

EN

Implementation of agroecological practices for the transformation of “La Palma” cattle farm into a diversified farm

ES

Implementación de prácticas agroecológicas para la transformación de la finca ganadera “La Palma” a finca diversificada

Yuseika Olivera Castro^{1*}; Néstor Núñez García²; Wendy Ramírez Suárez¹; Manuel Hernández Hernández³

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” Central España Republicana, C. P. 44280, Matanzas, Cuba.

²FUM “Dora Alonso”, Perico.

³Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Catazajá, Chiapas, México.

*Corresponding author:
yuseika@ihatuey.cu;
yuseika2007@gmail.com
(ORCID 0000-0002-5330-2390)

Received: March 29, 2023 /
Accepted: June 15, 2023

DOI:
10.5154/r.chsagt.2022.03.08

Abstract

Agroecology represents a viable option to generate agricultural systems capable of producing, conserving biodiversity and natural resources, and at the same time, providing environmental services without depending on the use of chemical substances that affect the environment, therefore, agroecological practices are an appropriate strategy to obtain an ecological balance in production systems. This work was carried out with the objective of implementing five agroecological practices to transform the “La Pala” cattle farm into a diversified property. The research was carried out in the farm “La Palma, which belongs to the Credit and Services Cooperative (CCS) “Ramón Rodríguez Milián” in the municipality of Perico, province of Matanzas, Cuba. The farm has a total of 26.84 ha. The evaluation of the transformation, through the implementation of agroecological practices identified in the diagnosis, was carried out during three years (2017-2019). The good practices were, live fences, the establishment of silvopastoral systems (SPS), which varied from 2.5 ha (2017) to 14.19 (2019); this led to a decrease in natural pasture areas; another practice was the use of biological products such as compost, cow manure, worm humus, IH-Plus BF® microorganism, biochar and chicken manure and two areas to increase agricultural production (self-consumption area and semi-protected). After three years of research, it is concluded that the implementation of good practices on the farm favored the transformation of the livestock farm into a diversified one, which contributed to achieve sustainable management of resources and stimulate the use of the available resources on the farm and other organic inputs that help minimize the environmental impact and reduce the energy costs of production.

Keywords: Good practices, farm conversion, diversity.

Resumen

La agroecología representa una opción viable para generar sistemas agropecuarios capaces de producir, conservando la biodiversidad y los recursos naturales, y a la vez, proveer servicios ambientales, sin depender del uso de sustancias químicas que afecten al ambiente, por ello, las prácticas agroecológicas son una estrategia adecuada para obtener un equilibrio ecológico de los sistemas productivos. Se realizó este trabajo con el objetivo de implementar cinco prácticas



Please cite this article as follows (APA 7): Olivera Castro, Y., Núñez García, N., Ramírez Suárez, W., & Hernández Hernández, M. (2023). Implementation of agroecological practices for the transformation of “La Palma” cattle farm into a diversified farm *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 3(2). doi: <https://doi.org/10.5154/r.chsagt.2022.03.08>

agroecológicas para transformar la finca ganadera "La Palma" a una propiedad diversificada. La investigación se realizó en el predio "La Palma", que pertenece a la Cooperativa de Crédito y Servicios (CCS) "Ramón Rodríguez Milián" del municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba. La finca cuenta con un total 26.84 ha. La evaluación de la transformación, mediante la implementación de prácticas agroecológicas identificadas en el diagnóstico, se realizó durante tres años (2017-2019). Las buenas prácticas fueron, las cercas vivas, el establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP), que varió de 2.5 ha (2017) a 14.19 ha (2019); ello propició la disminución de las áreas de pastos naturales; otra de las prácticas fue la utilización de productos biológicos como la composta, el estiércol vacuno, el humus de lombriz, el microorganismo IH-Plus BF®, el biochar y la gallinaza y dos áreas para incrementar la producción agrícola (el área de autoconsumo y el semiprotegido). Después de tres años de investigación, se concluye que la implementación de las buenas prácticas en la finca, favorecieron la transformación de finca ganadera a una diversificada, lo que contribuyó a lograr el manejo sostenible de los recursos, y estimular el uso de las riquezas disponibles en el predio y otros insumos orgánicos que ayudan a minimizar el impacto ambiental y a reducir los costos energéticos de la producción.

Palabras clave: Buenas prácticas, conversión de la finca, diversidad.

Introduction

The challenges in today's agricultural production require a new and more complex approach compared to the past, where efforts were focused on increasing production. Faced with this reality, agroecology opens a way to optimize the interactions between humans and the environment (Sabourin et al., 2017; Sabourin et al., 2017a). Agroecological production is affected by the incentives promoted by public policies and in some cases represent barriers to the management and preservation of ecosystems from a suitable development approach (Martínez-Conde and Sánchez-Arce, 2018).

In Cuba, agrarian policy is manifested through programs, strategies and projections (Vázquez et al., 2017) such as, for example, the enactment of decrees and laws to support the delivery of land in usufruct. But there is uncertainty about the production models (conventional or agroecological) that usufructuaries are implementing on their farms. It is necessary to analyze the advantages and disadvantages of adopting agroecological practices and it should be taken into account that all agricultural territories are diverse from the biophysical and socioeconomic point of view, and the productive forms of the farms are also very different, because this is influenced by the human factor, mainly the perception of managers, technicians and farmers (Aykut et al., 2018).

Agroecology represents an alternative to the negative social, economic and cultural consequences of modern agriculture and, above all, to the environmental effects generated, and is presented as one of the new paradigms for promoting suitable local development.

Introducción

Los desafíos en la producción agrícola actual exigen un nuevo y más complejo enfoque respecto al pasado donde los esfuerzos se centraban en el incremento productivo. Frente a esta realidad, la agroecología abre un camino para optimizar las interacciones entre los seres humanos y el ambiente (Sabourin et al., 2017; Sabourin et al., 2017a). En la producción agroecológica inciden los incentivos promovidos por políticas públicas y en algunos casos representan barreras para la gestión y la preservación de los ecosistemas desde un enfoque de desarrollo sostenible (Martínez-Conde y Sánchez-Arce, 2018).

En Cuba, la política agraria se manifiesta a través de programas, estrategias y proyecciones (Vázquez et al., 2017) como, por ejemplo, la promulgación de decretos y leyes para respaldar la entrega de tierras en usufructo. Pero existe incertidumbre sobre los modelos productivos (convencional o agroecológico) que están implantando los usufructuarios en sus fincas. Es necesario analizar las ventajas y desventajas sobre la adopción de las prácticas agroecológicas y se debe tener en cuenta que todos los territorios agrícolas son diversos desde el punto de vista biofísico y socioeconómico, también son muy diferentes las formas productivas de las fincas, porque en ello influye el factor humano, principalmente la percepción de directivos, técnicos y agricultores (Aykut et al., 2018).

La agroecología, representa una alternativa a las consecuencias negativas que ocasiona la agricultura moderna a nivel social, económico, cultural y, sobre todo, a los efectos ambientales generados, se presenta como uno de los nuevos paradigmas para promover

In order to make possible the recovery, transmission and consolidation of local knowledge and experiences, it is necessary for managers and trainers to facilitate the application of knowledge in the “bearers” (producers, trainers, technicians and scientists, among others), to determine how they use it, how they have acquired it and thus gather the necessary information. In this way, answers can be obtained and learning processes can be developed to transmit the lessons learned through theoretical and practical training. The interaction established between the different local agents creates a chain of transmission from the “owners of knowledge” to “those in need of knowledge” (Martínez-Mendoza et al., 2010).

Agroecological initiatives aim to transform production systems from a transition from fossil fuel food systems based on the production of agro-export crops and biofuels to an alternative paradigm that promotes local agriculture and national food by peasants and rural families (Altieri and Toledo, 2011).

This study was carried out with the objective of evaluating the implementation of five agroecological practices to transform “La Palma” cattle farm into a diversified property.

Materials and methods

The research was carried out on the “La Palma” farm, owned by Pablo Brichel Sánchez Cárdenas, which belongs to the Credit and Services Cooperative (CCS) “Ramón Rodríguez Milián” in the municipality of Perico, province of Matanzas, Cuba. The predominant soil is red ferrallitic (Hernández et al., 2015) and according to Köppen’s classification it is an Aw climate, tropical sub-humid (Inzunza, 2005), and presents two seasons: Low rainfall period (LRP) which covers the months of November to April and the rainy period (RP), is framed from May to October (Academy of Sciences of Cuba, 1989). The total area of the farm is 26.84 ha.

Procedure

The farm was selected for being in transition to a suitable system as shown by the Local Agricultural Innovation Program (LAIP) and the Environmental Bases for Food Sovereignty (EBFS) projects in the province of Matanzas. In addition, it was one of the farms selected by the Municipal Delegation of Agriculture as a school farm for the latter project. Also taken into consideration: its history, time in production, and the innovative character of the producers and his leadership.

The work methodology used was based on a case study with a system approach as a tool to determine the

un desarrollo local sostenible. Para que sea posible la recuperación, la transmisión y la consolidación de conocimientos y experiencias locales, se hace necesario que los gestores y formadores faciliten la aplicación de los saberes en los “portadores” (productores, formadores, técnicos y científicos, entre otros), para determinar cómo los utilizan, cómo los han adquirido y recopilar así la información necesaria. De esta forma se pueden obtener respuestas y desarrollar procesos de aprendizaje para transmitir las enseñanzas aprendidas a través de la formación teórico-práctica. La interacción establecida entre los distintos agentes locales hace que se cree una cadena de transmisión desde los “dueños del conocimiento” hacia “los necesitados de conocer” (Martínez-Mendoza et al., 2010).

Las iniciativas agroecológicas pretenden transformar los sistemas de producción a partir de la transición de los sistemas alimentarios basados en el uso de combustibles fósiles y dirigidos a la producción de cultivos de agroexportación y biocombustibles, hacia un paradigma alternativo que promueve la agricultura local y la producción nacional de alimentos por campesinos y familias rurales (Altieri y Toledo, 2011).

Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar la implementación de cinco prácticas agroecológicas para transformar la finca ganadera “La Palma” en una propiedad diversificada.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la finca “La Palma”, del propietario Pablo Brichel Sánchez Cárdenas, pertenece a la Cooperativa de Crédito y Servicios (CCS) “Ramón Rodríguez Milián” del municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba. El suelo predominante es ferralítico rojo (Hernández et al., 2015) y según la clasificación de Köppen es un clima Aw, tropical subhúmedo (Inzunza, 2005), y presenta dos estaciones: Período poco lluvioso (PPLL) que abarca los meses de noviembre hasta abril y el período lluvioso (PLL), se enmarca desde mayo a octubre (Academia de Ciencias de Cuba, 1989). La superficie de la finca es de un total 26.84 ha.

Procedimiento

La finca fue seleccionada por encontrarse en transición hacia un sistema sostenible como mostraron los Proyectos del Programa de Innovación Agropecuario Local (PIAL) y el de Bases Ambientales para la Soberanía Alimentaria (BASAL), en la provincia de Matanzas. Además, fue una de las fincas seleccionadas por la Delegación Municipal de la Agricultura, como finca escuela de este último proyecto. También, se tomó en

particularities of the evaluated farm. The characterization of the entity was carried out through surveys developed by the Local Agricultural Innovation Program (LAIP) and following the recommendation of Ortiz-Pérez et al. (2016).

In order to complement the desired information, the methodology of Vázquez and Matienzo (2010) was also used.

The surveys collected aspects such as land and water availability, labor force, housing conditions, main site constraints, agroecological practices used and transformation actions to define the best practices to be implemented to achieve farm transformation.

Among the best practices to be introduced, the following were defined: live fences, silvopastoral systems (SPS), production and obtaining organic matter, implementation of semi-protected cultivation and self-consumption area.

The implementation of agroecological practices and monitoring of information was carried out for three consecutive years (January 2017, through December 2019).

Results and discussion

The improvement of the grazing areas lead to the delimitation of the grazing areas in quarters to facilitate the management of animals and to achieve a rotational system for the recovery of the pasture.

One of the agroecological practices implemented since the first year of the study was the use of live fences to delimit the areas, both perimeter and internal, which were interspersed with sickle bush (*Dichrostachys cinérea* L. Wight & Arn.).

In this sense, it is proposed that productive systems with live fences are a rural landscape management strategy, which not only contributes to the recovery of biological diversity but also to the increase in productivity and economic yields of the productive systems. In addition, they are an economic alternative to the establishment of wooden posts and have been considered an option to promote conservation in agricultural landscapes (Morantes-Tolosa and Renjifo, 2018), Zamora-Pedraza et al. (2022), from an ecological point of view, live fences function as refuge areas, ecological niches and passage sites for organisms such as insects, birds and small mammals.

In this regard, the plants used were the *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp. (quickstick or mata ratón)

consideración: su historia, el tiempo en producción y el carácter innovador del productor y su liderazgo.

La metodología de trabajo empleada, se basó en un estudio de caso con un enfoque de sistema como herramienta para determinar las particularidades de la finca evaluada. La caracterización de la entidad se llevó a cabo mediante encuestas elaboradas por el programa de Innovación Agropecuario Local (PIAL) y siguiendo las recomendaciones de Ortiz-Pérez et al. (2016).

Para complementar la información deseada, también se utilizó la metodología de Vázquez y Matienzo (2010).

Las encuestas recogieron aspectos tales como la disponibilidad de las tierras y el agua, la fuerza laboral, las condiciones de la vivienda, las principales limitaciones del lugar, las prácticas agroecológicas utilizadas y las acciones de transformación y así definir cuáles eran las buenas prácticas a implementar para lograr la transformación de la finca.

Entre las buenas prácticas a introducir se definieron las siguientes: las cercas vivas, los sistemas silvopastoriles (SSP), la producción y obtención de materia orgánica, la implementación del cultivo semiprotegido y el área de autoconsumo.

La implementación de las prácticas agroecológicas y el monitoreo de la información se realizó durante tres años consecutivos (enero 2017, hasta diciembre 2019).

Resultados y discusión

La mejora de las áreas de pastoreo propició que se delimitaran las mismas en cuartones para facilitar el manejo de los animales y lograr un sistema rotacional para la recuperación del pasto.

Una de las prácticas agroecológicas que se implementó desde el primer año de estudio fue el uso de las cercas vivas para la delimitación de las áreas, tanto perimetral como interna, las cuales se intercalaron con postes de marabú (*Dichrostachys cinerea* L. Wight & Arn.).

En este sentido, se plantea que los sistemas productivos con cercas vivas son una estrategia de manejo del paisaje rural, la cual no solo contribuye a la recuperación de la diversidad biológica sino también al aumento de la productividad y los rendimientos económicos de los sistemas productivos. Además, son una alternativa económica al establecimiento de postes de madera y se han considerado una opción para promover la conservación en paisajes agrícolas (Morantes-Tolosa y Renjifo, 2018).

and *Spondia lutea* L. (yellow mombin), as they are species that are used for this purpose and fulfill several functions in the agroecological design, since in addition to establishing the physical boundaries of the farm and the barracks, they are niches for the reproduction of functional wildlife in terms of pest regulation and act as a reservoir of natural enemies of pests.

G. sepium is a tree species that has been used in various tropical regions of Latin America (Chará-Serna and Chará, 2020) and in Cuba (Iglesias-Gómez et al., 2022). Its use in agroecosystems allows for improved livestock production, the management in the control of insects that potentially become pests and diseases in other crops, supports symbiotic nitrogen fixation and, therefore, provides various important ecosystemic services in tropical agroecosystems.

Likewise, mata ratón (*G. sepium*) is recommended for cattle feeding, due to its acceptable nutritional characteristics. According to studies by Montecé-Loor (2019) and Sabando-Sánchez (2020) the ruminal degradation of dry matter (DM) is higher than 80.0 %, the nitrogenous fraction is highly degradable (87.38 to 93.79 %), and protein at 60 days of regrowth is 23.07 %.

To guarantee the animal's feed, changes were made to the productive species that initially corresponded pastures and natural pastures. For forage production, mainly two species were promoted: sugar cane and king grass (Table 1). In natural and naturalized pastures, the *Dichantium-Bothriochloa* complex predominated and the silvopastoral systems (SPS) areas were formed by the presence of two tree species: leucaenas (*Leucaena leucephala* (Lam.) De Wit) and the mata ratón or quickstick (*G. sepium*) and also the guineo grass (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon and Jacobs) cultivate Likoni, as a forage plant, which is commercial and well adapted to the tropical soil and climatic conditions in the study region.

The forage area underwent changes over time and over the years the areas with silvopastoral systems that served as animal feed increased, as well as the area destined to sugarcane production, which has a high productivity. In addition, this area is very important because it is used mainly in the driest season when other forages have little growth, which allows obtaining a food rich in sugars that are used as a food supplement when the availability of pastures in the barns decreases.

Sugarcane and king grass are very important sources of energy to meet the needs in dry season; however, in recent years, work has been done to improve king

Por su parte Zamora-Pedraza et al. (2022), desde el punto de vista ecológico, las cercas vivas funcionan como zonas de refugio, nichos ecológicos y sitios de paso para organismos como insectos, aves y mamíferos pequeños.

Al respecto, las plantas usadas fueron la *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (matarratón o árbol florido) y la *Spondia lutea* L. (ciruelón), pues son especies que se emplean para este fin y cumplen varias funciones en el diseño agroecológico, ya que además de establecer los límites físicos de la finca y de los cuarterones, son nichos para la reproducción de una vida silvestre funcional en cuanto a la regulación de plagas, actúan como reservorio de enemigos naturales de éstas.

G. sepium, es una especie arbórea que se ha empleado en diversas regiones tropicales de América Latina (Chará-Serna y Chará 2020) y en Cuba (Iglesias-Gómez et al., 2022). Su uso en los agroecosistemas permite mejorar la producción ganadera, el manejo en el control de insectos que potencialmente se convierten en plagas y enfermedades en otros cultivos, apoya en la fijación simbiótica de nitrógeno y, por ende, proporciona diversos servicios ecosistémicos importantes en los agroecosistemas tropicales.

De igual forma, el matarratón (*G. sepium*) se recomienda para la alimentación del ganado vacuno, debido a las aceptables características nutricionales. Según estudios de Montecé-Loor (2019) y Sabando-Sánchez (2020) la degradación ruminal de la materia seca (MS), es superior al 80.0 %, la fracción nitrogenada es altamente degradable (87.38 a 93.79 %), y la proteína a los 60 días de rebrote es de 23.07 %.

Para garantizar la alimentación de los animales, se realizaron cambios de las especies productivas que inicialmente correspondían a potreros y pastos naturales. Para la producción de forraje se fomentaron principalmente dos especies: la caña de azúcar y el king grass (Cuadro 1). En los pastos naturales o naturalizados, hubo predominio del complejo *Dichantium-Bothriochloa* y las áreas de sistemas silvopastoriles (SSP) estaban formadas por la presencia de dos arbóreas la leucaena (*Leucaena leucephala* (Lam.) De Wit) y el matarratón o árbol florido (*G. sepium*) y además el pasto guineo (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & Jacobs) cultivar Likoni, como planta forrajera, la cual es comercial y muy adaptada a las condiciones edafoclimáticas tropicales en la región de estudio.

La superficie forrajera sufrió cambios a través del tiempo y con el transcurso de los años fueron aumentando las áreas con sistemas silvopastoriles que sirvieron de alimento animal, así como se incrementó

Table 1. Area of forage plants destined for animal feed.
Cuadro 1. Superficie de las plantas forrajeras destinada para la alimentación animal.

Scientific name / Nombre científico	Common name / Nombre vulgar	Amount ha / Cantidad ha		
		2017	2018	2019
Forage / Forraje				
<i>Saccharum officinarum</i> L.	Sugar cane / Caña de azúcar	0.5	1.3	1.0
<i>Cenchrus purpureus</i> (Shumach). Monrone	King grass	1.0	1.0	1.0
Natural Pastures / Pastos naturales				
<i>Dichanthium caricosum</i> (L.) A. Camus	Nadi blue / Jiribilla	19.9	4.2	4.2
<i>Dichanthium annulatum</i> (Forssk.) Stapf.	Marvel / Pitilla			
<i>Dichanthium aristatum</i> (Poir.) C.E. Hubb.	Angleton			
<i>Bothrioclhoa pertusa</i> (L.)	Indian-bluegrass / Camagüeyana			
Silvopastoral systems / Sistemas silvopastoriles				
<i>Leucaena leucephala</i> (Lam.) De Wit	Leucaena			
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp	Quickstick / Árbol florido	2.5	15.39	14.19
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) Simón & Jacobs	Guinea likoni / Guinea likoni			

grass to achieve a better nutritional quality feed. The species *C. purpureus*, as well as hybrids of the genus *Cenchrus*, known as redshank, are characterized by their high biomass production in the topics (Herrera et al., 2019).

In the 1980s, king grass was used as donor plant in genetic improvement programs of the species. New clones emerged from this program, of which Cuba CT-169 was evaluated for cutting because of its high size and fast growth. This variety was later used in crossing programs from which a group of hybrids emerged between *P. purpureum* and cultivate of Pearl millet Tifton Late [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., non L., currently called *Cenchrus americanus* (L.) Morrone], from which the hybrid Cuba OM-22 was selected, hybrids that are widespread in forage areas (Villanueva-Avalos et al., 2022).

el área destinada a la producción de caña, el cual tiene una alta productividad. Además, esta área es muy importante porque se utiliza principalmente en la época más seca cuando otros forrajes tienen poco crecimiento, lo que permite obtener un alimento rico en azúcares que se utiliza como un complemento alimenticio al disminuir la disponibilidad de pastos en los cuartones.

La caña y el king grass son fuentes de energía de gran importancia para suplir las necesidades en la época de seca; sin embargo, en los últimos años se ha trabajado en la mejora del king grass para lograr un alimento de mejor calidad nutricional. La especie *C. purpureus*, así como los híbridos del género *Cenchrus*, conocidas como hierba elefante, se caracterizan por su alta producción de biomasa en el trópico (Herrera et al., 2019).

King grass has been used as a forage plant, due to its MS yields, production of up to 35.2 t of MS·ha⁻¹·year⁻¹, with a good annual distribution, regardless of the time of the year (Caballero-Gómez et al., 2016).

It is interesting to note that natural and improved grasses such as: *D. caricosum*, *D. annulatum*, *D. aristatum*, *B. pertusa* and *M. maximus* and the forage grasses *S. officinarum* and *C. purpureus*, grouped the most numerous species within this large family; results that agree with those cited by Sánchez-Santana et al. (2019), who found that grasses, both natural and improved, represent more than 80.0 % of the species found, when evaluating the floristic composition in 10 cattle farms.

Another practice carried out in order to increase the availability of feed and the increase of species within the farm, as well as its diversification and, therefore, guarantee an adequate food balance for the animals in both seasons of the year, was the introduction of the silvopastoral systems (SPS). This system simultaneously combines trees or shrubs with herbaceous or voluble plants (Apan-Salcedo et al., 2021), plays a crucial role in reducing the negative impacts of agriculture on biodiversity conservation, as it retains a substantial part of the species present in the original vegetation.

SPSs are a type of land use characterized by the simultaneous application of several agroecological principles, such as the conversion of solar energy into biomass through stratified vegetation, the high fixation of atmospheric nitrogen to the soil, the protection and suitable use of water, the rehabilitation of degraded soils, the recycling of nutrients the provision of habitat for biological control organisms, the conservation and use of biodiversity (Russo, 2015), the reduction in the use of external inputs, the reduction of environmental pollution and the integrated management of animal health (Charā et al., 2019). Likewise it allows recovering biological diversity and maintaining the integrity of several ecological processes that are essential for the functioning of the areas used for livestock, which brings not only environmental benefits, but also increased productivity and financial returns for farmers (Murgueitio et al., 2019).

It should be noted that in the month of June 2019, there were meteorological affectations due to heavy rains which causes flooding in 1.2 ha of the SPS, already established; these areas had a high degree of compaction and because of this, the pasture deteriorated. This situation had never happened before, so the producer planned as a strategy to survey

En la década de los años 1980, el king grass fue utilizado como planta donante en programas de mejoramiento genético de la especie. De este programa surgieron nuevos clones de los cuales el Cuba CT-169 se evaluó para corte por su alta talla y rápido crecimiento. Esta variedad se utilizó posteriormente en programas de cruzamiento de donde surgió un grupo de híbridos entre *P. purpureum* y el cultivar de millo perla Tifton Late [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., non L., actualmente llamado *Cenchrus americanus* (L.) Morrone], donde se seleccionó el híbrido Cuba OM-22, híbridos extendidos en áreas forrajeras (Villanueva-Avalos et al., 2022).

El king grass se ha utilizado como planta forrajera, debido a sus rendimientos de MS, se han reportado producciones de hasta 35.2 t de MS·ha⁻¹·año⁻¹, con una buena distribución anual, independientemente de la época del año (Caballero-Gómez et al., 2016).

Es interesante destacar de este estudio, que los pastos naturales y mejorados como: *D. caricosum*, *D. annulatum*, *D. aristatum*, *B. pertusa* y *M. maximus* y las gramíneas forrajeras *S. officinarum* y *C. purpureus*, agruparon las especies más numerosas dentro de esta gran familia; resultados que concuerdan con los citados por Sánchez-Santana et al. (2019), quienes hallaron que las gramíneas pratenses, tanto naturales como mejoradas, representan más del 80.0 % de las especies encontradas, al evaluar la composición florística en 10 fincas ganaderas.

Otra práctica que se realizó con el fin de aumentar la disponibilidad de alimento y el incremento de las especies dentro de la finca, así como su diversificación y, por ende, garantizar un balance alimentario adecuado de los animales en las dos épocas del año, fue la introducción del sistema silvopastoril (SSP). Este sistema combina de forma simultánea árboles o arbustos con plantas herbáceas o volubles (Apan-Salcedo et al., 2021), desempeña un papel crucial en la reducción de los impactos negativos de la agricultura en la conservación de la biodiversidad, ya que retiene una parte sustancial de las especies presentes en la vegetación original.

Los SSP, son un tipo de uso de la tierra que se caracteriza por aplicar simultáneamente varios principios agroecológicos, como la conversión de energía solar en biomasa a través de una vegetación estratificada, la elevada fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, la protección y el uso sustentable del agua, la rehabilitación de suelos degradados, el reciclaje de nutrientes, la provisión de hábitat para organismos controladores biológicos, la conservación y el uso de la biodiversidad (Russo, 2015), la disminución

the areas that could be flooded and these areas are being re-established with improved pastures resistant to waterlogging; among the recommended ones are *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q. Nguyen, *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga, *Urochloa dictyoneura* (Fig. & De Not.) Veldkamp (Olivera and Machado, 2004) and *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst.

The need to generate a forage supply throughout the year also determines the greater presence of cultivated (pastures, greens and annual crops) and associated (pastures and spontaneous vegetation) diversity, as proposed by Paleologos et al. (2017).

Also, in the livestock area, forage shrubs, including the *L. leucocephala* and the *G. sepium*, improve the quality and availability of the pasture mixed with these species (Ledesma et al., 2022), produce large amounts of foliage and show high crude protein (CP) and *in vitro* digestibility of dry matter (IVDDM) is two to three times higher than that of tropical pastures, which allows the functionality of these species and their role in the agroecosystems, reasons why the producer considered important to promote SPS areas with both species.

Other practices that have been reactivated on the farm since the conversion year include the production and use of organic fertilizers (compost, cow manure, chicken manure and humus) and other organic production with efficient microorganisms and biochar. Their use has become the basis for the development of organic agriculture (Julca-Otiniano et al., 2006). These organic products improve soil physical properties, forming aggregates and providing structural stability, facilitate water penetration and retention reduce erosion and favor gas exchange, among others. In the soil chemical properties, they increase the soil's exchange capacity, the reserve of nutrients for plant life and facilitate their absorption through the cell membrane of the rootless. As for their effect on biological properties, they favor the mineralization process, the development of plant cover, serve as food for a multitude of microorganisms and stimulate plant growth in a balanced ecological system (Graetz, 1997).

In agriculture, it is observed that the application of organic fertilizers, mainly manures, has a favorable impact on yield, and they have always been an alternative for farmers to fertilize; in addition, organic fertilizers continue to be important in the use and sustainability of soil under the conditions in which traditional agriculture is practiced.

Organic fertilizer is a material of plant or animal origin of variable chemical composition which in its

en el uso de insumos externos, la reducción de la contaminación ambiental y el manejo integrado de la salud animal (Chará et al., 2019). Igualmente permite recuperar la diversidad biológica y mantener la integridad de varios procesos ecológicos que son esenciales para el funcionamiento de las áreas que se usan para la ganadería, lo cual trae consigo no solo beneficios ambientales, sino también el incremento de la productividad y los retornos financieros para los granjeros (Murgueitio et al., 2019).

Se debe señalar que, en el mes de junio de 2019, hubo afectaciones meteorológicas por intensas lluvias, que provocó inundaciones en 1.2 ha del SSP, ya establecidos; esas áreas, poseían un alto grado de compactación y a causa de ello, el pasto se deterioró. Esta situación nunca había sucedido, por lo que el productor trazó como estrategia, hacer un levantamiento de las áreas posibles a inundaciones y las mismas están siendo, nuevamente establecidas con pastos mejorados resistentes al encharcamiento; entre los recomendados están la *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q. Nguyen, *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga y *Urochloa dictyoneura* (Fig. & De Not.) Veldkamp (Olivera y Machado, 2004) y el *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst.

La necesidad de generar una oferta forrajera durante todo el año, también determina la mayor presencia de la diversidad cultivada (pasturas, verdeos y cultivos anuales) y asociada (pastizal y vegetación espontánea), según lo planteado por Paleologos et al. (2017).

También, en el ámbito ganadero, los arbustos forrajeros, entre ellos la *L. leucocephala* y la *G. sepium*, mejoran la calidad y la disponibilidad del pasto que se encuentra mezclado con estas especies (Ledesma et al., 2022), producen gran cantidad de follaje y muestran alto contenido de proteína cruda (PC) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) es dos o tres veces superiores al de los pastos tropicales, lo cual permite la funcionalidad de estas especies y su papel en el agroecosistema, razones por la que el productor consideró importante para fomentar las áreas de SSP con ambas especies.

Otras de las prácticas reactivadas en la finca, a partir del año de reconversión, es la producción y utilización de abonos orgánicos (composta, estiércol vacuno, gallinaza y humus) y otros productos orgánicos como los microorganismos eficientes y el biochar. El uso de los mismos se ha convertido en la base para el desarrollo de la agricultura orgánica (Julca-Otiniano et al., 2006). Estos productos orgánicos mejoran las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, facilitan la penetración del

mineralization process provides nutrients for the crop development and yield. The application of organic fertilizers has a greater potential to increase crop yields than chemical fertilizers, in equivalent amounts of nutrients. Organic fertilizers are classified as peat, manures, green manures, crop residues, industrial organic wastes, urban organic wastes, compost, and vermicomposts, among others (Cajahuanca-Condor and Espinoza-Delgado, 2022).

Table 2 shows the increase in the production and, therefore, the use of organic products in the farm. As can be seen in the first year (2017) 3 tons were obtained and in 2019, 8 tons were produced, thus achieving an increase in their application on crops.

Among this organic materials, compost, cow manure and worm humus were produced on the farm. The efficient microorganism (IH-Plus®) and the biochar were acquired by the producers from the Indio Hatuey Experimental Station of Pastures and Forages and the chicken manure was obtained from poultry farms near the farm (El Roque and X Aniversario, in the San Juan outbuildings) in the municipality itself.

With the inclusion of these organic products, it was demonstrated that it is possible to reduce and eliminate the use of chemical fertilizers and increase the use of organic fertilizers (Yahuara-Suárez, 2019).

agua y su retención, disminuyen la erosión y favorecen el intercambio gaseoso, entre otros. En las propiedades químicas del suelo, aumentan la capacidad de cambio del suelo, la reserva de nutrientes para la vida vegetal y facilita su absorción a través de la membrana celular de las raicillas. Y en cuanto a su efecto sobre las propiedades biológicas, favorecen los procesos de mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal, sirve de alimento a una multitud de microorganismos y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado (Graetz, 1997).

En la agricultura se observa que la aplicación de abonos orgánicos, principalmente estiércoles, repercute de manera favorable en el rendimiento, y siempre han sido una alternativa de los agricultores para abonar; además de que los abonos orgánicos siguen siendo importantes en el uso y la sostenibilidad del suelo bajo las condiciones en que se practica la agricultura tradicional.

El abono orgánico es un material de origen vegetal o animal de composición química variable, que en su proceso de mineralización aporta nutrimentos para el desarrollo y el rendimiento de los cultivos. La aplicación de abonos orgánicos tiene en mayor medida mejor potencialidad para aumentar el rendimiento de las cosechas que los fertilizantes químicos, en cantidades equivalentes de nutrimentos. Los abonos

Table 2. Application of bio-fertilizers in the farm during the three years of monitoring.
Cuadro 2. Aplicación de bioabonos en la finca durante los tres años de acompañamiento.

Organic materials / Materiales orgánicos	Tons* / Toneladas*		
	2017	2018	2019
Compost / Composta	1.0	1.2	1.8
Cow manure / Estiércol vacuno	1.3	1.5	3.0
Solid worm humus / Humus sólido de lombriz	0.3	0.3	0.5
IH-Plus BF® (L) / IH-Plus BF® (L)	0.0	500	1 500
Biochar / Biochar	0.0	0.0	0.2
Chicken manure / Gallinaza	0.4	0.5	1.0
Total	3	4	8

*Except IH-Plus BF® which is liquid and was counted in liters (L)

*Excepto el IH-Plus BF® que es líquido y se contabilizó en litros (L)

Among some results, there are those of Rosado-Coraizaca (2020) who used different organic fertilizers (Biol, worm leachate, worm humus and bocashi) in the production of the hibiscus flower crop (*Hibiscus sabdariffa* L.), there are also those of Aguilar-Torres (2021) who potentiated the development of coffee seedlings, at the nursery stage, by using three organic fertilizers (compost, bocashi and vermicompost), reporting that there was a better development, up to 50.0 % of the number of leaves and vegetative development when compost was used.

In addition, the use of bioproducts (Huerta-Muñoz et al., 2019) in conjunction with other good management practices, such as: the planting of trees, legumes and shrubs which are used with great effectiveness to maintain and even increase the availability of organic matter; improve soil fertility and raise the quality of animal feed, all of them for the benefit of the peasant and the place where the farm is located.

The use of biochar has also been very effective, with which amendments have been made to the soil and in the substrates used in some studies. An example of this are the results in tomato cultivation where the effect of this material on plant development and harvest (quality, diameter and weight of fruits); Gallo-Saravia et al. (2018) reported that the substitution up to 50.0 % of the substrate is effective, because when this substitution exceeds 80.0 %, the plants are affected by lack of nutrients. However, when the effect of the application of biochar as an organic amendment in a sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] crop under greenhouse conditions was evaluated, it was determined by Videgain et al. (2019), that it is an environmental management alternative that is gaining great impact, due to its potential as a soil carbon sequestration; likewise, these authors demonstrated that crop productivity has been elevated mainly in plant emergence, vigor, weight, diameter, photosynthetic activity and in total biomass production.

Biochar has also been used to improve crop yields; in relation to this, the study conducted on maize with the use of eucalyptus biochar is cited where Iglesias-Abad (2018), reported that trends of increase were found in maize kernel yields and protein, as well as in other phenological characteristics of growth; likewise, these authors state that this biochar is expected to have residual effects in the medium and long term for subsequent crops.

The use of efficient microorganisms (EM) is a multimicrobial consortium composed by genera of bacteria, fungi and yeasts, which has been used and applied in several countries. They have been

orgánicos se clasifican en turba, estiércoles, abonos verdes, residuos de las cosechas, residuos orgánicos industriales, desechos orgánicos urbanos, composta, vermicompostas, entre otros (Cajahuanca-Condor y Espinoza-Delgado, 2022).

En el Cuadro 2 se muestra el incremento en la obtención y, por ende, la utilización de los productos orgánicos en la finca. Como se observa en el primer año (2017) se obtenían 3 t y en el 2019, se logró producir 8 t, lográndose así un incremento de su aplicación en los cultivos.

Entre estas materias orgánicas, la composta, el estiércol vacuno y el humus de lombriz se produjeron en la propia finca. El microorganismo eficiente (IH-Plus®) y el biochar, el productor lo adquirió de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, y la gallinaza la obtuvo de las granjas avícolas cercanas a la finca (El Roque y X Aniversario, en el batey San Juan) del propio municipio.

Con la inclusión de estos productos orgánicos, se demostró que es posible reducir y eliminar el empleo de los fertilizantes químicos y aumentar la utilización de fertilizantes orgánicos (Yahuara-Suárez, 2019). Entre algunos resultados, se citan los de Rosado-Coraizaca (2020) quien utilizó diferentes abonos orgánicos (Biol, lixiviado de lombriz, humus de lombriz y bocashi) en la producción del cultivo flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), también están los de Aguilar-Torres (2021) quienes potencializaron el desarrollo de plántulas de café, en la etapa de vivero, al utilizar tres abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono), reportando que hubo un mejor desarrollo, de hasta un 50.0 % de número de hojas y desarrollo vegetativo cuando se empleó la composta.

Además, la utilización de los bioproductos (Huerta-Muñoz et al., 2019) en conjunto con otras buenas prácticas de manejo, como son: la siembra de árboles, leguminosas y arbustos los que se utilizan con gran efectividad para mantener e incluso incrementar la disponibilidad de materia orgánica; mejorar la fertilidad del suelo y elevar la calidad del alimento animal, todos ellos en beneficio del campesino y del lugar donde está enclavada la finca.

También ha sido muy efectivo el uso del biochar, con lo que se ha logrado realizar enmiendas en el suelo y en los sustratos utilizados en algunos estudios. Ejemplo de ello, están los resultados en el cultivo del tomate donde se evaluó el efecto de este material sobre el desarrollo de las plantas y la cosecha (cantidad, diámetro y peso de los frutos); Gallo-Saravia et al. (2018) reportaron que es efectiva la sustitución hasta

used in agriculture for their beneficial effect on the growth and productivity of several plant species, such as tobacco (Calero-Hurtado et al., 2019) and beans (Calero-Hurtado et al., 2020). Another study was reported by Díaz-Solares et al. (2019) who used IH-Plus® to improve sorghum and reported very encouraging results for this species. Thus, the use of these organic products is important in nutrient management in integrated livestock-agriculture systems, in addition to making a correct use of the utilization of the resources available on the farm and once again demonstrating that diversified and integrated systems place greater emphasis on the optimal use of the available local resources.

As mentioned above, agroecological practices allow for the sustainable management of natural resources and contribute to the resilience of agroecosystems, which is why small producers opt for this alternative. However, practical tools are needed to systematically assess agricultural situations and the functionality of biodiversity components.

Among the modalities of food production for subsistence, there is self-consumption, which in turn can be made up of vegetable gardens and family farms, which are production systems that contribute to improving food security and the economy of small farmers.

Table 3 shows the behavior of the self-consumption area; as can be seen, these areas have increased over the years.

It is important to note that before the intervention of this farm reconversion, agricultural production was practically nil, as there were only areas dedicated

el 50.0 % del sustrato, pues cuando esta sustitución supera el 80.0 %, las plantas se ven afectadas por falta de nutrientes. Sin embargo, cuando se evaluó el efecto de la aplicación de biochar como enmienda orgánica en un cultivo de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] bajo condiciones de invernadero, se determinó por Videgain et al. (2019), que es una alternativa de gestión ambiental que está adquiriendo gran repercusión, por su potencial como estrategia de secuestro de carbono en el suelo; igualmente, estos autores demostraron que la productividad del cultivo se ha elevado principalmente en la emergencia de las plantas, el vigor, el peso, el diámetro, la actividad fotosintética y en la producción de biomasa total.

El biochar también se ha empleado para mejorar el rendimiento de los cultivos; en relación a ello, se cita el estudio realizado en maíz con el empleo de biochar de eucalipto donde Iglesias-Abad (2018), reportó que se encontraron tendencias de incrementos en los rendimientos y proteína del grano del maíz, así como en otras características fenológicas de crecimiento; asimismo, estos autores afirman que se espera que este biocarbón tenga efectos residuales a mediano y largo plazo para posteriores cultivos.

Por su parte, el uso de los microorganismos eficientes (ME); es un consorcio multimicrobiano compuesto por géneros de bacterias, hongos y levaduras; el cual ha sido utilizado y aplicado en varios países. Los mismos se han utilizado en la rama de la agricultura por su efecto benéfico en el crecimiento y la productividad de varias especies de plantas, como el tabaco (Calero-Hurtado et al., 2019) y en frijol (Calero-Hurtado et al., 2022). Otro estudio fue el reportado por Díaz-Solares et al. (2019), quienes emplearon el IH-Plus® para

Table 3. Crops implemented in the food production area for self-consumption.

Cuadro 3. Cultivos implementados en el área productiva de alimentos de autoconsumo

Species / Especies	Area (ha) / Área (ha)		
	2017	2018	2019
Cassava / Yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	0.2	0.5	0.7
Maize / Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	0.5	0.7	1.0
Bean / Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	1.0	1.3	1.3
Tomato/ Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	0.4	0.5	0.5
Total	2.1	3.0	3.5

to animal grazing. However, from the first year on, production began to be obtained from several crops that were planted in this area for self-consumption. Among the main crops are bean (*Phaseolus vulgaris* L.), maize (*Zea mays* L.), cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and tomato (*Solanum lycopersicum* L.).

It is valid to point out that the bean and tomato crops from the year 2018 had no variation in area, but did increase yields compared to the year 2019. This is due to the use of some practices such as the use of organic fertilizers (from soil preparation), bioproducts (IH-Plus BF® and biochar), and living barriers, among others.

In addition to the area for crops, the producer also created an area for planting vegetables in semi-protected cultivation, as another of the practices implemented for the transformation of the farm.

Protected cultivation is now recognized as an advanced agricultural technology that can effectively influence the production of fresh vegetables throughout the year. Its importance have been growing as the producer has determined the technology and has been obtaining satisfactory results (MINAG, 2010).

Table 4 shows the crop production from 2019 with an area of 0.5 ha under the concept of semi-protected cultivation. Although it was a small area, a diversity of species were planted that contributed to the producer's self-sufficiency. The infrastructure was protected by the PIAL project and the "Indio Hatuey" Experimental Station of Pastures and Forages.

These actions (self-consumption and semi-protected production) have provided stability and economic sustainability to the producer, through diversified production that contributes to increase the food sovereignty.

It is pertinent to mention that the knowledge acquired by the producer during the training, regarding the benefits of the self-consumption area and the semi-protected cultivation area, motivated him to implement these modalities, starting in the first year of farm conversion and, over time, increase its area and crop diversity, due to the advantages of this technology, among which are the following: sufficient nutritious food for the whole family throughout the year, family profits from sales of garden and farm products and important activities for the development of agricultural property can take place in the garden or family farm (Santos et al., 2020).

mejorar la germinación del sorgo y reportaron resultados muy alentadores para esta especie. Por lo que, el uso de estos productos orgánicos es importante en la gestión de nutrientes en los sistemas integrados ganadería-agricultura, además de que se hace un uso correcto de la utilización de los recursos que se disponen en la finca y una vez más se demuestra que los sistemas diversificados e integrados hacen mayor énfasis en la óptima utilización de los recursos locales disponibles.

Como se ha mencionado con anterioridad, las prácticas agroecológicas permiten manejar de manera sostenible los recursos naturales y contribuyen a la resiliencia de los agroecosistemas; por ello, los pequeños productores optan por esta alternativa. Sin embargo, es necesario disponer de herramientas prácticas que permitan evaluar situaciones agrícolas de manera sistemática, así como de la funcionalidad de los componentes de la biodiversidad.

Dentro de las modalidades de producción de alimentos para la subsistencia, está el autoconsumo que a su vez éste se puede conformar por los huertos y las granjas familiares, que son sistemas de producción que contribuyen a mejorar la seguridad alimentaria y la economía de los pequeños agricultores.

En el Cuadro 3 se muestra el comportamiento del área de autoconsumo; como se puede observar las mismas fueron en aumento a través de los años.

Es importante destacar que antes de la intervención de esta reconversión de la finca, las producciones agrícolas eran prácticamente nulas, pues solo se contaban con áreas dedicadas al pastoreo de animales. Sin embargo, a partir del primer año, se empezaron a obtener producciones de varios cultivos que se fueron sembrando en esta área de autoconsumo. Entre los principales cultivos están el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el maíz (*Zea mays* L.), la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y el tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

Es válido señalar que los cultivos de frijol y tomate a partir del año 2018, no tuvieron variación de área, pero sí aumentaron los rendimientos en comparación con el año 2019. Ello debido a la utilización de algunas prácticas tales como, el uso de abonos orgánicos (desde la preparación del suelo), el de bioproductos (IH-Plus BF® y biochar), el de barreras vivas, entre otras.

Además del área para cultivos, el productor también creó un área para la siembra de hortalizas en cultivo semiprotegido, como otra de las prácticas implementadas para la transformación de la finca.

Table 4. Crops planted in the area destined to the semi-protected modality in 2019.**Cuadro 4. Cultivos sembrados en el área destinada a la modalidad de semiprotegido en el año 2019.**

Species / Especies	Area (h) / Área (ha)
Tomato / Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	0.06
Pumpkin / Calabaza (<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne)	0.04
Pepper / Pimiento (<i>Capsicum anum</i> L.)	0.10
Carrot / Zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.)	0.04
Parsley / Perejil [<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss]	0.07
Garlic / Ajo (<i>Allium sativus</i> L.)	0.03
Green bean / Habichuela [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.]	0.06
Beet / Remolacha (<i>Beta vulgaris</i> L.)	0.04
Cucumber / Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.)	0.06
Total	0.50

Conclusions

he implementation of agroecological practices, such as living fences, silvopastoral systems, the use of organic products and the development areas for various crops such as the self-consumption and semi-protected crops, were the practices implemented that favored the transformation of a cattle farm into a diversified farm. All this contributed to achieve sustainable management of resources, and stimulate the use of the available resources in the environment and organic inputs that help minimize the environmental impact and reduce the energy cost of production.

End of English version

References / Referencias

- Academia de Ciencias de Cuba. (1989). Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana. p. 41.
- Aguilar-Torres, A. (2021). Efecto de tres abonos orgánicos en plantones de café (*Coffea arabica* L.) variedad Catimor, Jorobamba-Utcubamba-Amazonas-2020. Escuela Profesional de

El cultivo protegido se reconoce hoy día como una tecnología agrícola de avanzada, que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas frescas durante todo el año. La importancia del mismo ha ido creciendo en la medida en que el productor ha determinado la tecnología y ha ido obteniendo resultados satisfactorios (MINAG, 2010).

En el Cuadro 4 se muestra la producción de cultivos a partir del año 2019 con un área de 0.5 ha bajo el concepto de cultivo semiprotegido. A pesar de que fue un área pequeña, se sembró una diversidad de especies que contribuyeron al autoabastecimiento del productor. La infraestructura fue entregada por el proyecto PIAL y la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey".

Estas acciones (producciones en el área de autoconsumo y semiprotegido) han propiciado estabilidad y sostenibilidad económica al productor, mediante una producción diversificada que contribuye a incrementar la soberanía alimentaria.

Es pertinente mencionar que los conocimientos adquiridos por el productor durante la capacitación, en cuanto a los beneficios del área de autoconsumo

- Ingeniería Agronómica. Facultad de Ingeniería. Universidad Politécnica Amazónica. Bagua Grande-Perú. 68 p.
- Altieri, M. A., y Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *J. Peasant Stud.* 38 (3):587-612. DOI: <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>.
- Apan-Salcedo, G. W., Jiménez-Ferrer, G., Nahed-Toral, J., Pérez-Luna, E., y Piñeiro-Vázquez, Á. T. (2021). Masificación de sistemas silvopastoriles: Un largo y sinuoso camino. *Trop. Subtrop. Agroecosyst*, 24, 103. ISSN: 1870-0462.
- Aykut, G., Mehmet, A. S., y Seyit., H. (2018). Farmers' sustainable agriculture perception in Turkey: The case of Mersin province. *A Mediterranean. Journal of Economics, Agriculture and Environment*, 3(1), 69-78.
- Caballero-Gómez, A., Martínez-Zubiaur, R. O., Hernández-Chávez, M. B., y Navarro-Boulanger, M. (2016). Caracterización del rendimiento y la calidad de cinco accesiones de *Cenchrus purpureus* (Schumacher.) Morrone. *Pastos y Forrajes*. 39(2): 94-101.
- Cajahuanca-Condor, S., y Espinoza-Delgado, S. L. (2022). Uso de abonos naturales elaborados a partir de residuos orgánicos para el mejoramiento de las tierras de cultivo: Revisión sistemática. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Lima-Perú. 59 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104376>.
- Calero-Hurtado, A., Pérez-Díaz, Y., Rodríguez-Lorenzo, M., y Rodríguez-González, V. (2022). Aplicación conjunta del consorcio microorganismos benéficos y FitoMas-E® incrementan los indicadores agronómicos del frijol. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 25(1).
- Calero-Hurtado, A., Quintero-Rodríguez, E., Olivera-Viciedo, D., Peña-Calzada, K., y Pérez-Díaz, Y. (2019). Influencia de dos bioestimulantes en el comportamiento agrícola del cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias*, 8(1), 31-44.
- Chará, J., Reyes, E., Peri, P. L., Otte, J., Arce, E., y Schneider, F. (2019). Sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Evidencia desde América Latina. FAO y CIPAV. <http://www.fao.org/3/ca2792es/CA2792ES.pdf>
- Chará-Serna, A. M., y Chará, J. (2020). Efecto de los sistemas silvopastoriles sobre la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos en agropaisajes tropicales. *Livestock Research for Rural Development*, 32(11), 184.
- Díaz-Solares, M., Pérez-Hernández, Y., González-Fuentes, J., Castro-Cabrera, I., Fuentes-Alfonso, L., Matos-Trujillo, M., y Sosa del Castillo, M. (2019). Efecto del IHPUS® sobre el proceso de germinación de *Sorghum bicolor* L. (Moench). *Pastos y Forrajes*, 42(1), 30-38.
- Gallo-Saravia, M., Lugo-Sierra, L., y Zapata, R. B. (2018). Evaluación de biochar como alternativa de sustrato en cultivos de tomate. *Scientia et Technica*, 23(2), 299-303.

y el área de cultivo semiprotegido, lo motivó a implementar estas modalidades, a partir del primer año de reconversión de la finca e ir, con el transcurso del tiempo, incrementando su área y diversidad de cultivos, debido a las ventajas de esta tecnología dentro de las que se encuentran las siguientes: suficientes alimentos nutritivos para toda la familia durante todo el año, ganancias de la familia por las ventas de productos del huerto y la granja e importantes actividades para el desarrollo de la propiedad agrícola pueden tener lugar en el huerto o granja familiar (Santos et al., 2020)

Conclusiones

La implementación de las prácticas agroecológicas, como son las cercas vivas, los sistemas silvopastoriles, la utilización de los productos orgánicos y el desarrollo de áreas de cultivos varios como el autoconsumo y el semiprotegido, fueron las prácticas implementadas que favorecieron la transformación de una finca ganadera a un predio diversificado. Todo ello, contribuyó a lograr el manejo sostenible de los recursos, y estimular el uso de las riquezas disponibles en el entorno y los insumos orgánicos que ayudan a minimizar el impacto ambiental y a reducir los costos energéticos de la producción.

Fin de la versión en español

- Graetz, H. A. (1997). Suelos y Fertilización. Traducido por: F. Luna Orozco. Trillas. México. 80 p.
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., y Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Instituto de Suelos. Cuba. 91p.
- Herrera, R. S., Fortes, D., García, M., y Cruz, A. M. (2019). Estudio de indicadores morfoagronómicos de clones de *Cenchrus purpureus* para la producción de biomasa. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(2), 189-196.
- Huerta-Muñoz, E., Cruz-Hernández, J., y Aguirre-Álvarez, L. (2019). La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en los traspatios. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29(53).
- Iglesias-Abad, S. F. (2018). Aplicación de Biochar a partir de biomasa residual de Eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Posgrado. Doctorado en Ingeniería y Ciencias Ambientales. Tesis para optar el grado de Doctor en Ingeniería y Ciencias Ambientales. Lima-Perú. 145 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3394>.

- Iglesias-Gómez, J. M., Toral-Pérez, O. C., y Rodríguez-Licea, G. (2022). Evaluación de la biodiversidad en una finca en transición agroecológica. *Terra Latinoamericana*, 40, 1-12. e957. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.957>.
- Inzunza, J. C. (2005). Clasificación de los climas de Köppen. *Ciencia Ahora*. 15 (8).
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, Liliana, Blas-Sevillano, R., y Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *IDESIA (Chile)*, 24(1): 49-61.
- Ledesma, L. M., Ángulo-Arizala, J., y Rangel, J. A. (2022). Sistemas silvopastoriles: estrategia para la articulación de la ganadería bovina a desafíos del siglo XXI. *Fondo Editorial Biogénesis*.
- Martínez-Conde, F. E., y Sánchez-Arce, R. (2018). Política pública de Educación Ambiental en el municipio de Santiago de Cali. *Revista científica Agroecosistemas*, 6(3), 49-56.
- Martínez-Mendoza, F. Z., Bakker, N., y Gómez-Hernández, L. (2010). Herramientas para la metodología campesino a campesino innovación pedagógica para construir saberes agroecológicos. *LEISA Revista de agroecología*, 26(4), 9-11.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura. (2010). Lineamientos para el desarrollo del Sistema Productivos de cultivos Protegidos. La Habana, Cuba: Liliana. IIH "Liliana Dimitrova". 32 p.
- Montecé-Loor, J. J. (2019). Composición química, degradabilidad y cinética ruminal *in-situ* del matarratón (*Gliricidia sepium*) en diferentes periodos de corte. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Quevedo. Ecuador. 63 p. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4558>.
- Morantes-Tolosa, J. L., y Renjifo, L. M. (2018). Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 739-753.
- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., y Rivera, J. E. (2019). Avances en ganadería sostenible con sistemas silvopastoriles en América Latina. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(1), 65-71.
- Olivera, Y., y Machado, R. (2004). Selección de accesiones de *Brachiaria* spp en suelos de mal drenaje y mediana fertilidad. *Pastos y Forrajes*, 27(1).
- Ortiz-Pérez, R., Angarica-Ferrer, L., Acosta-Roca, R., y Guevara-Guevara, F. (2016). Manual de monitoreo y evaluación participativo con enfoque de género. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Paleologos, M. F., Iermanó, M. J., Blandi, M. L., y Sarandon, S. J. (2017). Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la Agroecología. DOI:10.17058/redes.v22i2.9346.
- Rosado-Coraizaca, K. J. (2020). Aplicación de abonos orgánicos en la producción del cultivo flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Recinto Higuerón Santa Lucía. Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Carrera de Ingeniería Agronómica. Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Guayas-Ecuador. 89p.
- Russo, R. O. (2015). Reflexiones sobre los sistemas silvopastoriles. *Pastos y forrajes*, 38(2), 157-161.
- Sabando-Sánchez, Á. A. (2020). Degradabilidad *in vitro* de la leguminosa matarratón (*Gliricidia sepium*) cosechada a los 30, 45, 60 y 75 días en época seca. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Quevedo. Ecuador 58 p. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5971>.
- Sabourin, E., Bianchini, V., y Petersen, P. (2017). As políticas públicas a favor da agroecologia na América Latina e Caribe: conclusões e perspectivas do estudo. (Ponencia). Seminario Políticas Públicas para Agroecología na América Latina e Caribe, Porto Alegre, Brasil.
- Sabourin, E., Patrouilleau, M. M., Niederle, P. A., Le Coq, J. F., y Vázquez, L. (2017a). Políticas públicas a favor de la agroecología en América Latina. Alianza por la Agroecología. In: Os avanços da agricultura familiar e seus desafios no contexto da América Latina. Brasília: Alianza por la Agroecología-ASPTA, 19 Seminário Regional da Aliança pela Agroecologia, Brasília, Brasil.
- Sánchez-Santana, T., Rizo-Álvarez, M., Morales-Querol, D., García-Sánchez, F., Olivera-Castro, Y., Benítez-Álvarez, M., y Ruz-Suárez, F. (2019). Situación agroproductiva de fincas en dos municipios de la provincia Matanzas. *Pastos y Forrajes*, 42(3), 230-234.
- Santos, E. V. M., Hespanhol, R. A. D. M., y Lorenzo, X. A. M. (2020). Agricultura urbana nas cidades cubanas de Camaguey e Cienfuegos. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia*, (46).
- Vázquez, L. L., y Matienzo, Y. (2010). Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas como base para el manejo agroecológico de plagas. Ciudad de La Habana. INISAV.
- Vázquez, L. L., Marzin, J., y González, N. (2017). Políticas públicas y transición hacia la agricultura sostenible sobre bases agroecológicas en Cuba. En: E. Sabourin, M.M. Patrouilleau, J.F. Le Coq, L. L. Vázquez, & P. Niederle, Políticas públicas a favor de la agroecología en América Latina y El Caribe, Brasil. (pp 139-157). FAO.
- Videgain, M., Marco, P., Martí, C., Manyá, J. J., Jaizme-Vega, M. D. C., y García-Ramos, F. J. (2019). Evaluación de los efectos de la aplicación de biochar como enmienda orgánica en un cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) bajo condiciones de invernadero (No. COMPON-2019-agri-3413). DOI: 10.26754/c_agroing.2019.com.3413
- Villanueva-Avalos, J. F., Vázquez-González, A., y Quero-Carrillo, A. R. (2022). Atributos agronómicos y producción de forraje en ecotipos de *Cenchrus purpureus* en condiciones de trópico subhúmedo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(SPE27), 1-9. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3147>

- Yahuara-Suárez, L. Y. (2019). Apreciación e interés de la población por el uso de abonos orgánicos, caserío Pakuy-Chiriaco, 2019. Universidad de Lambayeque. Facultad de ciencias de ingeniería. Escuela profesional de ingeniería ambiental. Chiclayo-Perú. <http://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/241>.
- Zamora-Pedraza, G., Avendaño-Reyes, S., Coates, R., Gómez-Díaz, J. A., Lascurain, M., García-Guzmán, G., y López-Acosta, J. C. (2022). Live fences as refuges of wild and useful plant diversity: their drivers and structure in five elevation contrast sites of Veracruz, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 15, 19400829221078489.