10
<i>Saccharum officinarum</i> L.	17 000	21 000	30 000
<i>Cenchrus purpureus</i> (Shumach). Monrone.	20 000	20 000	10 000
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) Simón & Jacobs.	0	120 000	400 000
<i>Dichanthium annulatum</i> (Forssk.) Stapf, <i>D. aristatum</i> (Poir.) C.E. Hubb.	1 100 000	950 000	300 000
<i>Dichanthium caricosum</i> (L.) A. Camus, <i>Bothriochloa pertusa</i> (L.) A. Camus			
<i>Beta vulgaris</i> L.	0	0	10 000
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	0	0	17 000

nitrógeno atmosférico, reciclan nutrientes, abaratan el costo de los cercados, conservan y mejoran el suelo y la vegetación herbácea, protegen el potencial hídrico del lugar y sirven de hábitat a muchas especies de animales, por lo que constituyen verdaderas joyas en un sistema diversificado, según lo planteado por Baldini (2020).

Es importante valorar la influencia de los árboles como mejoradores del entorno y la creciente importancia que se le concede al recurso forestal,

entre las estrategias y acciones orientadas a la protección del medio ambiente, especialmente en la esfera agropecuaria.

El rescate, la siembra y el establecimiento de estas especies arbóreas con diferentes intereses económicos, como son el alimento y la madera, permitieron conservar y devolver al agroecosistema aquellas que con anterioridad estaban presentes, pero que la tala indiscriminada había disminuido. Ello se corroboró gracias a la intervención de un

trabajador (con más de 80 años), quien conocía con exactitud el lugar donde ahora está fomentada la finca.

La presencia de estas especies coincide con lo informado por Milián-García *et al.* (2018), quienes afirmaron que las especies de *M. indica*, *P. americana* y *P. guajava* eran las más representativas en un estudio realizado en una finca de Perico, en Matanzas. A estas especies también se refirieron Lezcano-Freires *et al.* (2020), quienes determinaron la biodiversidad en una finca en el municipio de Colón, en Matanzas, Cuba.

Los árboles benefician el ecosistema, ya que son mejoradores del entorno y de la calidad física, química y biológica de los suelos. Además, incrementan el contenido de la materia orgánica, se pueden usar como cercas vivas, brindan sombra, aportan fruto, reciclan nutrientes, abaratan el costo de los productos en los mercados, protegen el potencial hídrico del lugar, sirven de hábitat a la fauna silvestre y proveen bienes y servicios beneficiosos para la población humana (Pozo, 2019; Amaya-Romero y Gutiérrez-Castro, 2020).

Un aspecto ambiental positivo, que se registró con el fomento progresivo de estas especies de árboles multipropósito, fue la aparición de especies de la avifauna, entre las que se pueden mencionar la tojosa [*Columbina passerina* (Linnaeus, 1758)], sabanero [*Sturnella magna* (Linnaeus, 1758)], torcaza [*Palagioena inornata* (Linnaeus, 1758)], tomeguines [*Tiaris canora* (Gmelin, 1789)], zonzún [*Mellisuga helenae* (Linnaeus, 1758)] y cernícalos [*Falco sparverius* (Linnaeus, 1758)], las que según los vecinos de la zona no se veían desde hacía varios años. López-Vigoa *et al.* (2017) afirmaron que, con el incremento de los árboles en los sistemas ganaderos, se beneficia la presencia de las aves y otras especies de animales. También Aguilar *et al.* (2017) reportaron incremento en la avifauna en zonas ganaderas de Ecuador. Ello sucedió cuando se comenzó a repoblar las áreas con árboles multipropósitos.

Otras de las especies fomentadas fueron *G. sepium* (matarratón o árbol florido) y *S. dulcis* (ciruelo), principalmente para el fomento de cercas vivas.

Según Zamora-Pedraza y López-Acosta (2017), desde el punto de vista ecológico, las cercas vivas funcionan como zonas de refugio, nichos ecológicos y sitios de paso para ciertos organismos (plantas, insectos, aves y mamíferos pequeños), como se mencionó con anterioridad.

Para la producción de forraje se utilizan dos especies: *S. officinarum* y *C. purpureus*, y entre los pastos naturales y/o naturalizados identificados hubo predominio del complejo *Dichantium-Bothriochloa* y las áreas de SSP contaban con la presencia de dos arbóreas, *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt y *G. sepium* y *Megathyrus maximus* (la hierba de guinea), como pasto base, y el cultivar Likoni, variedad comercial adaptada a las condiciones edafoclimáticas tropicales. Todas estas especies están entre las más usadas en los sistemas ganaderos (Hoek y Mena, 2019).

Las especies de cultivos varios se sembraron en áreas de autoconsumo y casa de tapado, ambas son modalidades de sistemas de producción de alimentos, que contribuyen a mejorar la seguridad alimentaria y nutricional y la economía de los pequeños agricultores (Anaya-Cruz, 2020).

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. Por eso, la tendencia actual es cuantificar la información florística mediante el muestreo, con el que se pueden obtener indicadores estructurales, como densidad, abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia e índices de diversidad y similitud, que permiten medir la diversidad e interpretar el estado real de conservación de la flora de un sector determinado (Céspedes *et al.*, 2019).

Al determinar el índice de diversidad de especies (Shannon) y de riqueza de especies (Margalef), se pudo constatar que ambos se incrementaron con los años de estudio (tabla 4). Ello favorecido por la implementación de un grupo de prácticas, como rotación de cultivos, asociación de cultivos, intercalamiento de cultivos, empleo de fertilización orgánica, uso de barreras vivas, utilización de la diversificación de especies, variedades y cultivares vegetales, reciclaje de residuos de cosecha, fomento de áreas de sistema silvopastoril con acuartonamiento y delimitación con cercas vivas; además de la combinación de leguminosas y gramíneas para la alimentación del ganado y la siembra de árboles frutales y maderables.

Tabla 4. Comportamiento de los índices de biodiversidad en la finca.

Índice/Año	2017	2018	2019
Shannon	1,81	1,92	2,57
Margalef	2,22	2,26	2,82

Con relación a la diversidad de especies (índice de Shannon), se encontró en el rango de 1,81-2,57 según la escala de valoración, por lo que se clasificó como diversidad media. Estos resultados confirman el potencial que poseen los sistemas integrados de ganadería y agricultura, esenciales para enfrentar las limitaciones productivas de las regiones tropicales y las urgentes limitaciones ambientales, económicas y sociales del desarrollo agrícola sostenible (Vera-Pérez, 2011). Al comparar los valores obtenidos por Blanco *et al.* (2014), se observó que estuvieron por debajo (1,6 y 2,16) de los de la presente investigación.

En cuanto al índice de Margalef, se puede plantear que presentó un valor en el rango de 2,22-2,82 para los tres años de estudio, considerado como valor medio. Estos valores son inferiores a los informados por Milián-García *et al.* (2018), quienes obtuvieron un índice de 5,03 al evaluar la funcionalidad de biodiversidad de los árboles en una finca en transición agroecológica. Este índice supone que existe una relación entre el número de especies y el número total de individuos.

Lo anterior demostró el equilibrio entre el número de especies presentes en el sistema evaluado y el número de individuos por especie, donde se observó incremento acelerado de los cultivos. López-Hernández *et al.* (2017) determinaron la composición y la diversidad de especies de árboles en México, y obtuvieron valores inferiores de riqueza de especies (1,35) con respecto a los hallados en este estudio.

La evaluación de los índices brinda una medida cuantitativa. Sin embargo, su valoración ecológica es difícil, y suele ser muy controvertida, ya que depende del objetivo del estudio. En esta investigación es necesario hacer otras valoraciones, a partir

de las transformaciones logradas como parte del proceso de transición agroecológica.

El análisis de la complejidad de la finca (tabla 5) mostró que la biodiversidad presentó un grado de poco compleja (años 2017 y 2018) a medianamente compleja (año 2019). Este comportamiento en la finca se debió a que los indicadores estudiados de cada componente mostraron un resultado similar.

Es importante destacar la evolución por la que ha transitado la finca, observándose discretos incrementos porcentuales en cada componente por año en estudio. Al respecto, la escasa complejidad (simplificada) observada en la BF, durante los tres años, y en la BIF y BN, en el año 2017, se debió, fundamentalmente, a que el productor no realizaba algunas buenas prácticas en la finca, como la liberación de crías rústicas, y de enemigos naturales, la diversidad de polinizadores, los abonos orgánicos y foliares, entre otras.

Esta concepción de trabajo evolucionó con el decursar del tiempo. El productor comenzó a aplicar la liberación de *Trichogramma speciosus* (entomófago); de entomopatógenos o bioplaguicidas, como *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) cepa 13 y cepa 24; *Lecanicillium lecanii* (Zimmerm.) y *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.; además de la utilización de organismos antagonistas, como el *Trichoderma harzianum* Rifai strain, abonos orgánicos, biofertilizantes y micorrizas, lo que mejoró la condición de las componentes antes mencionadas.

No obstante, existieron indicadores, entre los diferentes componentes de la biodiversidad, que no expresaron su máximo potencial, debido a que no se sistematizaron prácticas agroecológicas, como la rotación e intercalamiento de cultivos, la liberación de enemigos naturales y la utilización de productos orgánicos en mayor cantidad, entre otras. Estas

Tabla 5. Comportamiento de las componentes de la biodiversidad de la finca en estudio.

Componente de la biodiversidad	2017		2018		2019	
	%	GC	%	GC	%	GC
Productiva (BP)	16,4	1	27,3	2	32,7	2
Auxiliar (BA)	24,0	1	22,0	2	36,0	2
Funcional (BF)	9,0	1	12,8	2	21,8	1
Introducida funcional (BIF)	15,6	1	35,5	2	40,0	2
Nociva (BN)	20,0	1	22,9	2	22,9	2
Clasificación de la finca respecto al grado de complejidad de la biodiversidad	Poco compleja (16,0 %)		Poco compleja (23,0 %)		Medianamente compleja (30,0 %)	

BP: biodiversidad productiva, BA: biodiversidad auxiliar, BF: biodiversidad funcional, BN: biodiversidad nociva, BIF: biodiversidad introducida funcional, GC: grado de complejidad.

no se implementaron desde los inicios, debido a la falta de conocimiento por parte del productor, de recursos materiales e insumos. Para eliminar estas deficiencias, el productor se capacitó en buenas prácticas que mejoran los componentes de la biodiversidad, entre las que se citan el uso de biorreguladores y la diversificación de enemigos naturales, entre otros. Ello propició una disminución de la BN en la finca.

Estos resultados ratifican la importancia que posee la biodiversidad en el sistema productivo y la necesidad de integrar los diferentes componentes en el sistema, no solamente animal y vegetal, sino el forestal, el ornamental y la biodiversidad auxiliar. La diversificación de cada práctica que se integra en el sistema puede contribuir a una mayor diversidad genética y estructural de la biota productiva (Vázquez-Moreno, 2013).

Además, es preciso tener en cuenta en la biodiversidad productiva la necesidad de considerar que todos los agroecosistemas son dinámicos y están sujetos a diferentes tipos de manejo. Por tanto, los arreglos de cultivos en el tiempo y el espacio cambian continuamente, de acuerdo con los factores biológicos, socioeconómicos y ambientales. Dichas variaciones en el paisaje determinan el grado de heterogeneidad característico de cada región agrícola, la que a la vez condiciona el tipo de biodiversidad presente (Morgado-Martínez *et al.*, 2019).

Martínez-Maqueira *et al.* (2020) plantearon que el desarrollo de fincas en conversión agroecológica, donde se integren varias especies vegetales cultivables y animales domésticos, que permitan sinergias y complemento entre las especies, en armonía con el ambiente y en beneficio de la sociedad, constituye un aporte importante para alcanzar un desarrollo sostenible.

Con relación a ello, Vázquez-Moreno (2011) planteó que a mayor diversidad de plantas cultivadas y animales de crianza en la finca será mayor la posibilidad de acercar el sistema productivo a las características de los ecosistemas naturales y, por tanto, reducir su artificialidad. Esta diversificación reduce la incidencia de organismos nocivos y aumenta el control natural de los mismos, lo que contribuye a que no se manifiesten como plagas, debido a los variados efectos de confusión, repelencia y reducción de los recursos alimentarios.

Conclusiones

La finca en estudio mostró como al transcurrir de los años se incrementó la biodiversidad, de plantas como de animales. En cuanto a la evolución de

la complejidad de la finca, se observó cómo transitó de poco compleja a medianamente compleja, según la escala utilizada. Esto permitió conformar un plan estratégico para que el productor pueda revertir la situación de su finca hasta poder llevarla a la máxima escala (altamente compleja).

Agradecimientos

A la familia del productor, que conjuntamente con el colectivo de autores hicieron posible la obtención de estos resultados, en cuanto a la complejidad de la biodiversidad en una finca campesina, ejemplo de tantas en la provincia Matanzas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos.

Contribución de los autores

- Yuseika Olivera-Castro. Diseño y montaje de la investigación y asesoramiento, procesamiento de datos y redacción del artículo.
- Néstor Núñez-García. Conformación de la investigación, toma de mediciones en el campo y elaboración del artículo.
- Wendy Mercedes Ramírez-Suárez. Procesamiento de datos y redacción del artículo.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, Adriana E.; Lascano, Sandra L.; Chiriboga, C. E.; Villacís, J. E. & Pozo-Rivera, W. E. Diversidad de aves en cercas vivas y potreros del trópico húmedo del Ecuador. *Bol. Téc.* 13 (Ser. Zool. 12-13):7-13. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1474>, 2017.
- Amaya-Romero, Y. R. & Gutiérrez-Castro, N. H. *Adaptación al cambio climático estimando la captura de carbono en la cobertura vegetal de árboles frutales, en la finca Buenos Aires, Vereda La Mojarrá, municipio de Los Santos, Santander*. Bucaramanga, Colombia: Unidades Tecnológicas de Santander. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/2225>, 2020.
- Anaya-Cruz, Betsy. Acceso a los alimentos en Cuba: prioridad, dificultades y reservas para mejorar. *Economía y Desarrollo*. 164 (2):e4. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425565064004>, 2020.
- Baldini, Carolina. La diversidad del paisaje y su importancia en los agroecosistemas. En: S. J. Sarandón, coord., ed. *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable*. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. p. 238-267, 2020.
- Blanco, D.; Suárez, J.; Funes-Monzote, F. R.; Boillat, S.; Martín, G. J. & Fonte, Leydi. Procedimiento integral para contribuir a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 37 (3):284-290. <https://>

- payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1803&path%5B%5D=2589, 2014.
- Céspedes, J. L.; Jiménez, Mercedes & Estévez, M. R. Diversidad de especies vegetales en seis fincas del municipio Minas, Camagüey, Cuba. *Agrisost*. 25 (1):e2724. <https://revistas.reduc.edu.cu/index/agrisost>, 2019.
- Funes-Aguilar, F. Actualidad de la agroecología en Cuba. En: F. Funes-Aguilar y L. L. Vázquez-Moreno, eds. *Avances de la Agroecología en Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 19-46, 2016.
- Henderson, P. A. & Seaby, R. M. H. *Species diversity and richness V3.0*. Lymington, England: PISCES Conservation Ltd. <https://species-richness-and-diversity-iii.software.informer.com/3.0/>, 2002.
- Hoek, R. van der & Mena, M. *La contribución de los forrajes tropicales a una ganadería más productiva y rentable con menos impactos ambientales y climáticos*. Managua: International Center for Tropical Agriculture. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/106877>, 2019.
- Lezcano-Fleires, J. C.; Miranda-Tortoló, Taymer; Lamela-López, L.; Montejo-Sierra, I. L.; Oropesa-Casanova, Katerine; Alonso-Amaro, O. *et al.* Evaluación de la biodiversidad en el manejo agroecológico de plagas en una entidad productiva de Matanzas. *Pastos y Forrajes*. 43 (4):293-303. <https://www.redalyc.org/journal/2691/269167438004/html/>, 2020.
- López-Hernández, J. A.; Aguirre-Calderón, Ó. A.; Alanís-Rodríguez, E.; Monarrez-Gonzalez, J. C.; González-Tagle, M. A. & Jiménez-Pérez, J. Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y bosques*. 23 (1):39-51, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311518>.
- López-Vigoa, O.; Sánchez-Santana, Tania; Iglesias-Gómez, J. M.; Lamela-López, L.; Soca-Pérez, Mildrey; Arece-García, J. *et al.* Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*. 40 (2):83-95. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269158172001>, 2017.
- Martínez-Maqueira, Y.; Castro-Barrío, Ana M. & Ferro-Valdéz, E. M. Agrobiodiversidad y su integración comunitaria en la estrategia de soberanía alimentaria Viñales. Cuba. *ECOVIDA*. 10 (2):195-212. <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/204>, 2020.
- Milián-García, Idolkys; Sánchez-Cárdenas, Saray; Wencomo-Cárdenas, Hilda B.; Ramírez-Suárez, Wendy M. & Navarro-Boulanger, Marlen. Estudio de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica La Paulina del municipio de Perico, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 41 (1):50-55. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2022>, 2018.
- Moreno, Claudia E. *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: CYTED, ORCYT/ UNESCO, SEA. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>, 2001.
- Morgado-Martínez, Mirna; Pérez-García, G. A. & Expósito-Cardoso, F. Diseño y manejo de la biodiversidad en dos fincas de la provincia de Ciego de Ávila. *Universidad y ciencia*. 8 (esp. XLI):380-394. <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/1370>, 2019.
- Nova, A. La agricultura en Cuba. *Taller Nacional de Intercambio sobre agricultura sostenible*. Varadero: Cuba, 2016.
- Pozo, P. P. del. Los sistemas silvopastoriles. Una alternativa para el manejo ecológico de los pastizales: Experiencias de su aplicación en Cuba. *Cadernos de Agroecología*. 14 (2). <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/2539>, 2019.
- Ramírez-Iglesias, Elizabeth; Cuenca, K. & Quizhpe, W. Manejo integrado de agroecosistemas en América Latina: Una opción para maximizar la producción resguardando la biodiversidad. *TEKHNE*. 23 (1):1-11. <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/4472>, 2020.
- Vázquez-Moreno, L. L. Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. *Agroecología*. 8 (1):33-42. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182951>, 2013.
- Vázquez-Moreno, L. L. *Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana*. La Habana: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, 2011.
- Vázquez-Moreno, L. L. & Matienzo-Brito, Y. *Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas*. Ciudad de La Habana: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. <http://doctoradoagroecologia2010.pbworks.com/f/INISAV+Metodolog%C3%ADa+para+la+clasificaci%C3%B3n+r%C3%A1pida+de+la+biodiversidad+.pdf>, 2010.
- Vera-Pérez, Luz M. *Estudio de indicadores de diversidad y productividad en un proceso de conversión agroecológica*. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, 2011.
- Vergara-Ruiz, R. La importancia de la biodiversidad en el funcionamiento de los agroecosistemas: caso floricultura. *Metroflor*. 113. <https://www.metroflorcolombia.com/la-importancia-de-la-biodiversidad-en-el-funcionamiento-de-los-agroecosistemas-caso-floricultura/>, 2017.
- Zamora-Pedraza, Gregoria & López-Acosta, J. C. *Cercos vivos. Más allá de una línea de árboles*. Xalapa, México: Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/cienciauv/files/2017/04/013-CYL-CER-COS-VIVOS-01.pdf>, 2017.