



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA**

# **TRABAJO DE DIPLOMA**

## **DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA LA CONVERSIÓN AGROECOLÓGICA DE UNA FINCA CAMPESINA EN COLÓN, MATANZAS**



*Autora: Ibelise Mendoza Bereteruide*

*Tutores: Ing. Juan Carlos Lezcano Fleires, MSc.  
Ing. Osmel Alonso Amaro, Dr. C.*

**Curso 2017-2018**  
**Matanzas**

## PENSAMIENTO

*«Tenemos que buscar la promoción y el fortalecimiento del modelo agroecológico que provea alimentos para la vida, no contra ella»*

**NOTA DE ACEPTACION**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

-----  
Presidente del Tribunal

-----  
Tribunal

-----  
Tribunal

-----  
Tribunal

-----  
Evaluación

## DECLARACION DE AUTORIDAD

Declaro que yo, Ibelise Mendoza Beretervide soy la única autora de este Trabajo de Diploma, por lo que autorizo a la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'I.M.B.', written in a cursive style.

Firma: \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

A las personas que más amo en la vida, mis padres (Ibonne y Jesús), por ser el motor impulsor para seguir adelante cada segundo de mi vida, por ser mis guías, mis consejeros, mi apoyo incondicional en cada momento para llegar a la meta de mis propósitos y para los que pretendo ser un ejemplo y un orgullo. Los amo.

## **AGRADECIMIENTOS**

- ✚ En primer lugar, a la Revolución, por darnos la oportunidad de superarnos e inculcarnos el amor a la vida y a la naturaleza.
- ✚ A mi tutor, Msc. Juan Carlos Lezcano Fleires, para el cual no tengo como agradecerle su sacrificio, ayuda, persistencia, paciencia, entrega y horas de dedicación a la realización de esta tesis.
- ✚ A mi otro tutor, Dr. C. Osmel Alonso Amaro, quien, con cariño, incluyendo sus regaños, estuvo apoyando incondicionalmente cada paso para este logro.
- ✚ A mi familia, amigas y vecinos quienes siempre han estado a mi lado.
- ✚ A mis profesores quienes durante cinco años de mi vida estuvieron junto a mí enseñándome y guiándome por el camino del saber, los cuales se han convertido en mi familia.
- ✚ A mis compañeros de grupo quienes nos hemos ayudado mutuamente y compartido buenos y malos momentos durante estos cinco años y en especial a mis compañeras Annali y Yaudelkis, quienes considero mis hermanas.
- ✚ A los campesinos que sin lugar a dudas me aportaron sus conocimientos en la realización de la investigación. Destacando la familia Paredes.
- ✚ A los trabajadores de la Estación de Pastos y Forrajes Indio Hatuey quienes desde mis inicios universitarios han motivado mi crecimiento educacional.
- ✚ A mi abuelo Jesús y mi tía Marisel quienes ya no están a mi lado, pero sé que desde donde están me han cuidado y se sienten muy orgullosos de esta niña que los adora y no los olvida.

**A TODOS, MUCHAS GRACIAS**

## OPINIÓN DEL TUTOR

La diplomante *Ibelise Mendoza Beretervide*, quien es estudiante de quinto año de la carrera de Agronomía en la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas, realizó su trabajo de diploma en la Finca Paredes perteneciente a la CSS Sabino Pupo del municipio Colón en la provincia Matanzas, que esta insertada en el proyecto PIAL.

Durante un período de 1 año y 6 meses, tiempo que dedico a buscar información sobre la entidad productiva, así como para recorrer la misma, entrevistar al productor, participar en el diagnóstico y en la elaboración del plan de finca; la estudiante asumió con responsabilidad y seriedad la realización de dichas actividades. Lo cual le permitió siguiendo las indicaciones de sus tutores, realizar una adecuada y actualizada búsqueda bibliográfica para respaldar sus resultados a partir del procesamiento e interpretación de toda la información recopilada (datos experimentales), demostrando en todo momento una buena capacidad de análisis.

Por tanto, teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, lo cual sintetiza el esfuerzo realizado por la diplomante y sus ansias por continuar contribuyendo a resolver los problemas que enfrenta el desarrollo agrario en el país, así como por la preparación adquirida para enfrentar nuevos retos en el futuro, es que le proponemos al tribunal evaluador, que valore su desempeño a través del documento que se presenta y su trayectoria estudiantil en los cinco años de la carrera, para que se le otorgue el título de Ingeniero Agrónomo, por el cual esta optando la estudiante.

---

Firma de los tutores

## RESUMEN

Con el objetivo de diseñar una propuesta de manejo agroecológico para la finca Paredes del municipio Colón en la provincia de Matanzas, se realizó su diagnóstico y la evaluación de la diversidad como componentes esenciales para la conversión agroecológica de dicha entidad productiva. Para ello se utilizaron las siguientes metodologías: la del diagnóstico para fincas que constituyen muestras de confianzas del Programa de Innovación Agrícola Local (PIAL), la del Plan de Finca y la de caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas. Además, se caracterizaron las tecnologías que utilizaba el productor en: básicas, emergentes y claves. En el diagnóstico se detectaron deficiencias con la fertilización orgánica del suelo; así como en la utilización de biocontroles en el manejo de plagas y en la alimentación del ganado, además de la limitada integración agricultura-ganadería. En cuanto a la biodiversidad se encontró una riqueza específica numerosa de plantas y animales, pero una escasa diversidad interespecífica, no existe una diversidad uniforme de las especies acorde con la determinación de los índices de Margalef y de Shannon-Wiener. Respecto al grado de complejidad de la finca, este fue simplificado, dado fundamentalmente, por no cumplir con los indicadores de la biodiversidad nociva, funcional e introducida funcional. Por tanto, se proponen alternativas de manejo para la conversión ecológica de la finca, encausadas hacia la mejora de la fertilidad y protección del suelo, el reciclaje de nutrientes y la regulación de las plagas, mediante el establecimiento de una infraestructura ecológica.

## **SUMMARY**

With the objective of designing a proposal of handling agroecológico for the property Walls of the municipality Columbus in the county of Matanzas, he/she was carried out their diagnosis and the evaluation of the diversity like essential components for the conversion agroecológica of this productive entity. For they were used it the following methodologies: that of the diagnosis for properties that constitute samples of trusts of the Program of Local Agricultural Innovation (PIAL), that of the Plan of Property and that of quick characterization of the biological diversity in the properties, like base for the handling agroecológico of plagues. Also, the technologies were characterized that used the producer in: basic, emergent and key. In the diagnosis deficiencies were detected with the organic fertilization of the floor; as well as in the biocontrol use in the handling of plagues and in the feeding of the livestock, besides the limited integration agriculture-cattle raising. As for the biodiversity he/she was a numerous specific wealth of plants and animals, but a scarce diversity interespecifica, an uniform diversity of the species chord doesn't exist with the determination of the indexes of Margalef and of Shannon-Wiener. Regarding the grade of complexity of the property, this it was simplified, given fundamentally, for not fulfilling the indicators of the functional noxious, functional and introduced biodiversity. Therefore, they intend alternative of handling for the ecological conversion of the property, prosecuted toward the improvement of the fertility and protection of the floor, the reciclaje of nutritious and the regulation of the plagues, by means of the establishment of an ecological infrastructure.

# ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Problema.....	2
Hipótesis.....	2
Objetivos.....	2
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1. El modelo agrícola convencional: sus efectos desfavorables, y la necesidad de su cambio en Cuba.....	3
2.2. La agroecología: sus bases conceptuales y su importancia en el contexto de la agricultura sostenible.....	5
2.3. Agricultura ecológica o alternativa	10
2.4 El agroecosistema o la finca como unidad de análisis y la importancia de agrobiodiversidad en este contexto.....	12
2.5 Métodos de evaluación de la biodiversidad. Índices de diversidad.....	18
2.6 El plan de finca como herramienta para el desarrollo sostenible.....	22
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1 Diagnóstico y caracterización del sistema productivo.....	25
3.2 Inventario y determinación de la biodiversidad presente en la finca y de los índices ecológicos utilizados.....	27
3.3 Elementos a tener en cuenta para la propuesta de alternativas de manejo agroecológico en la finca.....	29
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>31</b>
4.1 Resultados del diagnóstico de la finca.....	31
4.2 Biodiversidad y agrodiversidad en la finca.....	41
4.3 Propuesta de alternativas de manejo para la conversión agroecológica de la finca.....	52
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS</b>	

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la humanidad enfrenta diversos desafíos, tales como: la contaminación del agua y la atmósfera, la reducción del área boscosa, la degradación y compactación del suelo, la deforestación, la pérdida de la diversidad genética de los cultivos y de la biodiversidad en general, y las afectaciones por plagas, los cuales se han originado por el uso de sistemas agropecuarios de producción intensiva durante varios siglos (Altieri y Nicholls, 2007; Márquez, 2013). A ello se le añade, la amenaza constante del cambio climático, que, entre otros daños, también provoca un incremento de las poblaciones de organismos nocivos y en consecuencia una drástica disminución de la producción de alimentos (Altieri, 2013 y Vázquez, 2013).

Cuba no estuvo exenta a esos fenómenos, pues desde los años 50, e incluso antes, producía alimentos con un sistema de agricultura industrial (monocultivos, alto uso de insumos químicos y sobreexplotación de recursos naturales), dirigido fundamentalmente hacia la exportación de sus productos, sobre todo el azúcar (Tirado *et al.*, 2017); lo cual provocó un desequilibrio ecosistémico (Funes-Monzote *et al.*, 2013).

Según Guadarrama-Zugasti (2007), el enfoque de la agricultura convencional se traduce en el empleo de tecnologías inflexibles que alteran el proceso de producción agrícola con el empleo únicamente de insumos externos, lo que origina un impacto negativo al medio ambiente y hace que los agricultores tengan que redefinir sus estrategias de vida. Además, en esos agroecosistemas con la utilización de esas prácticas basadas en el modelo de «Revolución verde», se pierde notablemente la autorregulación de las plagas por los enemigos naturales (Altieri y Nicholls, 2010).

Para equilibrar esos efectos en el sector agrario cubano se han implementado estrategias de desarrollo rural y agrícola en el país, con las cuales se han alcanzado éxitos relevantes; en particular, la dignificación y el fortalecimiento del campesinado y la reanimación de los sistemas agrícolas campesinos (Martín, 2009). Es por ello que el empleo de agroecosistemas diversificados, integrados, sustentables y manejados con recursos locales, con fuentes alternativas de energía y un mínimo uso de insumos en fincas agropecuarias, se ha convertido en una prioridad en la agricultura cubana (Funes Monzote, 2013). Además, el

estudio de sistemas biodiversos y su potencial se identifica como un aspecto elemental para el logro de sistemas agropecuarios sostenibles (Nova, 2016).

De acuerdo a todo lo anteriormente planteado, se tuvo en cuenta como **PROBLEMA**

Insuficiente empleo de alternativas de manejo agroecológico en la finca objeto de estudio, para la obtención de producciones más sanas y ecológicas.

Y seguidamente se asumió como **HIPÓTESIS**

Si se diseñan alternativas de manejo agroecológico en la finca de referencia, y se ponen en práctica, entonces se contribuirá a la conversión agroecológica de esa entidad productiva y a su sostenibilidad en el tiempo.

En tanto los **OBJETIVOS**, fueron:

*Objetivo general:*

Diseñar una propuesta de manejo agroecológico para la finca en estudio a partir de su diagnóstico y la evaluación de la diversidad como componente esencial.

*Objetivos específicos:*

1. Realizar el diagnóstico de la entidad productiva utilizando como herramienta el Plan de Finca.
2. Evaluar la biodiversidad y agrobiodiversidad de la finca.
3. Proponer alternativas de manejo para la conversión agroecológica de la finca.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 El modelo agrícola convencional: sus efectos desfavorables, y la necesidad de su transición en Cuba**

La «Revolución Verde» fue un modelo de producción agropecuaria que significó un cambio sustancial del paradigma agrícola (Sarandón y Flores, 2014a) y que se implementó en los años 50 en los países de Europa y Estados Unidos con el propósito de abastecer a sus pobladores de alimentos. Sin embargo, según León y Rodríguez (2002) este modelo se concibió para unas condiciones contextuales y culturales privilegiadas, que solamente se concretaban en estos países, donde los agricultores eran los propietarios de las tierras y se beneficiaban con los subsidios estatales y de investigación agropecuaria. Por otra parte, las condiciones ecosistémicas para las cuales se pensó dicho modelo, tenían rasgos de homogeneidad en los principales elementos y las estructuras, situación que favorecía su aplicación.

No obstante, otras condiciones y contextos fueron encontradas en los países del Tercer Mundo donde se transfirió el modelo convencional, lo que provocó que se desataran diversas dinámicas que obstaculizaron su plena adopción y que originaron efectos irreversibles en todo el sistema agrícola y en la cultura de los pueblos (León y Rodríguez, 2002). A ello, se le adicionó, que el desarrollo de los sistemas de producción de alimentos concebidos en estos modelos se orientó a la búsqueda de paquetes tecnológicos diseñados para maximizar la producción por unidad de superficie y raramente se tuvo en cuenta su efecto en el ambiente y la sociedad.

Como se expresó con anterioridad estas recetas universales generaron problemáticas que trajeron consecuencias nefastas para la vida en la tierra, entre las cuales se pueden citar: la dependencia creciente de los agroquímicos, la contaminación de los alimentos, las aguas, el aire y los suelos, el uso indiscriminado de combustibles fósiles, la simplificación o la pérdida de la biodiversidad, la pérdida de la variabilidad genética de los cultivos, la erosión cultural y del suelo (eólica, hídrica, de fertilidad) con el incremento de su salinidad, el deterioro de la cubierta vegetal, la disminución considerable de los mantos freáticos, la pérdida de la autogestión, la resistencia constante a los plaguicidas de insectos y microorganismos patógenos causantes de enfermedades, considerados plagas agrícolas o potenciales, entre

otras múltiples consecuencias (García, 2012; Fernández y Fundora (2016); Sarandón y Flores, 2014a).

Por razones objetivas, este fue también el camino que siguió Cuba, y como país receptor de estas tecnologías no estuvo exento al impacto negativo de las consecuencias que se mencionaron. Es por ello, que diversos autores como Hernández *et al.* (2011) y Funes-Monzote *et al.* (2013) informaron que la erosión y compactación de los suelos, la salinización, la contaminación ambiental, el deterioro de la base de los recursos naturales, la reducción del carbono en el suelo y la ruptura del equilibrio ecosistémico, se consideran como los efectos más nocivos que ocasionaron los modelos convencionales de producción, los cuales se deben subsanar para alcanzar una agricultura sostenible.

De igual manera, estos modelos que han imperado en Cuba por más de 400 años han sustentado el establecimiento y la expansión de los monocultivos, específicamente con el empleo de variedades modernas seleccionadas con alta homogeneidad genética para responder a altos niveles de insumos (de agua, fertilizantes, productos fitosanitarios, maquinarias) y producir rendimientos superiores, de ahí que han desplazados las variedades locales (adaptadas a la variabilidad natural de los agroecosistemas) identificadas a lo largo de los años por los productores, teniendo en cuenta su regionalización.

Según Altieri y Nicholl (2007), a nivel mundial, esto ha conllevado a la homogenización del paisaje, a la simplificación o la reducción de la biodiversidad y a la transformación de las fincas en ecosistemas artificiales altamente dependientes de plaguicidas químicos, maquinarias y de la intervención humana. Tal inestabilidad en los agroecosistemas lleva implícito el empeoramiento de los problemas de plagas, y como resultado las comunidades de plantas que fueron modificadas para satisfacer las necesidades de los seres humanos se vuelven más vulnerables a los daños intensos de esos organismos nocivos, pues pierden las características de autorregulación que le fueron inherentes en su medio natural (Altieri y Nicholls, 2010).

Ante a esta situación y con el fin de contrarrestar estos efectos, en el sector agrícola cubano se realiza un proceso de reconversión o transición hacia una producción agropecuaria sostenible, soberana y resiliente, en la que la rectificación de los fracasos tecnológicos convencionales (altamente costosos, degradativos e ineficientes) y la promoción de métodos de producción con prácticas agroecológicas, conlleven a la implementación y el conocimiento

de sistemas complejos, que preserven la biodiversidad y conserven los recursos naturales como parte del rediseño predial, lo cual constituye una prioridad de la máxima dirección del país.

Sin embargo, transformar los sistemas convencionales a otros de base ecológica es un proceso complejo, en el que se articulan distintas escalas (finca, comunidad local, territorio) y que se ve afectado por factores sociales, económicos, tecnológicos, culturales, políticos y ecológicos (Caporal *et al.*, 2009; González de Molina, 2012; Marasas y Fernández, 2015).

Además, según Gliessman *et al.* (2007), supone un cambio en los valores y las formas de actuar de los agricultores y de los consumidores, en sus relaciones sociales, productivas y con los recursos naturales, es decir, que la transición no sólo ocurre en la finca, sino también a nivel de comunidad. A su vez, es importante destacar que es un proceso político, que implica cambios en las relaciones de poder y que atraviesa a todos los actores sociales activos en la transición agroecológica (González de Molina, 2012).

## **2.2 La agroecología: sus bases conceptuales y su importancia en el contexto de la agricultura sostenible**

Es indudable que el desarrollo agrícola futuro de cualquier país requiere inevitablemente de un nuevo enfoque, el cual debe ser diferente al que ha venido desarrollando la humanidad en los últimos años, caracterizado por el modelo hegemónico de la agricultura convencional. Ese nuevo modelo debe tener sus bases en la agroecología como la ciencia que proporciona las normas para comprender la naturaleza de los agroecosistemas y su funcionamiento, y los principios ecológicos que rigen el estudio, el diseño y el manejo de los mismos (Gliessman *et al.*, 2007). Por otro lado, la agroecología es la que provee el conocimiento y la metodología necesaria para desarrollar una agricultura ambientalmente sostenible, altamente productiva, socialmente equitativa y económicamente viable (Altieri, 2001).

Según Cajas (2015), dicha ciencia se basa en los conocimientos tradicionales del manejo de la biodiversidad, el incremento de los recursos biológicos en los sistemas de cultivo, la utilización de los medios biológicos y ofrece la única forma práctica de restaurar las tierras agrícolas degradadas.

Numerosos autores como Altieri y Nicholls (2000) y Leyva (2016) ratifican la importancia de la agroecología, y la caracterizan como la disciplina científica que enfoca el estudio de la

agricultura desde una perspectiva ecológica. Por otra parte, la definen como un marco teórico en el que se analizan los procesos agrícolas de manera más amplia, y donde se concibe el agroecosistema como un sistema complejo, en el cual los procesos ecológicos naturales ocurren constantemente, por ejemplo: la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes, el equilibrio entre los agentes nocivos y sus controles biológicos naturales, los flujos de energía, el balance hídrico, entre otros.

La agroecología se perfila en la actualidad como la ciencia fundamental para orientar la conversión de los sistemas convencionales de producción (monocultivos dependientes de insumos agroquímicos) hacia los sistemas más diversificados y autosuficientes (Nicholls *et al.*, 2015), ya que no promueve recetas técnicas, sino principios, que cuando se aplican en una región particular, toman diferentes formas tecnológicas, y dependen de las necesidades socioeconómicas de los agricultores y de sus circunstancias biofísicas (Altieri, 1995; Gliessman, 1998), los cuales se relacionan a continuación:

1. Mejorar el reciclaje de biomasa, con el fin de optimizar la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes a través del tiempo.
2. Fortalecer el «sistema inmunológico» de los sistemas agrícolas mediante el mejoramiento de la biodiversidad funcional (enemigos naturales, antagonistas, entre otros), y la creación de hábitats adecuados.
3. Proporcionar las condiciones del suelo más favorables para el crecimiento de las plantas, en particular con la adición de materia orgánica con vista a garantizar el aumento de la actividad biológica en el mismo.
4. Minimizar las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos mediante el mejoramiento, conservación y regeneración de los recursos suelo, el agua y la biodiversidad agrícola.
5. Diversificación de especies y de recursos genéticos en el agroecosistema a través del tiempo, el espacio y el paisaje.
6. Aumentar las interacciones biológicas y las sinergias entre los componentes de la diversidad biológica agrícola, para así promover los procesos y servicios ecológicos claves.

Según Nicholls *et al.* (2015) cada práctica que se realiza en los sistemas ecológicos se vincula con uno o más principios de los que se mencionaron anteriormente, lo cual contribuye

a mejorar las funciones biológicas de cada organismo en los agroecosistemas (tabla 1), al propiciarse interacciones ecológicas, que indudablemente impulsan los procesos claves que se desarrollan en ellos (ciclo de nutrientes, regulación de plagas, productividad, entre otros) (fig. 1).

**Tabla 1.** Contribución relativa de varias prácticas de manejo a uno o más principios agroecológicos (Vázquez y Pérez, 1997).

Prácticas de manejo	Principio al que contribuyen*					
	1	2	3	4	5	6
Aplicación de compost	X		X			
Cultivo de cobertura o abonos verdes	X	X	X	X	X	X
Mulching	X		X	X		
Rotación de cultivos	X		X	X	X	
Uso de insecticidas microbioanos y/o botánicos		X				
Uso de plantas repelentes y flores atrayentes		X			X	X
Cercas vivas		X	X		X	X
Cultivos intercalados	X	X	X	X	X	X
Agroforestería	X	X	X	X	X	X
Integración animal	X		X	X	X	X

\* Cada número se refiere a un principio agroecológico de los enumerados con anterioridad



**Figura 1.** Principios y procesos agroecológicos para la conversión de los sistemas agrícolas.

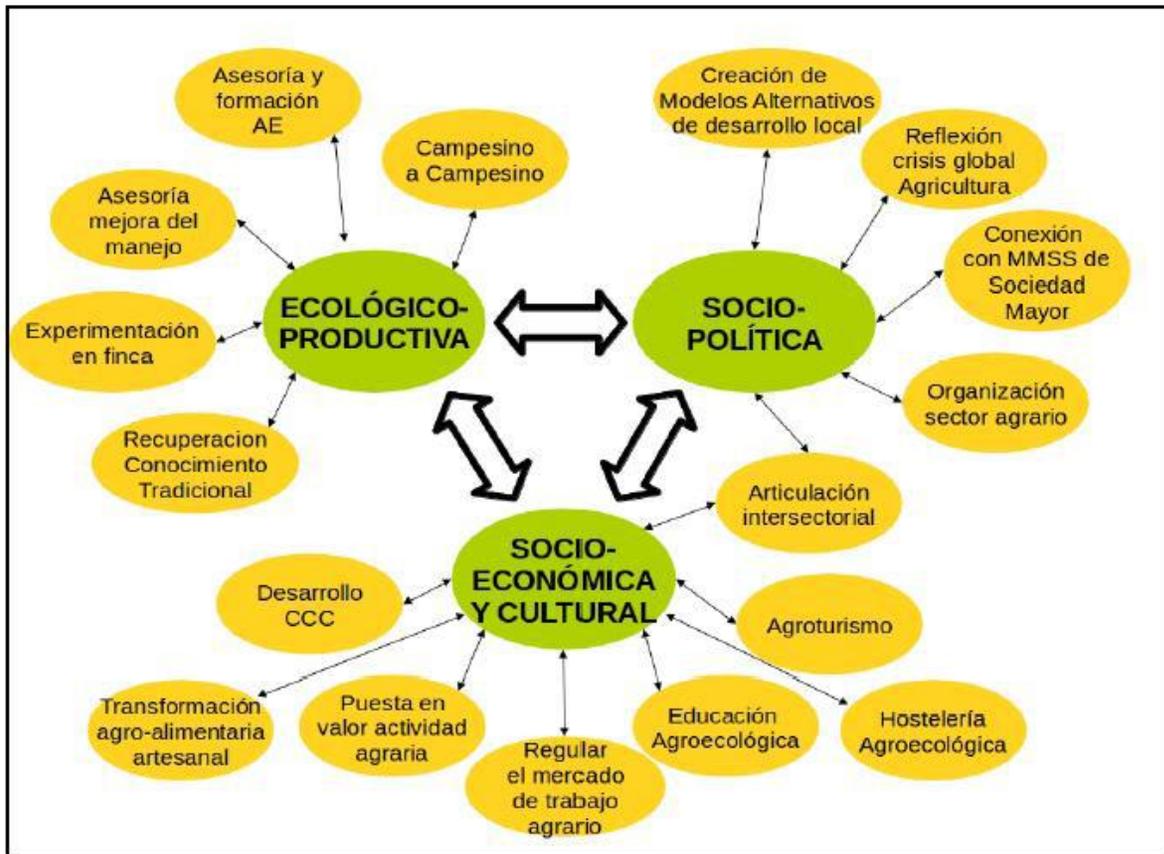
Sin embargo, en dependencia de cómo se apliquen las prácticas y si se complementan o no con otras, a veces pueden actuar como un “suiche ecológico” o “mesa de control ecológica”, esenciales para la salud y la productividad de un determinado sistema de cultivo.

Evidentemente, en cada sistema de producción se aplican un grupo distinto de prácticas de manejo y, en consecuencia, ocurren determinadas relaciones ecológicas, lo que hace que los diseños agroecológicos sean específicos para cada sitio. Por tanto, lo que se aplica a otros entornos no son las técnicas, sino los principios ecológicos, que subyacen a la sostenibilidad. Transferir tecnologías de un sitio a otro es inútil, si los conjuntos de las interacciones ecológicas asociadas con esas técnicas no se pueden replicar.

Por otro lado, se plantea que la agroecología no consiste en promover soluciones como «balas mágicas» que están divorciadas de los contextos locales y que pueden ser difundidas siguiendo el enfoque de arriba hacia abajo, sino que esas soluciones deben propiciar interacciones complejas de la combinación adecuada de diversas prácticas, las que en circunstancias particulares tendrán necesariamente que cambiar de acuerdo a cada contexto, ya que cada entorno tiene sus propias características (Malezieux, 2012).

Además, la agroecología, es una ciencia que posee un carácter integral, transdisciplinar y pluriepistemológico (Guzmán Casado *et al.*, 2000). *Integral u holístico*, porque considera la realidad como un todo indisoluble que hay que abordar desde diversos puntos de vista para poder comprenderla, y sobre todo para transformarla. *Transdisciplinar*, ya que en ella se aplica un aparato conceptual y un instrumental metodológico que orquesta los hallazgos de diversas disciplinas, tales como la agronomía, la ecología, la sociología, la antropología, la economía y la geografía. Y, por último, *pluriepistemológico* porque construye nuevas visiones de la realidad desde una «ecología de saberes» entre el conocimiento tradicional campesino o popular (local, integral, particular y situacional) y el conocimiento científico (universalista, parcelario), siguiendo el paradigma de la complejidad en el contexto investigativo.

Esa ciencia también toma valor en el contexto de las diversas dimensiones que la caracterizan, entre las cuales se informan un grupo numeroso según Sevilla Guzmán *et al.* (2006) (Fig. 2).



**Figura 2.** Propuestas de acción agroecológica en función de las tres dimensiones (López, 2014).

- la dimensión ecológico y técnico-agronómica, que desarrolla una visión integral y sistémica del proceso productivo, concediendo gran importancia a los aspectos ecológicos y de rediseño del agroecosistema, así como las cuestiones relativas a eficiencia energética y los flujos de otros recursos productivos de carácter físico (González de Molina, 2012).
- la dimensión socioeconómica y cultural, centrada en las condiciones de reproducción social de las comunidades rurales y agrarias, que les permitan permanecer en la actividad agraria, a la par que mejorar el estado de los recursos naturales. Para ello, se centra en la revalorización de los recursos locales (materia orgánica, conocimientos de los agricultores, variedades de cultivo).
- la dimensión sociopolítica, que se sitúa en una perspectiva de incidencia en los espacios de toma de decisiones en el sistema agroalimentario, del nivel local al global, de cara a

cuestionar políticas que puedan dificultar los proyectos locales de sustentabilidad, y a impulsar otras que les puedan abrir espacio. Esta dimensión contempla las alianzas con otros grupos sociales alrededor de lo agroalimentario y se sitúa en una perspectiva global, a través de la soberanía alimentaria y otras propuestas actuales.

### **2.3. Agricultura ecológica o alternativa**

En la literatura científica internacional la agricultura ecológica (Selincourt, 2009) o alternativa (Altieri y Nicholl, 2000) como también se le conoce es considerada como una nueva forma de enfocar la producción agrícola, la cual se basa en la producción de alimentos sanos, de buena calidad y en cantidades aceptables. Es una forma productiva que respeta el medio ambiente y conserva los procesos vitales como la fertilidad de los suelos y el control biológico, por solo mencionar algunos ejemplos. Además, utiliza óptimamente los recursos en las fincas y propicia la conservación de la biodiversidad, aspecto de vital importancia para afrontar las circunstancias adversas del cambio climático.

Otros autores como Altieri y Nicholls (2000), Cáceres (2003) y Funes (2007), también corroboran lo anteriormente citado y la definen como un enfoque de agricultura más ligado al ambiente y más sensible socialmente, centrada no solo en la producción, sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema. Un enfoque de agricultura que se caracteriza por aplicar el control natural de plagas, mediante el diseño de agroecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías autosostenidas. Que se apoya en conceptos ecológicos, de tal manera que el ciclaje de nutrientes es óptimo y así mismo los contenidos de materia orgánica en los suelos. En este enfoque, los flujos de energía se consideran cerrados. Esta nueva agricultura exige un mejor conocimiento de los componentes del agroecosistema y de las interrelaciones que ocurren entre ellos (Fig. 3).

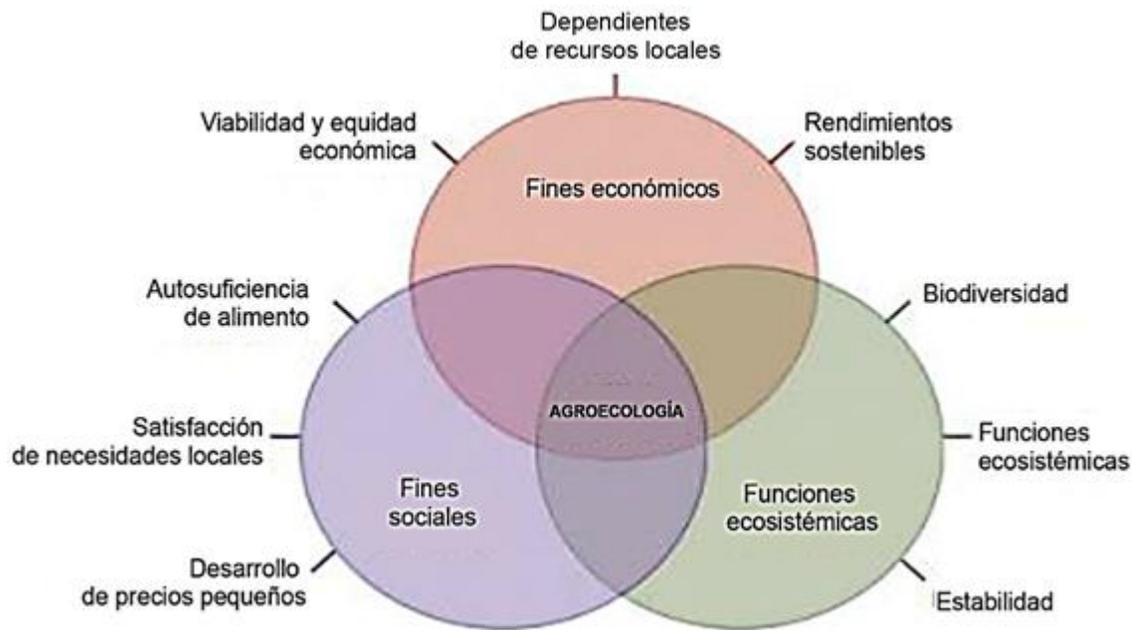


Figura 3. Rol de la agroecología y conexión con los fines económicos, ambientales y sociales en las zonas rurales.

Con la agricultura ecológica se trata de explotar las complementariedades y las sinergias que surgen al combinar los cultivos, los árboles y los animales en diferentes arreglos espaciales y temporales. Esta agricultura presupone el uso de prácticas importantes como: las rotaciones de cultivos, el aumento de los niveles de nitrógeno disponible en el suelo, las prácticas de labranza conservadoras del suelo, el control biológico de plagas y su manejo agroecológico, el uso de variedades resistentes y el intercalamiento de cultivos.

La agricultura ecológica puede ser altamente productiva y a su vez sostenible en producción y conservación a largo plazo (Milián, 2017), y por tanto los diseños que se orientan sobre esta base tienden a aumentar la eficiencia biológica, preservar la biodiversidad y mantener la capacidad productiva y de autorregulación del agroecosistema imitando la estructura y la función de los ecosistemas naturales locales, que son sistemas con una alta diversidad de especies, un suelo biológicamente activo, donde se promueve el control natural de insectos y la abundante cobertura.

## **2.4. El agroecosistema o la finca como unidad de análisis y la importancia de la agrobiodiversidad en este contexto**

Según Ruiz (1995) el agroecosistema es una unidad de estudio donde inciden diferentes factores tecnológicos, socioeconómicos y ecológicos, los cuales permiten la obtención de alimentos y otras satisfacciones de los seres humanos. Son considerados como comunidades de plantas y animales interactuando en un ambiente físico y químico modificado por el hombre para producir alimentos, fibra y combustible.

En este sentido, la finca se considera un agroecosistema, pues es un conjunto de componentes que funcionan como una unidad de producción dentro del sector agrícola; de ahí que es la unidad básica de producción agropecuaria donde interactúan diferentes factores como los bióticos, físicos y socioeconómicos. De tal manera que es manejada, por lo general, por una familia que es la encargada de tomar todo tipo de decisiones que afectan y dan dirección y funcionalidad a los procesos que se desarrollan en este escenario.

Sobre esta base Altieri (1997) informó diversos principios básicos definidos desde la agroecología, estrechamente relacionados con la estructura y la función de los agroecosistemas, y que son adaptables al contexto de la finca, los cuales se enumeran a continuación:

1. El agroecosistema es la unidad ecológica principal. Contiene componentes abióticos y bióticos que son interdependientes e interactivos, y por intermedio de los cuales se procesan los nutrientes y el flujo de energía.

2. La función de los agroecosistemas se relaciona con el flujo de energía y con el ciclaje de los materiales a través de los componentes estructurales del ecosistema, el cual se modifica mediante el manejo del nivel de insumos. El flujo de energía se refiere a la fijación inicial de esta por fotosíntesis en el agroecosistema, su transferencia a través del sistema a lo largo de una cadena trófica y su dispersión final por respiración. El ciclaje biológico se refiere a la circulación continua de elementos desde una forma inorgánica (geo) a una orgánica (bio) y viceversa.

3. La cantidad total de energía que fluye a través de un agroecosistema depende de la cantidad fijada por las plantas o productores y los insumos provistos mediante su administración. A medida que la energía se transfiere de un nivel trófico a otro se pierde una cantidad considerable para la futura transferencia. Esto limita el número y cantidad de organismos que pueden mantenerse en cada nivel trófico.
4. El volumen total de materia viva puede ser expresado en términos de su biomasa. La cantidad, distribución y composición de biomasa varía con el tipo de organismo, el ambiente físico, el estado de desarrollo del ecosistema y de las actividades humanas. Una gran proporción del componente orgánico en el ecosistema está compuesta de materia orgánica muerta (DOM), proveniente del material vegetal (de las plantas, fundamentalmente).
5. Los agroecosistemas tienden hacia la maduración. Estos pueden pasar de formas menos complejas a estados más complejos. Este cambio direccional es sin embargo inhibido en la agricultura moderna al mantener monocultivos caracterizados por la baja diversidad y la baja maduración.
6. La principal unidad funcional del agroecosistema es la población del cultivo. Esta ocupa un nicho en el sistema, el cual juega un rol particular en el flujo de la energía y en el ciclaje de nutrientes, aunque la biodiversidad asociada también es importante desde el punto de vista funcional en el agroecosistema.
7. Un nicho dentro de un agroecosistema dado, no puede ser ocupado simultánea e indefinidamente por una población autosuficiente de más de una especie.
8. Cuando una población alcanza los límites impuestos por el ecosistema, su número debe estabilizarse y, si esto no ocurre, debe declinar (a menudo bruscamente) debido a enfermedades, depredación, competencia, poca reproducción, entre otros factores.
9. Los cambios y las fluctuaciones en el ambiente (explotación, alteración y competencia) representan presiones selectivas sobre la población.
10. La diversidad de las especies está relacionada con el ambiente físico. Un ambiente con una estructura vertical más compleja alberga en general más especies que uno con una estructura más simple. Así, un sistema silvicultural contendrá más especies que en un

sistema basado en el cultivo de cereales. De manera similar, un ambiente benigno y predecible, alberga más especies que en un ambiente más impredecible y severo.

A partir de lo expuesto anteriormente, las estrategias de diversificación son múltiples y dependen de las necesidades y condiciones específicas tanto de las familias como de las comunidades. Utilizar tecnologías alternativas para la diversificación de los agroecosistemas garantiza un ascenso en las interacciones entre los componentes, y por ende la generación de un sinnúmero de efectos positivos en torno a la protección del suelo, la producción constante de alimentos sanos y de buena calidad, asegurando una dieta variada para la familia, así como productos para el mercado, el cierre de ciclos de nutrientes y el uso eficaz de los recursos locales, la conservación del suelo y del agua, un adecuado control biológico de insectos, un aumento de la capacidad multiuso del paisaje, una producción sostenida de cultivos, entre otros aspectos (Altieri, 1999).

Por tanto, el manejo sustentable de estos agroecosistemas requiere del reemplazo de la tecnología de insumos que caracteriza a los sistemas actuales por alternativas agroecológicas, con vista a lograr su estabilidad y la resiliencia (Swift y Van Noordwijk, 2004).

Un aspecto importante para mantener también agroecosistemas sustentables es lograr el mantenimiento y aumento de la biodiversidad. La biodiversidad o diversidad biológica se define como «la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas» (UNEP/CDB/COP/5, 2000; SIAC, 2016). Este término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (UNEP/CDB/COP/5, 2000).

Otros investigadores como Souza y Vicente (2001) expresaron que la biodiversidad constituye el conjunto de todos los organismos vivos que existen en la tierra, y su interacción se considera la base del sustento de la vida en el planeta. Por otro lado, Jiménez (2005) afirmó que la biodiversidad representa el más grande recurso almacenado por la naturaleza;

sin embargo, su riqueza ha ido disminuyendo a un ritmo acelerado con el accionar negativo del propio hombre.

En este mismo contexto, Suárez (2017) definió a la biodiversidad como un sistema, territorialmente explícito, que se caracteriza no solo por tener estructura, composición (expresada en los diversos arreglos de los niveles de su organización, desde los genes hasta los ecosistemas) y un funcionamiento, sino que también tiene una relación estrecha e interdependiente con los sistemas humanos a través de un conjunto de procesos ecológicos que son percibidos como beneficios (servicios ecosistémicos) en todas sus dimensiones (político, social, económico, tecnológico, simbólico, mítico y religioso). Este sistema interactúa y se mantiene en funcionamiento gracias a la existencia de la energía del sol, el ciclo global del agua y los ciclos geoquímicos, los cuales interactúan con la vida, produciendo la complejidad de relaciones y expresiones que constituyen la biodiversidad.

La conservación de la biodiversidad debe ser integrada con las prácticas agrícolas, una estrategia que puede reportar enormes beneficios sociales, económicos y ecológicos. Las prácticas que conservan y usan de manera sostenible e incrementan la biodiversidad son necesarias en los sistemas agrícolas para asegurar la producción de alimentos, la calidad de vida y la salud de los ecosistemas (Thrupp, 1998), de manera que se deben empezar a utilizar herramientas que permitan articular la producción agrícola con la permanencia de la biodiversidad en los sistemas de producción.

Otro concepto que incluye lo relativo a la diversidad biológica para la producción agrícola, es la agrobiodiversidad, el cual según lo planteado por Souza y Vicente (2001) y Brack (2005), se refiere a las plantas y animales que han sido domesticados por el hombre y a los sistemas que están conformados por todos los componentes de la diversidad biológica que pertenecen a la alimentación y la agricultura, y los que constituyen el ecosistema agrícola: las variedades y la variabilidad de animales, plantas y microorganismos en los niveles genético, de especies y de ecosistemas, los cuales son necesarios para mantener las funciones principales de los ecosistemas agrarios, su estructura y procesos, así como el componente sociocultural determinada por actividades humanas, saberes de los productores y prácticas de gestión (Sarandón, 2009).

La agrobiodiversidad, tanto biológica como cultural, es básica para los sistemas agrícolas (UNEP/CDB/COP/5, 2000). Un manejo adecuado de la misma puede permitir que los sistemas agrícolas reciclen nutrientes, se reduzcan los problemas de plagas, se controlen las malezas y maneje el estrés climático y, al mismo tiempo, se produzcan alimentos ricos en nutrientes y satisfagan otras necesidades de vida (Moonen y Bárberi, 2008). Por ello, es necesario detectar y robustecer los mecanismos que permiten favorecer los servicios ecológicos, dentro de los cuáles la regulación biótica ha sido señalada como uno de los más sensibles (Obrist y Duelli, 2010).

En este contexto, también es necesario conocer que la agrobiodiversidad desempeña un rol esencial en la regulación biótica, lo cual se explica a través de dos mecanismos: el «bottom-up» que se refiere a la interacción de la población con su recurso alimentario (concentración del recurso) y el «top-down» referido a la interacción con los enemigos naturales (presencia de vegetación para su hábitat, alimentación y refugio) (Swift y Van Noordwijk, 2004; Nicholls, 2006).

Un manejo sustentable de los sistemas productivos requiere una nueva caracterización de la agrobiodiversidad, teniendo en cuenta las interacciones entre componentes presentes en el agroecosistema, ya que de ellas derivan los servicios ecológicos (de Bello *et al.*, 2010).

Uno de los desafíos que aún se debe afrontar es «medir los niveles mínimos» de agrobiodiversidad que son necesarios para las funciones esenciales de los agroecosistemas (Stupino *et al.*, 2014). Faltan indicadores adecuados y confiables para estimarla, y, aunque estos puedan construirse, no está claro aún cuáles serían los valores apropiados de agrobiodiversidad que favorecerían los mecanismos del potencial de regulación biótica en un agroecosistema. Sin embargo, a pesar de que los valores apropiados de agrobiodiversidad son sitio dependiente, existe una base conceptual o principios teóricos universales factibles de ser aplicados para establecer los parámetros a estudiar (Sarandón y Flores, 2014b). Los aspectos composicionales, estructurales y temporales de la biodiversidad, determinan, en conjunto, la dimensión funcional de la misma (Stupino *et al.*, 2014), por lo que ésta podría ser evaluada a través de la presencia en el agroecosistema de dichas dimensiones o aspectos.

Desde el punto de vista sociocultural, la agrobiodiversidad de los agroecosistemas está relacionada estrechamente con los conocimientos o decisiones de los agricultores, por lo que

la diversidad cultural ha sido considerada un componente esencial de estudio (Gross *et al.*, 2011).

Las prácticas y conocimientos agrícolas desarrolladas en vínculo con los recursos naturales, difieren según los distintos grupos de agricultores, de acuerdo, a sus características ambientales, técnicas y socioculturales. Al respecto (Gargoloff *et al.*, 2011) encontraron que, en sistemas hortícolas, existe una relación entre el conocimiento de la agrobiodiversidad y el manejo de dicho recurso, y ello podría vincularse al menor uso de insumos externos en los agroecosistemas.

En los sistemas mixtos de agricultura y ganadería pastoril, la presencia del componente ganadero favorece una mayor diversidad vegetal cultivada y asociada (toda vegetación que forma parte el sistema pero que no fue incorporada por el productor), lo cual permite una menor concentración de un único recurso alimenticio para las plagas y la presencia de ambientes que funcionan como reservorio de enemigos naturales.

Por otra parte, la complementación entre agricultura y ganadería pastoril implica que haya más diversidad de especies cultivadas, un mayor parcelamiento, rotaciones en tiempo y espacio, y una reducción de la posibilidad de que ciertas malezas se conviertan en población dominante. Estos ambientes seminaturales son ampliamente reconocidos como reservorio de la biodiversidad (Noordijk *et al.*, 2010; Marasas *et al.*, 2010; Blake *et al.*, 2011). Esto podría constituir un potencial para fortalecer los mecanismos que favorecen la regulación biótica, lo cual es importante para reducir el uso de energía en el remplazo de dicho proceso.

En este sentido, Iermanó y Sarandón (2010) encontraron que en los sistemas mixtos podría existir alguna relación entre la presencia de una mayor biodiversidad cultivada y el funcionamiento del proceso ecológico de regulación biótica, y que esto haría posible un menor uso de insumos.

No obstante, la presencia de la agrobiodiversidad y de los mecanismos que favorecen la regulación biótica no siempre se traducen en menor uso de insumos, dado que culturalmente, el uso de insumos preventivos es una práctica muy arraigada. Según Rosenstein *et al.* (2007) «*el criterio dominante de no correr riesgos frente a una posible disminución de rendimientos guía las prácticas de los productores*»

Si bien existen varias líneas de investigación que están orientadas a la transición desde sistemas convencionales hacia sistemas agroecológicos, son pocas las que centran su atención en los sistemas agropecuarios extensivos (Iermanó y Sarandón, 2011). Aun así, todas estas líneas coinciden en que la agrobiodiversidad en todas sus escalas es la clave para lograr sistemas más sustentables, por lo cual es preciso estudiar sistemas que realicen un adecuado uso de la misma y sirvan de base para el rediseño de los actuales sistemas productivos altamente simplificados y ecológicos. (Altieri y Nichols, 2006).

## **2.5. Métodos de evaluación de la biodiversidad. Índices de diversidad**

La diversidad biológica representa un tema central de la teoría ecológica y ha sido objeto de debate a nivel mundial (Magurran, 1988). Sin embargo, la falta de definición y de parámetros adecuados para su medición permitió que a principios de los años 70's se declarara casi inválido su concepto. No obstante, a pesar de los debates y de las precauciones a tener en cuenta a la hora de aplicar los índices de diversidad, estos continúan siendo populares entre los ecólogos y en la actualidad, se resalta el significado de la biodiversidad y de su importancia, y paralelamente autores como Moreno (2001) investigan parámetros para medirla, considerándose la biodiversidad como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica tanto para fines de conservación, como del manejo y el monitoreo ambiental, por solo citar algunos ejemplos.

En la literatura se han reportado innumerables índices para medir la biodiversidad. Al respecto, Moreno (2001) los agrupa en función de diferentes elementos, tales como: los métodos a escala genética, a nivel de especies y a nivel de comunidad.

### ➤ *métodos a escala genética*

La diversidad encontrada dentro de las especies es la base fundamental de la biodiversidad a niveles superiores. La variación genética determina la forma en que una especie interactúa con su ambiente y con otras especies. Toda la diversidad genética surge en el ámbito molecular y está íntimamente ligada con las características fisicoquímicas de los ácidos nucleicos. A este nivel, la biodiversidad surge a partir de mutaciones en el ácido desoxirribonucleico (ADN), aunque algunas de estas mutaciones son eliminadas por la

selección natural o por procesos estocásticos. La diversidad genética de una especie es producto de su historia evolutiva y no puede ser reemplazada.

La variación genética puede detectarse a escala molecular estudiando directamente los cambios en la estructura del ADN, o indirectamente en las proteínas que codifican genes específicos. Los datos moleculares se utilizan para determinar el nivel promedio de heterocigosidad (H), la proporción de loci polimórficos (P) y el total (n) o el promedio (ne) del número de alelos por locus.

➤ *métodos de medición al nivel de comunidades*

La diversidad a nivel de comunidades puede analizarse, al igual que la diversidad alfa de especies, como la riqueza (número de comunidades distintas presentes en un paisaje) o la estructura (proporción de cada comunidad dentro de un paisaje).

➤ *métodos de medición de especies*

Para comprender los cambios de la biodiversidad es necesario separar los componentes alfa, beta y gamma. La diversidad *alfa* es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad *beta* es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad *gamma* es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972).

De los métodos indicados este es el más empleado por la comunidad científica y según Moreno (2001) esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual, ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente. Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con la información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), además, para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local.

Es notorio resaltar que básicamente las expresiones métricas de diversidad tienen en cuenta tres aspectos: (1) *riqueza, que es el número de elementos*, (2) *abundancia relativa, que es la incidencia relativa de cada uno de los elementos en relación a los demás* y (3) *diferenciación, que es el grado de diferenciación genética, taxonómica o funcional*.

En cuanto al índice de riqueza específica se señala que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en la comunidad, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

Entre los índices que miden la riqueza específica se encuentran: el de riqueza específica, Menhinick, Alfa de William y el de Margalef, siendo este último el más usado por científicos y profesionales en el tema de la ecología.

El Índice de Margalef, o índice de biodiversidad de Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Es aplicable a cualquier tipo de comunidad. Es un buen indicador de los ecosistemas y las variaciones registradas para un mismo lugar en dos tiempos diferentes. Valores inferiores a 2,0 se considerarán como relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 como indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 2002).

La ecuación que caracteriza a este índice es la siguiente:

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

donde: S= número de especies, N= número total de individuos

El Índice de Margalef transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos  $S = \sqrt[k]{N}$ , donde k es constante (Magurran, 1988). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño

de muestra de forma desconocida. Usando  $S-1$ , en lugar de  $S$ , da  $D_{Mg} = 0$  cuando hay una sola especie.

En cuanto a los índices que miden diversidad se puede plantear que estos incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad).

Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi), y (2) el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), aunque este último con mayor frecuencia.

El primero es una medida de dominancia y se expresa como:  $\lambda = \sum p_i^2$ , donde:  $p_i = \frac{n_i}{N}$ ,  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  y  $N$  es número total de individuos de la muestra total. Con otras palabras,  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$ . Este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Magurran, 1988). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1-\lambda$  (Lande, 1996). A medida que se incrementa, la diversidad decrece. Por

ello, dicho índice se presenta habitualmente como  $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\sum p_i^2}$  que expresa, en realidad, una medida de la dominancia, como se acaba de indicar. Por tanto, se sobrevaloran las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies.

El segundo índice de Shannon-Wiener a veces incorrectamente denominado Índice de Shannon-Weaver (Krebs, 1985), procede de la teoría de la información y se determina mediante la fórmula siguiente:  $H' = -\sum p_i \ln p_i$ . Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son

seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores cercanos a cero, cuando hay una sola especie, y al logaritmo de S (riqueza de especies), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

## **2.6 El plan de finca como herramienta para el desarrollo sostenible**

Bermúdez (2005) informó que la planificación constituye la parte más importante del proceso gerencial de una finca, y su principal argumento se basa en la combinación del carácter biológico de la actividad agropecuaria, con el efecto cíclico de los fenómenos climáticos. La planificación se define en concordancia con el tiempo que se establezca para recuperar la inversión.

Dicho autor identificó la planificación a largo plazo como aquella que generalmente estipula ampliaciones considerables en la capacidad productiva de la explotación, a través de inversiones significativas en rubros fijos, tales como: pastos, construcciones e instalaciones, maquinarias, equipos y animales; mientras que la planificación a corto plazo es la que se destina a mejorar la eficiencia de la capacidad productiva mediante la inversión de capital de trabajo, que es recuperable en un tiempo relativamente breve, y en esta deben tenerse presentes los objetivos y propósitos de la finca a largo plazo.

Machado *et al.* (2015), en concordancia con el debate marxista, corrobora que las formas campesinas poseen gran capacidad de adaptación en el tiempo, ya que pueden realizar un uso más racional y adecuado de los recursos y una mejor conservación del ecosistema, aplicar mejores prácticas productivas; así como disponer de capital social previo, conocimientos culturales y capacidad de cooperación, siempre que cuenten con los recursos mínimos (Suset *et al.*, 2010). Sin embargo, una metodología que puede apoyar a las transformaciones y la sostenibilidad de sus fincas es el plan de finca, fundamentalmente para los nuevos campesinos, que recibieron tierras recientemente y que están entrando en la lógica de la cultura campesina actual.

Según Palma y Cruz (2010), el plan de finca es una descripción de las actividades a considerar en la entidad durante un período determinado, generalmente no menos de un año, para solventar una o varias limitaciones que tiene la familia o para aprovechar algunas

de las oportunidades que ofrece el entorno, con el objetivo de hacer la finca más productiva y sostenible. Para lograr estos objetivos, el plan describe de forma sencilla el uso y tratamiento o la administración que se le dará a los recursos de la finca. La presentación del plan puede ser un documento escrito o una combinación de dibujos y texto en un pliego de papel, cartulina o afiche, en el cual se describe con pocas palabras cómo se va a trabajar la finca durante un tiempo determinado.

El mismo debe elaborarse de manera participativa para que ayude a la familia a planificar y lograr el cambio (mediante la autogestión) hacia una finca más sostenible desde el punto de vista social, económico y ambiental. Además, debe permitir monitorear y evaluar la implementación del mismo. Esto puede contribuir a orientar e invertir eficientemente los recursos, los materiales y el tiempo con que cuentan las familias, las organizaciones y los técnicos que trabajan con ellas.

El plan de finca tiene ocho componentes importantes (Figura 4)

1. Información general de la finca.
2. Visión de la familia.
3. Situación actual de la finca.
4. Limitaciones o los problemas de la finca.
5. Oportunidades para el desarrollo de la finca.
6. La situación deseada de la finca.
7. Las acciones que se deben seguir para alcanzar la finca deseada.
8. El monitoreo y ajuste del plan.

<b>1 Información general</b>					<b>2 Visión</b>									
Nombre de la finca:		Propietarios:		Área (manzanas):										
Ubicación:		Tipo de terreno:		Fecha de elaboración:										
				Usos principales:										
<b>3 Situación actual de la finca</b>					Infraestructura				<b>4 Limitaciones</b>		<b>6 ¿Cómo queremos que esté la finca?</b>			
					Una casa									
					Una troja para almacenar maíz				Limitación	Causa			Solución 1	Solución 2
					Ganado									
					Tipo		Cantidad	Condición						
					Fuentes de agua				<b>5 Oportunidades</b>					
					Tipo	Lote de ubicación	¿Se seca?							
Bosques		Potreros y pasturas		Cultivo anual/perenne										
	Número	Área	Pasto	Condición	Especie	Área	Rendimiento							
Guamiles														
<b>7 Acciones a seguir</b>														
Descripción del cambio	¿Cuándo?	¿Con qué?		¿Cuánto costará?		¿Quién lo hará?		<b>8 ¿Cómo vamos?</b>						

Figura 4. Componentes del plan de finca

Una vez desarrollados los componentes del plan de finca se comienza la puesta en práctica de lo acordado en el mismo, lo que guía al productor y a su familia en el camino a recorrer, con el fin de cumplir sus metas, dar esperanza, que valore y aprecie mejor su finca, adquiera un mayor sentido de pertenencia y se incremente el bienestar de la familia.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Criterios de selección de la finca objeto de estudio**

Lo primero es porque la misma constituye una muestra de confianza del Programa de Innovación Agropecuario Local, conocido como Proyecto PIAL, en la región de Matanzas. Entre los elementos que se tuvo en consideración: su historia, el tiempo de explotación, su biodiversidad, el carácter innovador del productor, su vinculación con diferentes proyectos de innovación y de desarrollo local, fundamentalmente.

#### **Nombre de la finca, su localización, nombre del productor y organización productiva a la que pertenece**

La finca evaluada se nombra Paredes, la cual está ubicada en el municipio de Colón, de la provincia Matanzas. El propietario de la misma es el productor Leonardo Paredes quien pertenece a la Cooperativa de Créditos y Servicios Sabino Pupo.

#### **Recolección de la información**

Principalmente se realizó a través de intercambios con el propietario de la finca y su familia. En estos encuentros se utilizaron técnicas participativas de trabajo en grupo, la observación participante, entrevistas grupales y entrevistas informativas (Frans, 1997; Faxas *et al.*, 2004). También se llevaron a cabo mediciones directas en el campo (como, por ejemplo: para la determinación del inventario de las especies vegetales y animales y la detección de las plagas) y recorridos por la finca.

#### **3.1 Diagnóstico y caracterización del sistema productivo**

La información relacionada con estos aspectos se obtuvo a través de la aplicación del diagnóstico para fincas que constituyen muestras de confianzas del proyecto PIAL (Anexo 1).

#### **Confección de Plan de finca**

Se llevó a cabo mediante la metodología de Plan de Finca propuesta por Palma y Cruz (2010), la cual describe los siguientes pasos:

## 1. Información general de la finca

Nombre del propietario o propietarios de la finca

Miembros de la familia del productor y su participación en la finca

Nombre de la finca y Cooperativa a la que pertenece

Tiempo que tiene de poseer o estar en la finca

La extensión de la finca, utilizando unidades de medida comunes para los productores (cordeles, hectáreas u otra medida local)

Ubicación de la finca (comunidad, caserío, batey, consejo popular, municipio)

Fecha de elaboración del plan

Características fisiográficas predominantes que describen la topografía o el tipo de terreno (por ejemplo, planicies, laderas, cerros) y el tipo de suelo (rojo, poco fértil, negro, bueno, pedregoso)

Principales usos de la tierra en la finca (actividades agrícolas, pecuarias, forestales).

Condiciones de accesibilidad a la finca

## 2. La visión de la familia

## 3. La situación actual de la finca

La herramienta principal para analizar la situación actual de la finca es el mapa que dibujará la familia.

- Tipos de uso de la tierra, sus áreas y divisiones físicas (cercas u otro tipo de delimitaciones)
- Caminos principales y secundarios, ríos, lagunas y otras fuentes de agua
- Orientación (ubicando el norte)

- Vecinos inmediatos
- Ubicación de la casa, el corral y otras instalaciones

#### 4. Las limitaciones o los «problemas» de la finca

Este paso del plan presenta las limitaciones o los «problemas» más importantes que tiene la familia y que afectan su bienestar y/o la productividad de los usos de la tierra de su finca.

#### 5. Las oportunidades para el desarrollo de la finca.

En este componente se mencionan las oportunidades que presentan la finca o el entorno y que podrían contribuir a alcanzar la visión de la familia.

#### 6. La situación deseada de la finca.

Es esencial para la elaboración del plan de finca pues, con base en la visión de la familia, las limitaciones y sus posibles soluciones, las oportunidades que presenta la finca y su entorno, se deben proponer las acciones que la familia realizará en los próximos años (dos, tres o cinco años, según el plan) para tratar de lograr la finca que corresponde a su visión.

#### 7. Las acciones que se deben seguir para alcanzar la finca deseada

Describe las actividades o inversiones que se deben realizar para lograr los cambios dibujados en el mapa anterior.

#### 8. El monitoreo y ajuste del plan

Este paso del plan presenta las limitaciones o los «problemas» más importantes que tiene la familia y que afectan su bienestar y/o la productividad de los usos de la tierra de su finca.

### **3.2 Inventario y determinación de la biodiversidad presente en la finca y de los índices ecológicos utilizados**

Se cuantifico el número de especies e individuos por cada especie durante un año y se caracterizaron de acuerdo a su propósito. La identificación de las mismas se realizó con el auxilio del Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos (Roig, 1975). Los índices

utilizados para evaluar la biodiversidad en la finca fueron los siguientes: el de Margalef y el de Shannon, según las recomendaciones de Moreno (2001), y su cálculo se realizó mediante el software Diversity Species & Richness 3.02 (Henderson y Seaby, 2002).

### **Determinación del grado de complejidad de las fincas**

Se llevó a cabo según la metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas como base para el manejo agroecológico de plagas propuesta por Vázquez y Matienzo (2010) (Anexo 2), la que considera cinco componentes de diversidad (nociva, funcional, introducida funcional, auxiliar y productiva). Para cada componente se evaluaron diferentes indicadores, a los que, de acuerdo con el valor de campo que adquirieron, ya sea absoluto o porcentual, le fueron atribuidos grados de complejidad según la escala que se muestra en la tabla 2. 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 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) por el número de grados de la escala (N), es decir:  $48 \times 5$ .

**Tabla 2.** Escala utilizada para clasificar la complejidad de cada indicador y componente de la biodiversidad, así como de la finca.

<b>Grado de complejidad del sistema</b>	<b>Expresión de los resultados*</b>		<b>Denominación del grado de complejidad del sistema (finca)</b>
	<b>Valor absoluto</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	
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

Para determinar los componentes de la biodiversidad en la entidad productiva, se tomaron en consideración las definiciones propuestas por los autores mencionados anteriormente, las cuales se relacionan a continuación:

Biodiversidad productiva: Biota introducida o autóctona que se cultiva o cría con fines económicos (plantas y animales). Agrobiodiversidad.

Biodiversidad nociva: Los organismos que afectan las plantas y animales de interés económico, plagas agrarias.

Biodiversidad introducida funcional: Los organismos que se reproducen masivamente y se introducen en el sistema mediante liberaciones o aplicaciones inoculativas o aumentativas. Los controles biológicos, sean artrópodos entomófagos, nematodos entomopatógenos, microorganismos entomopatógenos, microorganismos antagonistas, etc. También se incluyen aquí los abonos orgánicos y biofertilizantes que se aplican, así como las micorrizas que se inoculan.

Biodiversidad funcional: Los organismos que regulan naturalmente las poblaciones de fitófagos, fitoparásitos y fitopatógenos, que se consideran enemigos naturales. Los biorreguladores de plagas.

Biodiversidad auxiliar: La biota que habita naturalmente en los sistemas agrícolas y que contribuye indirectamente al resto de la biodiversidad. Aquí se incluyen las plantas que crecen silvestres o se manejan, pero no fundamentalmente con fines productivos, entre otras. También los animales que se utilizan en las labores agrícolas.

Las muestras de plantas con síntomas de enfermedades y con lesiones por insectos se colectaron mensualmente y se trasladaron al laboratorio de Protección de plantas de la EEPF Indio Hatuey para la ulterior identificación de los organismos nocivos que las originaron con la ayuda de claves taxonómicas.

### **3.3 Elementos a tener en cuenta para la propuesta de alternativas de manejo agroecológico en la finca**

Lo primero que se tomó en consideración fue el diagnóstico de la finca, además de la diversidad biológica existente y el inventario de las tecnologías que se utilizan en la misma. Este inventario se enfocó en identificar el patrimonio tecnológico de la entidad productiva, bajo el cual se considera a la tecnología como un conjunto de activos económicos de la organización (Benavides, 1998) y que se define como los activos inmateriales que posee una

finca, que incluyen los conocimientos, tecnologías, experiencias, marcas y patentes, así como los procesos organizativos y de gestión vinculados con la I+D+i y los recursos tecnológicos.

Dicho inventario se realizó a partir de entrevistas con el propietario y observando lo obtenido con las tecnologías que tenía en explotación, lo cual exigió conocer los diferentes sistemas de producción, para conformar el listado de las que también son dominadas por la organización a la que pertenece el productor.

En la caracterización de las tecnologías se tuvieron en cuenta los criterios de Little (1981) y Morin y Seurat (1998), quienes definen tres grupos: las *tecnologías básicas* (aquellas claves de períodos anteriores que actualmente están al alcance de cualquier empresa del sector, por lo cual no tienen un peso estratégico suficiente); las *emergentes* (aquellas que se encuentran en los primeros estadios de aplicación, pero que muestran gran potencial de desarrollo, y que prospectivamente pueden convertirse en tecnologías clave); y las *clave* (que son las que sustentan la posición competitiva actual de la empresa en el mercado, ejerciendo el mayor impacto en los beneficios y en la productividad).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados del diagnóstico de la finca

El diagnóstico constituyó una herramienta importante para caracterizar la estructura y composición de la finca y conocer sus principales limitaciones, así como la utilización o no de prácticas agroecológicas, entre otros aspectos relacionados con su funcionamiento.

De este, se conoció que la entidad productiva pertenece al movimiento de agricultura agropecuaria y suburbana, y que ostenta la Categoría de Referencia Nacional y la condición de relevante del sector agrario.

Inicialmente (el 2 de abril del año 2010) la ganadería vacuna (para la producción de leche y carne) fue la principal actividad (con 40,3 ha); sin embargo, en la actualidad sus producciones se han diversificado parcialmente, debido a la capacitación que ha recibido su propietario y a su vinculación a los diferentes proyectos internacionales (principalmente el Programa de Innovación Agrícola Local), con un incremento de la superficie total de la finca en 42,3 ha, en función de utilizar 2 ha para el autoconsumo familiar [un propósito no concebido con la creación de la finca, pero donde aplica conocimientos relacionados con la cunicultura, la cría porcina y la producción de yuca (*Manihot esculentum*), por solo mencionar tres ejemplos] (figura 5).



Figura 5. Evolución de la finca Paredes desde su inicio hasta la actualidad.

Otros datos resultantes del diagnóstico fueron: que las tierras de la finca Paredes se le otorgaron por la Resolución 259, poseían como parte de su biodiversidad el complejo pitilla-

jiribilla [*Dichanthium caricosum* (L.) A. Camus-*Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf], pastos naturales ampliamente extendidos en la misma (figura 6). Además, en menor cuantía tenían la leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala*, la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el King grass OM-22 (*Cenchrus purpureus*), la forrajera *Morus alba*, y el maíz (*Zea mays*) (figura 7), entre otros cultivos que aparecen listados en el acápite biodiversidad y agrobiodiversidad, de acuerdo con la tendencia de la finca hacia la ganadería.



Figura 6. Pastos naturales pitilla-jiribilla (complejo *Dichanthium*).



Figura 7. Plantación de *Zea mays* L.

Con relación al rebaño bovino y equino se constató la presencia de 12 vacas (figura 8), 10 novillas, 11 toretes, 5 terneras, 4 añojos, 22 toros de la raza Criolla, 1 yegua y 2 caballos.



Figura 8. Rebaño vacuno en la Finca Paredes.

En cuanto al ganado menor (figura 9) se informó la presencia de 150 conejos, 5 curieles, 16 cerdos y 40 gallinas (figura 9). Además, cuidan la finca 6 perros.



Figura 9. Productor Leonardo Paredes y su cría de ganado menor.

Respecto al tipo de suelo se señaló la presencia de dos: (1) Ferralítico Rojo y (2) Pardo sin carbonato, ambos de topografía llana, con mediana erosión y escasa actividad biológica (poca presencia de lombrices y artrópodos descomponedores), a los cuales se le aplica insuficientes cantidades de materia orgánica o biofertilizantes.

Entre las principales características del rebaño vacuno que posee la finca se encontraron las siguientes: 70 % de vacas en ordeño, con una producción de 2,7 L vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> y 214,38 L leche ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, se vendieron 9 926 L leche año<sup>-1</sup>, la categoría de la leche fue B, \$ 4,50 L<sup>-1</sup>, tenían siete nacimientos y siete vacas gestadas. En la ceba, se produjeron 8 740 kg carne año<sup>-1</sup>, 397 kg toro<sup>-1</sup> y 192,8 kg carne vacuna ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

Por otra parte, también se constató la venta de 2 913 kg de carne de cerdo, 108 Kg cerdo<sup>-1</sup>, así como de 38 cerdos de destete y de 141 kg de carne de conejo en pie. En ninguna especie existió mortalidad y la relación costo-beneficio fue de \$ 0,61.

Con el diagnóstico se corroboraron además, las siguientes deficiencias en la finca: (1) insuficiente nivel de reciclaje del sistema, (2) escasa aplicación de materia orgánica al suelo destinado para la producción de alimento humano, (3) limitado empleo de cultivos de cobertura viva, (4) insuficiente asociación y rotación de cultivos, (5) poco uso de cercas vivas, (6) no se utilizan enemigos naturales y biocontroles, (7) deficiencias en la utilización de prácticas de policultivos y de barreras vivas, (8) baja disponibilidad de los pastos en cantidad y calidad, y (9) las escasas opciones de alimentación adoptadas (por ejemplo: uso de residuos y subproductos agrícolas, de especies de leguminosas en asociación con pastos cultivados, el insuficiente empleo de alimentos conservados en la época seca y el inadecuado manejo del pastoreo; que fueron las causas de la menor expresión del potencial productivo de los rebaños de animales en la finca, y por ende de la escasa integración ganadería agricultura).

Ello reafirma lo informado por Figueroa (2006), quien señaló que estas limitantes se deben a consecuencias típicas de los sistemas predominantemente ganaderos centrados por tecnologías intensivas, con un perfil de especialización y cultura monocultivista propias del campesino cubano, el cual heredo el modelo convencional como forma de producción que se basa en una cultura en la que predomina número reducido de especies de pastizales naturales, el monocultivo de especies forrajeras, la escasa arborización de áreas no cultivadas y la pobre tendencia a la integración ganadería agricultura.

Resultados similares a esta investigación fueron obtenidos por Blanco *et al.* (2009) en fincas productoras de leche bovina de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida «Antonio Maceo» del municipio Cotorro, en las que los propietarios aún mantienen rebaños de ganado lechero mestizo Siboney (5/8 Holstein-3/8 Cebú) de no menos de cinco vacas, y destinan más de una hectárea de terreno a la explotación ganadera.

Por otra parte, de manera similar a los resultados que se alcanzaron en esta investigación, esos autores obtuvieron que el porcentaje de prácticas adoptadas que potencian la biodiversidad (policultivos, manejo de variedades, uso de bioplaguicidas y plantas

medicinales y reforestación) fue notablemente bajo en todas las fincas que evaluaron, al igual que el porcentaje de prácticas adoptadas que potencian la conservación de los recursos naturales (laboreo mínimo, rotación de cultivos y de áreas ganaderas a agrícolas, uso de abonos orgánicos, empleo de la tracción animal y de residuos agrícolas y forestales para cobertura del suelo). Lo que ratifica la necesidad de reforzar la capacitación del pequeño productor ganadero en temas ambientales y rescatar los conocimientos tradicionales que fueron relegados, producto de la influencia por desarrollar una ganadería de altos insumos, la que alcanzó un auge notorio en todo el país en la etapa 1960–1990 (Monzote *et al.* 2001; Pérez, 2003; González *et al.*, 2004).

De ahí que con el nuevo enfoque sobre la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios y el incremento de la participación campesina, es que surge la necesidad de trabajar con los productores en el rediseño predial, con vistas a transformar la estructura y función de sus agroecosistemas, y de promover sistemas diversificados que optimicen los procesos claves, donde la investigación ha demostrado que: una mayor diversidad en el sistema agrícola conlleva a una mayor riqueza de la biota asociada, se asegura una mejor polinización y una mayor regulación de las plagas; y se mejora el reciclaje de nutrientes y energía; ya que los sistemas complejos y multiespecíficos tienden a tener mayor productividad total.

Al respecto, las investigaciones agroecológicas realizadas en Cuba confirman que los diseños prediales complejos son compatibles con los diferentes sistemas de cultivo, a la vez que sus servicios ecológicos muestran alta eficiencia energética, ecológica y económica (Funes-Monzote, 2009; Vázquez y Alfonso 2013); pero se requiere que los productores desaprendan el modelo convencional de agricultura, que se caracteriza por campos grandes, pocos cultivos, alta mecanización y uso de agroquímicos u otros insumos externos, (Vázquez, 2011a) y aprendan a realizar la planificación de su finca como un proceso gerencial, la cual incluye una visión del alcance y desarrollo de la finca, la detección y solución de los problemas el aprovechamiento de las oportunidades que se presenten y el uso correcto y gestión de los recursos (Palma y Cruz, 2010).

En este sentido, la encuesta realizada a Paredes sobre su plan de finca permitió conocer que este productor posee más de 8 años trabajando en esta entidad productiva, donde fundamentalmente laboran, además de él, su hijo y su esposa y cuya estructura familiar

aparece en la tabla 3. No obstante, en ocasiones emplean otro personal a trabajar en la finca según requiera la actividad a realizar.

Tabla 3. Estructura familiar.

Integrantes	Parentesco	Edad	Sexo	Grado de escolaridad
Leonardo Paredes	Productor	49	M	Superior
Idelsa del Castillo	Esposa	44	F	Técnico Medio
Marian Paredes	Hija	21	F	12 grado
Alejandro Paredes	Hijo	25	M	12 grados

Relacionado con la visión que posee la familia acerca de la finca se puede informar que ellos desean: *Poseer una finca de doble propósito, con ganadería mayor, menor, animales de corrales, cultivos temporales y arboledas con una producción eficiente, diversificada, agroecológica, con suficiente alimento durante todo el año y de mejor calidad. Además, con animales genéticamente mejorados y con ingresos suficientes para la familia. Un lugar donde se pueda divulgar las buenas prácticas de las fincas y completar el sistema silvopastoril.*

En cuanto a la situación actual de la finca esta se muestra en la siguiente figura.



Figura 10. Situación actual de la finca.

Acerca de la infraestructura, la finca cuenta con una casa pequeña, una nave de ordeño, corrales para la cría de cerdo y conejo y un biodigestor en proceso de construcción. Por otro lado, posee un pozo en común con otro vecino.

La masa animal se corresponde con la que se informó anteriormente en el diagnóstico de la finca, la cual presenta un adecuado estado de salud. En cuanto a la biodiversidad aparece descrita en el acápite Biodiversidad y agrobiodiversidad.

Las limitaciones, las causas y las posibles soluciones en la finca aparecen en la tabla 4.

Tabla 4. Limitaciones de la finca.

Limitación	Causa	Solución 1	Solución 2
Animales de bajo potencial productivo	Raza no adecuada	Trabajar en vínculo con la Empresa genética San Juan, del municipio Martí	Establecer vínculos con la Asociación Cubana de Producción Animal
Falta de recursos (Combustibles, mano de trabajo)	Mercado Ausente Altos precios	Créditos	Financiamiento por proyectos
Inadecuada diversidad de producciones	Áreas sin explotar, Falta de fuerza de trabajo	Incrementos de especies de animales y vegetales	-
Fuerza de trabajo	Empleos más atractivos que la agricultura	Pagar salarios altos	Capacitación
Semillas (hortalizas, pastos y forrajes, granos)	No suministro	Por cuenta propia Pastos y granos Intercambio con otros productores.	Abastecimiento por el estado Hortalizas y otros Capacitación para la conservación de semillas.
Sistema de riego	Financiamiento	Financiamiento por proyecto, créditos y ONG	-
Insuficiencia alimentaria	Áreas con malezas, pastos indeseados, de caña en transformación y sobreexplotación de pastos naturales	Capacitación, siembra de pastos	Sembrar árboles leguminosos y variedades de pastos mejorados

Escasa diversidad de plantas para la alimentación animal y humana	Semillas de pastos no disponibles y de otros cultivos alimenticios. Área en transformación	Introducir diversidad, sembrar variedades energéticas (caña, King y grass) y proteicas	Establecer alianza con los Institutos politécnicos, e identificar lugares para la siembra de especies
Falta de acuartonamiento	Falta de alambre	Crédito o financiamiento de proyectos	Fomento de cercas vivas
Capacitación	Insuficiente conocimiento agropecuario. Desconocimiento tecnológico existente	Búsqueda de asesoría	Curso
Insuficiente uso de prácticas agrícolas	Desconocimiento del productor	Recibir capacitación	Tomar experiencias de otros campesinos

Estas limitaciones, así como las causas que la originan coinciden con las informadas por Machado *et al.* (2015), quienes además señalaron como otra limitante significativa, a la deforestación. Estos autores plantean que ello se debe, probablemente, a que la mayoría de las fincas poseen tierras abandonadas por la agricultura cañera que fueron entregadas en usufructo por la ley 259 o la 300.

De acuerdo a las oportunidades el productor Paredes visualizó las siguientes: (1) lograr financiamiento por proyectos para la compra del sistema de riego y de otros equipos, (2) la necesidad de su capacitación, pues es un profesional vinculado con la Física y no con la agronomía ni la veterinaria y (3) solicitó un intercambio entre productores y la participación en talleres, las cuales coinciden con las señaladas por Machado *et al.* (2015).

La situación deseada de la finca (mapa futuro) se puede apreciar a continuación en la figura 10. En la que el productor describe una finca integral, agroecológica, con producción diversificada, alimentos de buena calidad, presencia de energía renovable, abundantes en plantaciones de frutales, de plantas repelentes y pastos mejorados, y donde las labores de

rotación e intercalamiento de cultivos se realicen de forma adecuada. Por otra parte, considero una finca integral donde hagan sinergias la ganadería y la agricultura.



Figura 10. Situación deseada de la finca.

Entre las principales acciones a realizar para dar cumplimiento al cronograma de trabajo en la finca se señalaron las siguientes:

¿Qué hacer?	¿Cuándo?	Recursos	Costo (\$)	¿Quién ejecuta?	¿Cómo?
Ampliación de la ganadería menor (conejo)	Mediados del 2018	Infraestructura, cercado	3 000 CUP	Productor	Proyecto
Mejoramiento de la raza del ganado vacuno	Enero 2019	Comprar semen	5 000 CUP	Productor	Contrato con Inseminación artificial
Ubicar y comprar semillas de pastos mejorados, de árboles, de cultivos varios y multiplicar otros forrajes. Preparar la tierra	Mayo 2018- Mayo 2020	Maquinaria, Combustible, Fuerza de trabajo, Financiamiento	?	Productor	Convenio de trabajo con la EEPF IH y Proyecto PIAL o gestión propia
Cercar y Acuartonar	2018-2019	Alambre y Postes	600 CUC/ rollo	Productor	Crédito o por proyecto
Transformar las áreas en sistemas con árboles	2019-2020 Según los recursos	Maquinaria, alambre, mano de obra, combustible y semillas	¿?	Productor	Gestión propia
Sembrar frutales	Junio 2018- octubre 2018 (Según los recursos)	Posturas, mano de obra, financiamiento y combustible	4 000 CUC	Productor	Gestión propia
Talleres de capacitación sobre buenas prácticas agrícolas, biodiversidad en fincas, lombricultura, manejo agroecológico de plagas, Dieta animal, Conservación y Producción animal (alimento)	2018-2020	Hojas, Panelografo, manuales de capacitación	3 000 CUP	Investigadores de centros científicos y productor	Vínculos con la EEPF IH, e Instituciones (IPA, ICA, INCA)
Introducir biodigestores	2018-2020	Cemento, bloques, entre otros materiales	3 600 CUP	Productor y especialis-tas de Indio Hatuey	Gestión propia

De manera general, el plan de finca de la entidad productiva de Paredes mostró la intención de este productor por alcanzar la integración ganadería-agricultura, caracterizada bajo los principios de la agroecología y con una sustentabilidad desde el punto social, ambiental y económica. De igual modo se constataron las transformaciones que desea hacer en la cubierta del suelo mediante la siembra de diferentes variedades de pastos mejorados, así como el desarrollo de la energía renovable a través del empleo de biodigestores. Asimismo, se propuso la introducción de nuevas categorías de animales a partir de la preceba y ceba de los machos vacunos que se crían en la vaquería, y el reciclaje de nutrientes.

Lo anteriormente expuesto ratifica la importancia que posee el plan de finca como una herramienta que permite resolver la transformación de las fincas y definir y/o adecuar las estrategias de intervención. Además, se coincide con Eek (2005); Delgado e Ibrahim (2010), sobre las ventajas que presentan la aplicación de esta herramienta, entre las que se pueden enumerar las siguientes: permiten trazar estrategias dirigidas a un crecimiento productivo y económico; hacer un uso eficiente de los recursos económicos y humanos; planificar un uso adecuado, eficiente y sostenible de los recursos naturales; trazar pautas para un desarrollo de la finca que tome en cuenta aspectos sociales (familiares) y de equidad de género; definir, de manera consistente, las necesidades de la familia productora ante organizaciones e instituciones de desarrollo rural (autogestión); realizar el análisis de factibilidad para decidir sobre el otorgamiento de créditos a familias productoras; así como dar seguimiento al desarrollo económico y productivo de los productores y a la coordinación (interinstitucional) *in situ*, entre otros.

#### **4.2 Biodiversidad y agrobiodiversidad en la finca**

Es conocido que las fincas que poseen como objeto social la producción de leche vacuna de forma intensiva, o que se dedican al quehacer ganadero en general, utilizan sus tierras en función de cultivar los pastos y los forrajes, principalmente; aunque siembran también cultivos agrícolas y de otras especies destinadas tanto para la alimentación animal como humana (Salmón *et al*, 2012). Es decir, aprovechan el espacio y los recursos naturales, en función de objetivos diversos.

En el caso de la Finca Paredes la biodiversidad que se encontró se corresponde con un total de 66 especies, pertenecientes a 25 familias, de las cuales las más representadas fueron: *Poaceae* y *Fabaceae*, con 13 y 11 individuos, respectivamente (tabla 5 y 6).

Los pastos naturales (tabla 5), constituyeron el alimento base más extendido en esta entidad (aproximadamente 30 ha) para los animales; aunque también se evidenció, de manera dispersa en la finca, se encontró la presencia de otras gramíneas y leguminosas rastreras de mejor calidad, como, por ejemplo: la guinea *Megathyrsus maximus*, en el caso de las primeras, y *Desmodium triflorum* y *Alysicarpus vaginalis*, en el segundo grupo.

**Tabla 5.** Biodiversidad de plantas pratenses presente en la Finca Paredes.

<b>Familia</b>	<b>Especie (nombre científico)</b>	<b>Nombre común</b>
Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & Jacobs	Hierba de guinea
	<i>Digitaria eriantha</i> Stent	Pangola
	<i>Paspalum notatum</i> Flüggé	Alpargata
	<i>Paspalum virgatum</i> L.	Caguazo
	<i>Sporobolus indicus</i> (L) R. Br.	Espartillo
	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	Faragua
	<i>Urochloa distachya</i> (L.) T.Q.	Pata de gallina
	<i>Cynodon dactylon</i> (L). Pers	Bermuda
	<i>Dichanthium caricosum</i>	Jiribilla
Fabaceae	<i>Desmodium triflorum</i> (L) DC	Amor seco
	<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC.	Maní cimarrón

Por otra parte, la biodiversidad también estuvo conformada por varias especies de árboles multipropósitos, de plantas para grano, hortalizas, forrajeras, viandas, ornamentales y destinadas para abono verde, constatándose 11 usos de estas en la finca, de los cuales los frutales fueron los de mayor representación y las que sirven como abono verde, las de menor presencia (tabla 6).

**Tabla 6.** Biodiversidad de otras plantas en la finca.

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre vulgar</b>	<b>Usos</b>	<b>Cantidad de plantas</b>
<i>Annonaceae</i>	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Chirimoya	Frutal	18
<i>Annonaceae</i>	<i>A. squamosa</i> L.	Anón	Frutal	14
<i>Annonaceae</i>	<i>A. muricata</i> L.	Guanábana	Frutal	8
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	Frutal	12
<i>Areaceae</i>	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	Frutal	17
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela	Frutal	4
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañón	Frutal	5
<i>Caricaceae</i>	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	Frutal	14
<i>Myrtaceae</i>	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Frutal	8
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus persica</i> L.	Melocotón	Frutal	2
<i>Rosaceae</i>	<i>Pyrus communis</i> L.	Pera	Frutal	4
<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus X limon</i> (L.) Burm. f. (pro.sp.)	Limón	Frutal	3
<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarina	Frutal	8
<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus X sinensis</i> (L.) Osbeck (pro. sp.)	Naranja dulce	Frutal	7
<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus aurantium</i> L.	Naranja Agria	Frutal	10
<i>Sapotaceae</i>	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H. E. Moore & Stearn	Mamey	Frutal	10
<i>Sapindaceae</i>	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamoncillo	Frutal	4
<i>Musaceae</i>	<i>Musa</i> spp.(clon burro)	Plátano burro	Frutal	51
<i>Musaceae</i>	<i>Musa</i> spp. (clon fruta)	Plátano fruta	Frutal	102
<i>Lauraceae</i>	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Frutal	25
<i>Fabaceae</i>	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	Frutal	4

**Tabla 6.** Continuación

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre vulgar</b>	<b>Usos</b>	<b>Cantidad de plantas</b>
<i>Rubiaceae</i>	<i>Coffea arabica</i> L.	Café	Frutal	8
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea batatas</i> L. (Lam.)	Boniato	Vianda	6 004
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Calabaza	Vianda	207
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Manihot sculenta</i> Crantz	Yuca	Vianda	511
<i>Fabaceae</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Frijol	Grano	3 4519
<i>Poaceae</i>	<i>Zea mays</i> L.	Maíz	Grano	63 904
<i>Poaceae</i>	<i>Oryza sativa</i> L.	Arroz	Grano	4 140
<i>Fabaceae</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>	Habichuela	Hortaliza	1 380
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Tomate	Hortaliza	140
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cucumis sativus</i> L.	Pepino	Hortaliza	6 276
<i>Arecaceae</i>	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook	Palma real	Maderable	14
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	Almácigo	Maderable y cerca viva	105
<i>Malvaceae</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	Forestal y Maderable	1
<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Ateje	Cerca viva y Maderable	42
<i>Fabaceae</i>	<i>Dichrostachys cinerea</i> L. Wight & Arn.	Marabú	Maderable	708
<i>Malvaceae</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácima	Cerca viva, Forestal, Maderable	16
<i>Meliaceae</i>	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba	Forestal, Maderable	9
<i>Myrtaceae</i>	<i>Eucaliptus globulus</i> Labill.	Eucalipto	Forestal, Cerca viva, Maderable	30
<i>Lamiaceae</i>	<i>Gmelina arborea</i> Roxb	Gemelina	Maderable	10

**Tabla 6.** Continuación

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Usos	Cantidad de plantas
<i>Moraceae</i>	<i>Morus alba</i> L.	Morera	Forraje	23
<i>Fabaceae</i>	<i>Racosperma abbatianum</i> (Pedley) Pedley	Acacia	Forraje	64
<i>Poaceae</i>	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Caña	Forraje	31 250
<i>Poaceae</i>	<i>Pennisetum purpureum</i> X <i>Pennisetum glaucum</i>	King Grass OM 22	Forraje	18 065
<i>Moringaceae</i>	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	Forraje	1
<i>Fabaceae</i>	<i>Albizia lebbek</i> Benth	Albizia	Forraje	15
<i>Meliaceae</i>	<i>Melia azedarach</i> L.	Paraíso	Cerca viva y bioplaguicida	5
<i>Fabaceae</i>	<i>Leucaena leucocephala</i> Lam. de Wit	Leucaena	Forraje	45
<i>Meliaceae</i>	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Árbol del Nim	Cerca viva y uso como bioplaguicida	2
<i>Lauraceae</i>	<i>Sassafras albidum</i> (Nutt.) Nees	Sasafrás	Cerca viva y bioplaguicida	7
<i>Fabaceae</i>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	Bien vestido	Cerca viva y forraje	40
<i>Fabaceae</i>	<i>Canavalia ensiformes</i> L.	Canavalia	Abono verde	20
<i>Boraginaceae</i>	<i>Mysotis scorpioides</i> L.	No me olvides	Ornamental	1
<i>Apocynaceae</i>	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Vicaria	Ornamental	2

A pesar de la numerosa riqueza específica que se encontró en la finca, se pudo constatar la inexistencia de plantas utilizadas como reservorios de entomófagos [tales como: la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L), la caléndula (*Calendula officinalis* L), el coriandro (*Coriandrum sativum* L), el hinojo (*Foeniculuyum vulgare*), el girasol (*Helianthus annus* L.) o el romerillo blanco (*Bidens pilosa* L.) (Veitia, 2007)], esenciales para el control natural de las plagas.

También se observó una escasa diversidad interespecífica de cultivos, tanto de aquellos que se usan como alimento animal y de los que cumplen otras funciones en el agroecosistema (por ejemplo: ornamentales, hortalizas, granos, con propiedades bioplaguicidas y que sirven de cercas vivas). En el caso de estas últimas, evidentemente, se destacan por los servicios

ambientales que prestan, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: delimitan la propiedad, limitan el acceso de personas y animales, contribuyen al embellecimiento del paisaje; sirven como fuentes de forraje para animales, y que sus preparados tienen bioplaguicidas. Desde el punto de vista fitosanitario, también actúan como barrera física; plantas trampas y sirven de refugio y multiplicación de enemigos naturales (Vázquez, 2011b).

En tanto, los árboles multipropósitos si tuvieron una mayor diversidad interespecífica, cuantificándose, aproximadamente más de 1 000 individuos en total, resultado que fue inferior al informado por Salmón *et al.* (2011) para el caso de los frutales (244 vs. 400), pero superior para los maderables (935 vs. 400).

A nivel mundial se reconoce el valor de esas plantas, por su importancia en los agroecosistemas como árboles de sombra; porque mejoran el balance de los nutrientes en el suelo; reducen la dependencia de insumos importados para la alimentación del ganado (Ibrahim *et al.*, 2005; FAO, 2014); aportan fruto; reciclan nutrientes; abaratan el costo de los productos en los mercados; protegen el potencial hídrico del lugar y sirven de hábitat a la fauna silvestre (Ibrahim *et al.*, 2005; Salmón *et al.*, 2011). Además, en el ámbito ganadero los árboles y arbustos forrajeros producen gran cantidad de follaje y muestran contenidos de proteína cruda (PC) y de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) dos o tres veces superiores al de los pastos tropicales (Milera, 2016)

De ahí que la diversidad de plantas arbóreas con potencial agrosilvopastoril que se hallaron e identificaron en esta finca (pertenecientes a los géneros *Leucena*, *Albizia*, *Morus*, entre otras) avalan la funcionalidad de estas especies y su papel en el agroecosistema.

Por otra parte, en el caso los árboles maderables presentes en los potreros ofrecen bienestar para el animal, mejoran las condiciones del medio ambiente y constituyen estrategias que pueden mitigar el efecto del cambio climático (Sánchez, 2017), como los existentes en la finca en estudio, que tienen la finalidad de cumplir esas funciones.

No obstante, a lo planteado anteriormente, el indicador que confirmó la riqueza efectiva de las especies (vegetales y animales) en la entidad productiva fue, el índice de Margalef (DMg), con un valor de 5,1; el cual según Blanco *et al.* (2014), indica que en la finca existe una riqueza de especies diversa y cuantiosa, ya que es un valor superior a cinco.

Esos resultados que se cuantificaron en esta investigación, en cuanto al DMg con un valor superior a 5, son similares a los que obtuvieron Salmón *et al.* (2011) y Milián (2017). Los primeros alcanzaron un valor de 5,7 al evaluar los componentes de la biodiversidad en una finca agroecológica en el país en la provincia de las Tunas, y la segunda autora obtuvo un valor de 5,3 al estudiar la funcionalidad de esos componentes en una finca en transición agroecológica, en el municipio de Perico en la provincia de Matanzas.

El índice de Shannon ( $H'$ ) fue otro indicador que se determinó para evaluar la biodiversidad, el cual combina el número de especies (diversidad) con el número de individuos por especie (abundancia). El resultado final que se obtuvo de esta combinación fue 1,7; lo cual indica que no existe una distribución uniforme de todas las especies. Además, como es un valor inferior a 2 se considera que hay una baja diversidad de especies según el criterio de Moreno (2001). Esto se ratificó cuando al analizar la tabla 6, se comprobó que el cultivo más abundante fu el del maíz (con 63 904 plantas), seguido por el de la caña de azúcar (con 31 250), y en menor cuantía el de la moringa y la planta ornamental no me olvides y la ceiba, con solo un individuo.

A pesar que no se encontraron informes relacionados con el  $H'$  en la literatura nacional, específicamente en la evaluación de todos los componentes de la biodiversidad en fincas campesinas, si existen investigaciones relacionadas con la diversidad de los árboles en una finca agroecológica, cuyo índice fue similar al que se alcanzó en este estudio (1,7; según Milián, 2017), componente arbóreo que también sobresale en la entidad productiva que se evaluó.

A modo de resumen se puede inferir que la finca Paredes todavía es el resultado de la intensificación del modelo convencional que se ha estado llevando en Cuba, y aun cuando el productor intenta diversificar su finca, todavía se evidencia la homogenización y simplificación del paisaje, caracterizada fundamentalmente por la intensificación del monocultivo de pastos naturales y otros forrajes de importancia para la alimentación animal.

## Complejidad de la finca

Como resultado de la aplicación de la metodología de Vázquez y Matienzo (2010), se obtuvo que la finca presentó un grado de complejidad simplificado (0,31; como valor absoluto), lo cual estuvo determinado fundamentalmente por la presencia de diversos indicadores que fueron agrupados en esta misma categoría; así como en el segundo grado complejidad (poco complejo), tal como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7.** Evaluación de la Finca “Paredes” de acuerdo al grado de complejidad de su biodiversidad.

Total de grados de la escala (N)	4
Productos de multiplicar cada grado por el número de indicadores que lo tienen:	
0x17 (simplificado)	0
1x15 (poco complejo)	15
2x8 (medianamente complejo)	16
3x3 (complejo)	9
4x5 (altamente complejo)	20
(1) Sumatoria de los productos de la multiplicación de cada grado:	<b>60</b>
Total de indicadores evaluados (n)	48
(2) Producto de multiplicar el total de indicadores (n) por el número de grados de la escala (N)((n x N)	(48x4)=192
Grado de complejidad: Producto de la división de (1)/(2)	<b>0,31</b>
Clasificación de la finca respecto al grado de complejidad de la biodiversidad	<b>Simplificado</b>

Al analizar el componente *biodiversidad nociva* se constató que los indicadores relacionados con la presencia de ácaros plagas, bacterias fitopatógenas y virosis no expresaron valor, puesto que no se observaron afectaciones durante el período de evaluación, y por ende se agruparon en el grado de complejidad simplificado. Con relación a los indicadores: incidencia de hongos fitopatógenos, parásitos de animales y enfermedades de animales el valor alcanzado permitió agruparlos en el grado de complejidad poco complejo. Por el contrario, como altamente complejo se identificó al indicador insectos plagas (18 insectos identificados durante la investigación).

Entre los insectos, agentes fungosos y ácaros de importancia veterinaria identificados durante la investigación se citan: *Remigia latipes*, *Spodoptera frugiperda*, *Erinnys ello*, *Omiodes indicata*, *Cylas formicarius*, *Thrips palmi*, *Atta insularis*, *Diabrotica balteata*, *prosapia bicincta fraterna*, *Pseudacysta perseae*, *Hypothenemus hampei*, *Bemisia tabaci*, *Diaphania*

*hyalinata*, *Aphis gossypii*, *Mycosphaerella muscicola*, *Erysiphe cichoracearum*, *Pseudoperonospora cubensis* y *Rhipicephalus microplus*.

Según Nicholls y Altieri (2002) las consecuencias de la reducción de la biodiversidad son particularmente evidentes en el campo del manejo de plagas agrícolas. Las comunidades de plantas que han sido modificadas para satisfacer las necesidades particulares de los seres humanos son más vulnerables a los daños intensos de los organismos nocivos y generalmente, mientras más modificadas son dichas comunidades, más abundantes resultan las afectaciones por las plagas.

En cuanto a la *biodiversidad funcional* lo más sobresaliente fue lo siguiente: no se notificó la presencia de reservorios de biorreguladores, ni el traslado de enemigos naturales desde los reservorios, tampoco se constató la realización de crías rústicas en la finca ni liberaciones masivas. Además, no se detectó diversidad de enemigos naturales. Ello condujo por tanto a que estos indicadores fueran clasificados como simplificados. También contribuyó a esta clasificación, la ausencia de producciones de materia orgánica y la no aplicación de abonos orgánicos foliares en campos o parcelas dentro de la finca.

Nicholls y Altieri (2002) resaltan que en los agroecosistemas los organismos polinizadores, enemigos naturales, lombrices de tierra y microorganismos del suelo, representan componentes claves de la biodiversidad y cumplen funciones ecológicas importantes, al mediar procesos como la introgresión genética, el control natural y el reciclaje de nutrimentos.

Según Vázquez (2010) las prácticas de manejo y conservación de enemigos naturales favorecen su establecimiento en los campos y hacen que estos mantengan su efectividad, elemento que no se tuvo en cuenta en esta finca por lo que aparecieron y se desarrollaron las plagas anteriormente mencionadas.

En cuanto a la biodiversidad introducida funcional la finca también mostró un grado de complejidad simplificado con valores absolutos de cero, ya que indicadores como diversidad de entomófagos, entomopatógenos y antagonistas liberados y sus liberaciones, y aplicaciones de biofertilizantes y micorrizas al suelo, no se tuvieron en cuenta en la finca. Prácticas que pudieron haber contribuido a manejar agroecológicamente los organismos

nocivos presentes en cada uno de los campos, acorde con lo informado por Vázquez (2010); por ejemplo: la aplicación de *Bacillus thuringiensis* LBT-24 a razón de 1-2 L ha<sup>-1</sup> para el control de *S. frugiperda*, y del hongo antagonista *Trichoderma spp.* para controlar hongos fitopatógenos (Vázquez y Álvarez, 2011).

También contribuyó al resultado de que la finca fuera simplificada los siguientes indicadores de la biodiversidad auxiliar, por ejemplo: la escasa presencia de plantas repelentes y la ausencia de estas en las siembras de cultivos. Además, de la escasa presencia de arboledas y minibosques, que propician sombra permanente a plantas y animales y que pueden constituir reservorios de enemigos naturales. De ahí que de acuerdo con el criterio de Vázquez (2007), el hecho que no se realizaron esas prácticas en la finca, también pudo haber propiciado la aparición de plagas en los cultivos sembrados.

Con relación a la biodiversidad productiva el indicador que mayor valor alcanzó fue el de diversidad de cultivos, el cual se consideró como altamente complejo (con un total 19, lo que representó el valor 4 de la escala); le siguieron en orden de menor complejidad el número de siembras en el año (que fue de 9, catalogado como complejo), la rotación con cultivos de conservadores del suelo, la asociación con coberturas vivas y la rotación de cultivos (con 33,3 % cada uno calificados como medianamente complejo), los cultivos en que se manejan variedades (28,57 %, medianamente complejo, la diversidad de animales (con un valor de 5 según la escala, para considerarse medianamente complejo) y como poco complejos se notificaron las asociaciones e intercalamiento de cultivos, el uso de barreras vivas y las especies que se usan como barreras vivas. En el caso del indicador uso de sombra temporal se consideró simplificado.

Por tanto, en este contexto en la medida que un sistema de producción es más biodiverso, habrá menores condiciones para el arribo, establecimiento e incremento de poblaciones de organismos nocivos, sean insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias, virus, arvenses y otros, debido a diversos efectos, principalmente por la reducción de la concentración de los hospedantes preferidos, por la confusión o repelencia y por el incremento de los enemigos naturales, entre otros factores (Altieri y Nicholls, 2010 y Vázquez, 2013)

Precisamente, el tránsito hacia la agricultura ecológica significa que los sistemas agrícolas y de producción agropecuaria deben convertirse en sistemas diversificados, donde exista una mayor complejidad de la diversidad biológica y por tanto un incremento sostenido de los servicios ecológicos que puedan brindar.

En resumen, la finca Paredes presentó un grado de complejidad simplificado; debido al comportamiento determinante de los componentes de la biodiversidad funcional, introducida funcional y la auxiliar, lo que pudo estar dado fundamentalmente por el manejo inadecuado de las plagas, de ahí la presencia de agentes nocivos en los cultivos y en los animales.

De acuerdo a los resultados del diagnóstico realizado a la entidad productiva con el complemento del plan de finca, específicamente con las transformaciones que con el se proponen, así como con la determinación de la diversidad se presenta la siguiente estrategia de manejo basada en las buenas prácticas que se relacionan a continuación, las cuales han sido propuestas por diferentes autores como por ejemplo: en función de garantizar una mejora en el ámbito productivo económico y social de los predios familiares.

#### **4.3 Propuesta de alternativas de manejo para la conversión agroecológica de la finca**

De acuerdo a los resultados del diagnóstico realizado a la entidad productiva [fundamentalmente los relacionados con las principales prácticas que el productor realiza en la finca (tabla 8)], con el complemento del plan de finca, específicamente de las transformaciones que con él se proponen y la situación deseada de las finca, así como la determinación de la biodiversidad se presenta la siguiente estrategia de manejo basada en las buenas prácticas que se relacionan a continuación, las cuales han sido propuestas por diferentes autores como (Vázquez, 2007, Nicholls *et al.*, 2015, Casimiro *et al.*, 2017 y Contino *et al.*, 2018) en función de garantizar una mejora en el ámbito productivo económico y social de los predios familiares.

**Tabla 8.** Tecnologías utilizadas en la finca Paredes.

<b>Tecnologías</b>	<b>Clasificación</b>
Manejo de pastos naturales	Clave
Producción y uso de IHplus® en la alimentación y salud animal	Clave
Sistema silvopastoril: 1 ha ( <i>L. leucocephala</i> y <i>Dichanthium</i> sp.)	Clave
IHplus® en nutrición y manejo de plagas en cultivos	Emergente
Banco forrajero de morera ( <i>Morus</i> sp.)	Emergente
Banco forrajero de King grass OM 22	Emergente
Banco forrajero de caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> )	Básica
Alimentación no convencional de conejos (bejuco de boniato, morera, IHplus®) + concentrado	Emergente
Alimentación no convencional de cerdos (morera, yuca, maíz, IHplus®) + concentrado	Emergente
Alimentación no convencional de gallinas rústicas (harinas de maíz, yuca, boniato)	Básica
Policultivos (boniato + frijol)	Básica
Tracción animal	Básica

La estrategia que se propone esta función de buenas prácticas conservacionistas y sostenibles, las cuales se relacionan a continuación:

- ✓ Establecimiento de sistemas agroforestales, específicamente los silvopastoriles.
- ✓ Incrementar la estructura varietal de los pastos, forrajes y arbóreas de interés para la producción animal.
- ✓ Uso de policultivos para aprovechar los diferentes servicios ecológicos que prestan.
- ✓ Adecuada rotación de cultivos.
- ✓ Producción y uso de abonos orgánicos.
- ✓ Desarrollar la diversificación productiva.
- ✓ Desarrollar la diversidad florística.
- ✓ Utilización de cultivos de cobertura y/o abonos verdes.

- ✓ Empleo de bioplaguicidas de origen microbiano y botánico.
- ✓ Siembra y utilización de plantas repelentes.
- ✓ Fomento de reservorios de enemigos naturales.
- ✓ Empleo de laboreo mínimo y tracción animal.
- ✓ Utilización de los residuos y subproductos de la cosecha de los diferentes cultivos como alimento animal y fuentes alternativas de energía.
- ✓ Incrementar el empleo de las cercas y barreras vivas.
- ✓ Utilización de biofertilizantes (como los a base de micorrizas) y fertilizantes orgánicos.

Estas estrategias mencionadas anteriormente comparten las siguientes características (Altieri 1995):

- a.** Mantienen una cobertura vegetal abundante como medida eficaz para conservar suelo y agua, lo cual se logra mediante las prácticas de labranza mínima, produciendo mulch y utilizando otros métodos apropiados.
- b.** Proveen una oferta regular de materia orgánica al suelo mediante la adición de biomasa de plantas, estiércol, o compost, que fungen como fuente de nutrientes y energía para las poblaciones microbianas.
- c.** Mejoran los mecanismos de reciclaje de nutrientes, utilizando sistemas basados en leguminosas, árboles y la incorporación de animales.
- d.** Promueven la regulación de plagas, debido a la mayor actividad de los agentes de control biológico, que se obtiene al conservar los enemigos naturales y antagonistas de las plagas, mediante el establecimiento de una infraestructura ecológica.

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ El diagnóstico y el plan de finca en la entidad productiva permitió la identificación de 13 limitantes, relacionadas fundamentalmente con la fertilización del suelo, mal manejo de los cultivos, insuficiente cantidad y calidad de los alimentos para el ganado, bajo aprovechamiento de los residuos y subproductos de las cosechas y falta de integración agricultura-ganadería y de capacitación del productor.
- ✓ El inventario de la biodiversidad confirmó la presencia de 66 especies vegetales y 7 animales, corroborando una elevada riqueza de especies, pero una escasa uniformidad de estas.
- ✓ Se confirmó que la finca evaluada presentó un grado de complejidad simplificado (0,31 como valor absoluto según la metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica como base para el manejo agroecológico de plagas).
- ✓ Se proponen alternativas de manejo para la conversión agroecológica de la finca encausadas hacia la mejora de la fertilidad y protección del suelo, el reciclaje de nutrientes y la regulación de las plagas, mediante el establecimiento de una infraestructura ecológica.

## **6. RECOMENDACIONES**

- ✓ Monitorear y comprobar el cumplimiento de las principales transformaciones y las alternativas de manejo propuestas en la entidad productiva en estudio.
- ✓ Realizar este tipo de investigación en otras fincas campesinas de la provincia para promover cambios hacia una agricultura ecológica y sostenible.

## 7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Altieri, M. A. 1995. El tránsito de la Agricultura Convencional a la Agricultura Ecológica. En: V Encuentro Nacional, con más productores Ecológicos. Lima.
2. Altieri M. A 1997. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. CLADES. La Habana, Cuba.
3. Altieri M. A. 1999. Programas de desarrollo agrícola con base agroecológica. En: MA. Altieri, ed. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan–Comunidad, p.137-164.
4. Altieri, M. A. 2001. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. [en línea]. Disponible en: <http://infoagro.net/shared/docs/a2/agroecaltieri.pdf>. Consultado: [02/05/2018].
5. Altieri, M. A. 2013. Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales metodológicas. Clara Inés Nicholls Estrada, Leonardo Alberto Ríos Osorio y Miguel Altieri (Editores). Medellín, Colombia. CITED. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. p 94-104.
6. Altieri, M. A. & Nichols, C. I. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. Primera Edición. México D.F., México.
7. Altieri M & C Nicholls 2006. Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo. Agroecología. 49 (1):17-21.
8. Altieri, M. & Nicholls, Clara. I. 2007. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Editorial Icaria. Barcelona. 248p.
9. Altieri, M. & Nicholls, Clara. I. 2010. Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de la entomofauna benéfica en agroecosistemas. Editorial SOCLA. Medellín, Colombia. 80p.
10. Baev, P.V. & Penev, L.D. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow. 57 p.
11. Bermúdez Barbosa, A. 2005. Planificación agroeconómica de la finca. En: C. González-Stagnaro y E. Soto, eds. Manual de ganadería doble propósito. Maracaibo, Venezuela: Fundación GIRARZ. p. 33-40.

12. Benavides, C. A. 1998 .Tecnología, Innovación y Empresa. Pirámide, Madrid.
13. Blake R. J; Woodcock B. A; Ramsay A. J; Pilgrim E. S; Brown V. K; Tallowin J. R & S. G Potts 2011. Novel margin management to enhance Auchenorrhyncha biodiversity in intensive grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n.140, p.506-513.
14. Blanco, D.; Suárez, J.; Funes-Monzote, F. R.; Boillat, S.; Martín, G. J. & Fonte, Leydi. 2014. Procedimiento integral para contribuir a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 37 (3):284-290.
15. Blanco, J., Monzote, Marta., Ruíz, R. & García-Sevilla, F.A.L. 2009. Factores que limitan la sostenibilidad en fincas ganaderas del Municipio Cotorro. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. *Ciencia y Tecnología Ganadera Vol. 3 No. 2*, p. 73-79.
16. Brack, A. 2005. Diversidad biológica y mercados. Ministerio de la agricultura de Perú. [en línea]. Disponible en:[http://www.sepia.org.pe/apc-aa/img\\_upload/](http://www.sepia.org.pe/apc-aa/img_upload/) [Consulta: mayo, 18 2018].
17. Cáceres, D. 2003. Agricultura orgánica *versus* agricultura industrial. Su relación con la diversificación productiva y la seguridad alimentaria. *Agroalimentaria*. 16:29-39.
18. Casimiro, Leidy, Casimiro, J.A & Suárez, J. 2017. Resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba. Editora Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Perico, Matanzas. Cuba. p 237.
19. Cajas, L.S 2015. La realidad agroproductiva y su relación con las potencialidades agroecológicas en la comunidad San Jacinto, Parroquia Unión Milagreña. Tesis de Maestría en Agroecología y Ambiente. Ecuador.
20. Caporal. F, Costabeber J & Paulus G. 2009. Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade. MDA/SAF. Brasilia.
21. Contino, Y, Iglesias, J, Toral, Odalys, Pérez, Blanco, Janet, González, M, Caballero, R y Perera, E. 2018. Adopción de nuevas prácticas agroecológicas en tres unidades básicas de producción cooperativa. *Pastos y Forrajes*. 41 (1): 56-63
22. de Bello. F, Lavorel. S; Díaz. S; Harrington. R; Cornelissen. J; Bardgett. R; Berg. M; Cipriotti. P; Feld. C; Hering. D; Martins da Silva. P, Potts S, Sandin. L; Sousa. J, Storkey. J; Wardle. D & Harrison. P 2010. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity & Conservation*. n. 19, p. 2873-2893.

23. Delgado, J. M. & Ibrahim, M. Planificación de fincas ganaderas ecoamigables, 2010. [en línea]. Disponible en: <http://www.catie.ac.cr/PlanificacionFincas/planificacion-jmora.pdf>. [Consultado: 26/12/2017].
24. Eek, E. van. 2005. Guía metodológica para la planificación participativa de fincas: versión con enfoque ganadero. Managua: ASDENIC, Asociación 'Octupán' y Universidad Centroamericana (UCA-ADAA).
25. FAO. 2014. El estado de los bosques en el mundo. Potencial los beneficios socioeconómicos de los bosques. Roma: FAO. [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3710s.pdf>. [Consultado: 03/04/2017].
26. Faxas, Y; Chávez, E. & Gutiérrez, A. 2004. Temas sobre la gestión de proyectos Ed. CIC-Desarrollo Sostenible. . ISBN 959-7073-20-x. La Habana, Cuba.
27. Fernández, Lianne & Fundora, Zoila. 2016. Agrodiversidad y sistemas agroecológicos. En: F. Funes-Aguilar y L. L. Vázquez-Moreno, eds. *Avances de la agroecología en Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 19-46.
28. Figueroa, Vilda. Los campesinos en el proyecto social cubano. [En línea] 2006. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros/2006b/vmfa/3e.htm>. [Consulta: 16 de mayo de 2018].
29. Frans, G. 1997. Herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, técnicas de diálogo, observación y dinámicas de grupo. [en línea]. Disponible en: [www.laveillee.qc.ca/es/index.html](http://www.laveillee.qc.ca/es/index.html) Consultado 20/03/18.
30. Funes, F. 2007. *Agroecología, agricultura orgánica y sostenibilidad*. La Habana: ACTAF.
31. Funes-Monzote, F. R. 2009. Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba. Ed. Estación Experimental "Indio Hatuey". ISBN: 978-959-7138-02-0. p 176.
32. Funes, Monzote, F. 2013. El enfoque agroecológico en el presente de la agricultura cubana. En: Taller Nacional BTJ "Prácticas agroecológicas para un desarrollo sostenible". La Habana.
33. Funes-Monzote, F. Márquez, M. & López, I. 2013. Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático en Cuba. Dos estudios de caso. Clara Inés Nicholls Estrada, Leonardo Alberto Ríos Osorio y Miguel Altieri (Editores). Medellín, Colombia. CITED. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. p. 30-42.

34. García, M. 2012. Análisis de las transformaciones de la estructura agraria hortícola platense en los últimos 20 años. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Bolivia.
35. Gargoloff N. A, S, J Sarandón & C Albaladejo 2011. La entrevista paisajística: un método para situar las prácticas y saberes de los agricultores. *Cadernos de Agroecología* 6 (2), 5p.
36. Gliessman, S. R. 1998. *Agroecology ecological processes in sustainable agriculture*. Michigan. Ann Arbor Press. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
37. Gliessman, S. R.; Rosado-May, F. J.; Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J.; Cohn, A.; Mendez, V. E., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C. & Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Revista Ecosistemas*, 21(1):35- 53.
38. González, A.; Fernández, P.; Bu, A.; Polanco, Carmen; Aguilar, R., Dresdner, J. & Tansini, R. 2004. La ganadería en Cuba: desempeño y desafíos. La Habana: Instituto Nacional de Investigaciones Económicas (INIE). p 287.
39. González de Molina M. 2012. Algunas notas sobre agroecología y política. *Agroecología* 28(6): 9-21.
40. Gross. H; Girard. N & D. Magda 2011. Analysing theory and use of management tools for sustainable agrienvironmental livestock practices: the case of the Pastoral Value in the French Pyrenees Mountains. *Journal of sustainable Agriculture*.35 (5), p.550-573.
41. Guadarrama-Zugasti, Carlos. 2007. Agroecología en el siglo XXI: confrontando nuevos y viejos paradigmas de producción agrícola. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. *Rev. Bras. Agroecologia*, 2 (1): 204-207.
42. Guzmán Casado G; González de Molina M & Sevilla Guzmán E. 2000. Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible. Madrid: Mundi-Prensa. Altieri MA. 1999. The ecological role of Biodiversity in Agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 34 (74): 19-31.
43. Henderson, P. A. & Seaby, R. H. 2002. Species Diversity and Richness 3.02. Pisces Conservation Ltd, Lymington, UK. [en línea:] Disponible en: <http://www.pisces-conservation.com>. Consultado 20/03/18.
44. Hernández, A; Vargas, D; Borges, Y; Ríos, H; Morales, M & Funes-Monzote, F. Reservas de carbono orgánico en suelos Ferralíticos Rojos. 2011. En: Ríos, H., Vargas, D., Funes-Monzote, F.R. (Comps.). *Innovación agroecológica, adaptación y*

mitigación del cambio climático. INCA, La Habana. p. 45-54.

45. Ibrahim, M; Casasola, F; Tobar, Diego & Villanueva, C. 2005. Buenas prácticas para la conservación de la biodiversidad en fincas campesinas. INPASA. p. 31.
46. Iermanó. M. J & S. J. Sarandón. 2010. Cultivo de soja para la producción de agrocombustibles (biodiesel) en la pampa húmeda: energía invertida en la regulación biótica. (Asociación de Universidades Grupo Montevideo), Ciudad de Santa Fe.
47. Iermanó M. J & S. J Sarandón 2011. Manejo de la biodiversidad en sistemas pampeanos extensivos: su relación con el conocimiento local y el desarrollo sustentable. V Seminario- Taller Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL) y Transformaciones Territoriales de los Espacios Rurales, La Plata, 29 y 30 de Agosto.
48. Jiménez, W. 2005. Agricultura moderna contra diversidad y equilibrio. [en línea]. Disponible en: [http://www.mfa.gov.il/MFAES/MFAArchive/Agricultura%](http://www.mfa.gov.il/MFAES/MFAArchive/Agricultura%20) [Consulta: enero, 18 2018].
49. Krebs, C.J. 1985. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Blackwell, Oxford.
50. Lande, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*. p 76.
51. León Sicard, T. & Rodriguez Sanchez, L. 2002 . Ciencia, tecnología y ambiente en la agricultura colombiana. Ediciones ILSA Bogotá. D.C. agosto, p.4.
52. Leyva, M, Edulia. 2016. El índice de agrobiodiversidad (IDA) como indicador de la sostenibilidad en tres Agroecosistemas en el municipio San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrarias. Universidad Agraria de La Habana.
53. Little, D. A. 1981 .The Strategic Management of Technology. Arthur D. Little, Cambridge, Mass., USA.
54. López, V. H. 2014. Ponencia presentada en el curso “La Participación como herramienta de Dinamización Comunitaria y Agroecológica en el Medio Rural”. Aula Ambiental. CENEAM.
55. Machado, Hilda., Miranda, Taymer., Bover, Katia., Oropesa, Katerine, A. Suset & Lezcano, J. C. 2015. La planificación en la finca campesina, una herramienta para el desarrollo de la agricultura sostenible. *Pastos y Forrajes*. 38 (3): 195-201.

56. Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey, p 179.
57. Malezieux E. 2012. Designing cropping systems from nature. *Agron Sustain Dev* 32: 15-29.
58. Marasas M, Fernández V. 2015. Análisis comparativo del componente vegetal de la biodiversidad en sistemas de producción hortícola familiar en el Cinturón Hortícola de La Plata (CHLP), provincia de Buenos Aires, Argentina. Ed. especial "Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio, p.15-29.
59. Marasas M; Sarandón SJ & A Cicchino 2010. Semi-Natural Habitats and Field Margins in a Typical Agroecosystem of the Argentinean Pampas as a Reservoir of Carabid Beetles. *Journal of Sustainable Agriculture*, n.34, p.153–168.
60. Margalef, R. 2002. Diversidad y biodiversidad. En: A. Bonet, ed. *Gestión de espacios protegidos*. Alicante. España: Universidad de Alicante, Departamento de Ecología.
61. Márquez, Sara. M. 2013. Propuesta de conversión agroecológica para alcanzar la resiliencia en sistemas ganaderos. Clara Inés Nicholls Estrada, Leonardo Alberto Ríos Osorio y Miguel Altieri (Editores). Medellín, Colombia. CITED. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. p 158-179.
62. Martín, Lucy. 2009. Transformaciones agrícolas y experiencias de innovación a escala local. *Cultivos Tropicales*. 30 (2): 127-134
63. Milera, Milagros. 2016. Manejo de vacas lecheras en pastoreo. Del monocultivo a la biodiversidad de especies. Editorial EEPF Indio Hatuey. ISBN: 978-959-7138-25-9. p 249.
64. Milián, G. Idolkis. 2017. Evaluación de la funcionalidad de la biodiversidad en la finca agroecológica La Paulina del municipio de Perico. Tesis en opción al título académico de Máster en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas. Estación Experimental de Pastos y Forraje Indio Hatuey.
65. Monzote, Marta, Funes-Monzote, F, Martínez H, I; Pereda, J, Serrano, D, Suárez, J, J. González, A, Rodríguez, María, Fernández, J, Rodríguez, E. Delia, M., Cino, E, Cordovi, Sosa, Maricela. 2001. Desarrollo de diseños de ganadería – agricultura a pequeña y mediana escala. En : 1 Simposio Internacional sobre ganadería agroecológica (SIGA) La Habana, Cuba. P 131-136.

66. Moonen AC & P Bárberi 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 127, n. 1-2, p. 7-21.
67. Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza. p. 84.
68. Morin, J.& Seurat, R. 1998. Gestión de los Recursos Tecnológicos. Fundación COTEC, Madrid.
69. Nicholls C. 2006. Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. *Agroecología*. 5 (1). 16- 20.
70. Nicholls, Clara & Altieri, M. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 65. P 50-64
71. Nicholls, Clara I.; Altieri, M. A. & Vázquez, L. L. 2015. Agroecología: principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*. 10 (1):61-72.
72. Noordijk J, C. J. M Musters, J van Dijk & G. R de Snoo 2010. Invertebrates in field margins: taxonomic group diversity and functional group abundance in relation to age. *Biodiversity & Conservation*. n. 19, p.3255-3268.
73. Nova, A. 2016. Economía de la transición agroecológica, en: Avances de la agroecología en Cuba. Ed Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Indio Hatuey. Perico, Matanzas. p 47.
74. Obrist MK & P Duelli 2010. Rapid biodiversity assessment of arthropods for monitoring average local species richness and related ecosystem services. *Biodiversity & Conservation*. n. 19, p. 2201-2220.
75. Palma, E. & Cruz, J. 2010. ¿Cómo elaborar un plan de finca de manera sencilla? Serie técnica-Manual técnico No. 96. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
76. Pérez, R. 2003. La ganadería cubana en transición .En: Curso Internacional de Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Diagnóstico y Marco Conceptual (Modulo I Y II). La Habana: Instituto de Investigación de Pastos y Forrajes. p 62-72.
77. Roig, M. J. 1975. Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos. Editorial Pueblo y Educación.
78. Rosenstein S; Faccinini D; Montero G; Lietti M; Puricelli E; Tiesca D; Nisensohn L & L Vignaroli 2007. Estrategias productivas, prácticas de control y diversidad biológica: un

análisis desde los sistemas de conocimiento. Revista FAVE-Ciencias Agrarias 5/6 (1-2) p: 42-60.

79. Ruiz, R. O. 1995 Agroecosistema: el término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico. 2do Seminario Internacional de Agroecología. México: UAC Chapingo.
80. Salmón, Yamilka. Funes-Monzote, F. R & Martín, Olga M. 2012 .Evaluación de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica “Las Palmitas” del municipio Las Tunas. Pastos y Forrajes. 35 (3) 321-332.
81. Sánchez, Jessica. M. 2017. Beneficios de la integración de árboles maderables en sistemas ganaderos convencionales. Caso de estudio - Finca Nápoles, Montenegro Quindío. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de ciencias ambientales. Administración ambiental p. 30.
82. Sarandón S. J & C. C Flores. 2014 b. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
83. Sarandón S. J 2009. Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable: Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. En: Altieri, M (Ed.) 2009. Vertientes del pensamiento agroecológico:fundamentos y aplicaciones. Publicado por SOCLA. Capítulo 4: 95-116.
84. Sarandon S. J, Flores C. C. 2014 a. La insustentabilidad del modelo agrícola actual. En: Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial de la Universidad de la Plata, pp. 13-41.
85. Selincourt, K. 2009. Impacto del manejo del ecosistema del pastizal en la fertilidad natural y sostenibilidad del suelo. *AIA*. 13 (2):3-15.
86. Sevilla Guzmán, E., G. Ottman y M. González de Molina 2006. “Los marcos conceptuales de la Agroecología”. En: Agroecologia. Conceitos e experiências. Bezerra Figueiredo M. A. y J. R. Tavares de Lima (Org). Ediciones Bagaco. Recife. Brasil. p 101-156.
87. Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Biodiversidad en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. 2016. [en línea]. Disponible

en:<http://capacitacion.siac.ideam.gov.co/SIAC/home/inicioBiodiversidad.html>. [Consulta: mayo, 18 2018].

88. Souza, J., Itten, B. & Vicente, C.A. 2001. La biodiversidad y la gente. CETAAR. Buenos Aires.
89. Stupino S, Iermanó M. J, Gargoloff N. A & M. M Bonicatto. 2014. La biodiversidad en los agroecosistemas. En: SJ Sarandón & CC Flores (ed.) Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 5: 131-158. [en línea]. [Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/109>]. Consultado:15/3/18.
90. Suárez, Daniela. 2017. Importancia de la biodiversidad en finca y las prácticas agrícolas para el cultivo de cebolla (*Allium fistulosum*) en la Vereda las Lomas, municipio de Guática, Risaralda. Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Ciencias Ambientales Administración Ambiental.
91. Suset, A.; Machado, H; Miranda, T; Campos, M; Duquesne, P. & Sardiñas, J. A. et al. 2010. Empoderamiento y cambio social a partir de la participación y el fomento de capacidades. Experiencia en cooperativas agropecuarias de la provincia Cienfuegos, Cuba. Los grandes retos para la ganadería: hambre, pobreza y crisis ambiental. México: Universidad Autónoma de Chapingo. p. 213-222.
92. Swift MJ, Amn I & Van Noordwijk, M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes-are we asking the right questions?. Agriculture, Ecosystems and Environment, n.104, p.113-134.
93. Thrupp, L.A. 1998. Cultivating Diversity: agrobiodiversity and food security. World Resources Institute, Washington D.C.
94. Tirado, R.; Laso, Sandra; Martínez, Edith & Lara, Aleira. 2017. Navegando hacia el futuro de la agricultura. Informe de la visita de Greenpeace a Cuba con campesinos mayas y representantes del gobierno de Yucatán. Greenpeace México A. C. Coyoacán, México. p.28.
95. UNEP/CDB/COP/5 2000. The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su quinta reunión. Apéndice. Nairobi, 15-26 de mayo 2000.
96. Vázquez L. L & Alfonso J. 2013. Sistema Biofincas. Proceso participativo de diagnóstico, aprendizaje e innovación para el diseño y manejo agroecológico de la

biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria. Biodiversidad en América Latina. <http://www.biodiversidadla.org>.

97. Vázquez, L. L. & Pérez, Nilda. Control biológico. 1997. En: F. Funes-Aguilar y L. L. Vázquez-Moreno, eds. Avances de la agroecología en Cuba. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 169-182.
98. Vázquez, L. L. & Álvarez, J. M. 2011. Control ecológico de poblaciones plagas. Ediciones CIDISAV. La Habana, Cuba. p 134.
99. Vázquez, L. L. & Matienzo, Yaril. 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.
100. Vázquez, L. L. 2007. Desarrollo del manejo agroecológico de plagas en los sistemas agrarios de Cuba. Fitosanidad. 11(3):29-39.
101. Vázquez, L. L. 2010. Manejo de plagas en la agricultura ecológica. Boletín fitosanitario. 15(1). INISAV, La Habana, Cuba, p 120.
102. Vázquez, L. L. 2011 a. Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. pp. 75-101. En: Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. Compiladores H. Ríos, D. Vargas, F. Funes-Monzote. 242p. INCA, Mayabeque.
103. Vázquez, L. L. 2011 b. La cerca viva perimetral de la finca como práctica agroecológica en el manejo de plagas. En: Manual para la adopción de manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, INISAV © Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, INIFAT Primera Edición Volumen I, La Habana. p. 69.
104. Vázquez, L. L. 2013. 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.
105. Veitia, Marlen. 2007. La diversificación florística como componente del manejo de plagas. Curso Taller Internacional Manejo Agroecológico de Plagas en sistemas de Producción (21-25 de mayo). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Ciudad de la Habana. Cuba. p.81-109.
106. Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21 (2/3):213-251.

## ANEXOS

### Anexo 1. DIAGNÓSTICO PARA PRODUCTORES (MUESTRA DE CONFIANZA)

MUNICIPIO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

PRODUCTOR (A): \_\_\_\_\_

APORTADOR: \_\_\_\_\_ USUFRUCTUARIO: \_\_\_\_\_ SOCIO: \_\_\_\_\_

TIPO DE UNIDAD PRODUCTIVA: CPA \_\_\_\_\_ CCS \_\_\_\_\_ UBPC \_\_\_\_\_ Privado \_\_\_\_\_ Otra (Cuál)

NOMBRE: \_\_\_\_\_

VINCULADO A UN GIAL Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

#### Estructura del Fondo de tierra

Concepto	Cantidad (ha)	%	Con riego (%)	Fuente de abasto (tipo)
Superficie Total				
Superficie Agrícola				
Superficie Cultivada				
Cultivos Temporales				
Cultivos Permanentes				
Superficie no Cultivada				
Superficie no Agrícola				

#### Listado de cultivos temporales en cada una de las épocas del año

ÉPOCA		Cultivo o especie	Cantidad de variedades	Área (metros cuadrados)
Seca	Lluvia			

\*Por cultivos temporales se entiende aquellos que tienen producciones anuales y terminan su ciclo (no se incluye caña de azúcar, plátano, café, ni pastos ni forrajes)

### Listado de cultivos permanentes en la finca

	Cultivo o especie	Cantidad de variedades	Área (metros cuadrados)
1			
2			

### Listado de árboles en la finca (\*mayores de 3m de altura)

	Especie	Cantidad de ejemplares	Forma de siembra	
			Dispersos	Arboleda (Marco de plantación, m)
1				
2				
3				
4				
5				

### Listado de arbustos en la finca (\*menores de 3m de altura)

	Especie	Cantidad de ejemplares	Forma de siembra	
			Dispersos	Arboleda (Marco de plantación, m)
1				
2				
3				
4				
5				

**2. Características del suelo** (para incisos h) e i) realizar dos perfiles hasta 25 cm: 1 en área boscosa y otra en área productiva)

Marcar con una X

<b>Característica del suelo</b>	<b>Perfil No. 1 (área boscosa)</b>	<b>Perfil No. 2 (área cultivos temporales)</b>
<b>a) Topografía</b>		
Llano		
Ligeramente ondulado		
Ondulado		
<b>b) Textura</b>		
Limoso		
Arenoso		
Arcilloso		
<b>c) Pedregocidad</b>		
Pedregoso		
No pedregoso		
<b>d) Diversidad agrícola</b>		
<b>Característica del suelo</b>	<b>Perfil No. 1 (área boscosa)</b>	<b>Perfil No. 2 (área cultivos temporales)</b>
De 5 a 8 especies con 12 o 15 variedades de plantas comestibles		
De 9 a 15 especies con 25 a 35 variedades comestibles		
<b>Característica del suelo</b>	<b>Perfil No. 1 (área boscosa)</b>	<b>Perfil No. 2 (área cultivos temporales)</b>
Mayor de 20 especies y de 40 a 50 variedades de plantas comestibles		
<b>e) Diversidad forestal</b>		
De 3 a 5 árboles mayores de 3 metros de altura/hectárea		
De 9 a 11 árboles mayores de 3 metros de altura/hectárea		
De 12 a 15 árboles mayores de 3 metros de altura/hectárea		
<b>f) Nivel de erosión</b>		
Presencia de erosión severa		
Erosión intermedia sin daños significativos		
Baja intensidad de erosión con medidas de corrección		
<b>g) Nivel de Compactación</b>		
Reducida presencia de poros con problemas de infiltración		
Intermedia presencia de poros con deficiente formación de estructuras de suelo		

Buena presencia de poros y estructuras bien definidas		
<b>h) Profundidad de la capa arable</b>		
Hasta 8 cm		
Entre 10 y 20 cm		
Superior a 20 cm		
<b>i) Vida biológica del suelo (considere para la muestra 1 m<sup>2</sup>)*</b>		
Con poca o ninguna presencia de actividad de lombrices o artrópodos		
Se observan hasta 30 lombrices o artrópodos		
Se observan más de 30 lombrices o artrópodos		

(\*) muestrear preferentemente en horas tempranas

### 3. Integración animal, reciclaje, conservación, manejo de plagas y enfermedades y energía del agroecosistema

Integración de los animales al agroecosistema

\_\_\_\_\_ Fincas con un rango de 0,3 a 0,5 animales adultos por hectárea

\_\_\_\_\_ Fincas con un rango de 0,5 a 1 animal adulto por hectárea

\_\_\_\_\_ Fincas con un rango de 1 a 1,5 animales adultos por hectárea

Nivel de reciclaje del sistema

\_\_\_\_\_ Residuos orgánicos sin descomponer por la lentitud del proceso

\_\_\_\_\_ Zonas localizadas para la descomposición de los residuos orgánicos de la finca donde alcanzan velocidades adecuadas de descomposición

\_\_\_\_\_ Residuos orgánicos descompuestos sobre la superficie del suelo y uso de algunas técnicas de reciclaje de residuos de la finca

Conservación de las funciones vitales del agroecosistema

\_\_\_\_\_ Finca con sistemas no integrados, con poca dependencia entre si y baja calidad del paisaje

\_\_\_\_\_ Aceptable integración en la finca, reducida presencia de hábitat natural con problemas en su conservación

\_\_\_\_\_ Prácticas de policultivos, parches naturales de vegetación y buena calidad del paisaje

Manejo de plagas y enfermedades

\_\_\_\_\_ Uso mayoritario de productos químicos para el control de plagas y enfermedades

\_\_\_\_\_ Uso alternativo de productos químicos con rotaciones de cultivo para el manejo de plagas y enfermedades

\_\_\_\_\_ Uso mayoritario del manejo integrado de plagas y enfermedades con productos propios de la finca

Recursos de energía del agroecosistema

\_\_\_\_\_ Alta dependencia de insumos externos como combustibles y fertilizantes

\_\_\_\_\_ Combinación de los insumos externos con la tracción animal, energía humana y otros insumos de la finca como la semilla

\_\_\_\_\_ Uso suficiente de los insumos internos de la finca con la integración de plantas y animales y procesos de reciclaje









### 9. Infraestructura familiar

Vivienda (especificar según tipo)	Cantidad	Buen	Regular	Malo
1. _____ (Madera y guano)				
2. _____ (Madera y tejas)				
3. _____ (Mampostería y tejas)				
4. _____ (Mampostería y placa)				
Medios de transporte	Cantidad	Buen	Regular	Malo
caballos _____				
arañas _____				
bicicletas _____				
motocicleta _____				
camión _____				
carro _____				
Equipos electrodomésticos	Cantidad	Buen	Regular	Malo
Refrigerador _____				
Televisor _____				
Radio _____				
Lavadora _____				
Otros: _____				
Servicio de agua potable				
Sí _____				
No _____ (especificar)				
_____				
Equipos electrodomésticos	Cantidad	Buen	Regular	Malo
Electricidad				
Sí _____				
No _____				

### 10. Reconocimiento de la capacidad de innovación

Social y académico

a) ¿Quisiera Ud. Diversificar su finca?

Sí \_\_\_\_\_ ¿Por qué?

**Mencione tres agricultores que pudieran ayudarlo, aconsejarlo o asesorarlo**

Nombre y Apellidos	F	M	Finca, Unidad productiva y Comunidad

No \_\_\_\_\_ ¿Por qué?

b) Donde busca sus opciones tecnológicas (diversidad genética y/o alternativas tecnológicas)

- Marcar con X la opción o las opciones que correspondan
- no la busca
  - busca opciones existentes entre los agricultores(as) de la misma comunidad
  - busca opciones existentes entre los agricultores(as) de otras comunidades
  - busca opciones que se encuentran disponibles en las instituciones nacionales
  - busca opciones que se encuentran disponibles en las instituciones internacionales

c) ¿Quién organiza el acceso a estas opciones (diversidad genética y/o alternativas tecnológicas)?

- Instituciones nacionales o internacionales (ANAP, MINAG, Instituciones Científicas, Universidades, etc.)
- Instituciones junto a campesinos(as)
- Campesinos(as) organizan el acceso por si mismos para los agricultores
  
- Campesinos(as) organizan acceso para agricultores pero también para las Instituciones

d) ¿Cuál es la participación de los productores(as) en la implementación de nuevas soluciones en la finca?

(\*Implementación = al diseño, evaluación, documentación, sistematización y decisión de las mejores prácticas, variedades o tecnologías de acuerdo a los resultados de la finca

Implementación de soluciones	Campesinos(as)	Investigadores(as)	Otros actores ¿Cuál?
1) Diseño de la alternativa (experimento en finca)			
2) Documentación, evaluación y sistematización			
3) Decisión de las mejores prácticas			

e) Fuentes de información para la Innovación agropecuaria (ordene según su importancia)

Fuente:

Televisión
Radio
Manuales, plegables
Talleres
Cursos
Otras:

f) Ha participado en espacios de Innovación Agropecuaria Local (marcar X)

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

¿Cuáles?

- 1) Ferias \_\_\_\_\_
- 2) Festivales \_\_\_\_\_
- 3) Talleres \_\_\_\_\_
- 4) Intercambios \_\_\_\_\_
- 5) Convivencias \_\_\_\_\_
- 6) Escuelas de agricultores \_\_\_\_\_
- 7) Otros (mencionar): \_\_\_\_\_

g) Participan otros miembros de su familia (quiénes y cómo)

h) Ha recibido recientemente alguna capacitación sobre innovación agropecuaria

Sí \_\_\_\_ ¿Cuándo? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_

Relacione en qué temáticas:

---

---

---

i) Ha obtenido reconocimientos por su labor de innovación

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

¿Cuáles y por quién?

Tipo de reconocimiento	Comunidad	Municipal	Provincial	Internacional
1) Reconocimiento público				
2) Fórum				
3) Otros premios:				

j) ¿Ha recibido pagos adicionales por su actividad de innovación?

Sí \_\_\_\_ Nombre de la Institución \_\_\_\_\_ Monto (en pesos): \_\_\_\_\_

¿Por qué concepto?

- \_\_\_\_ Conservación de suelo en su finca
- \_\_\_\_ Reforestar su finca
- \_\_\_\_ Otros motivos (mencionar): \_\_\_\_\_

**Anexo 2. Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas.**

<b>Evaluación rápida de la diversidad en los sistemas de producción</b>	<b>Finca:</b> <b>Propietario o administrador:</b> <b>Organización:</b> <b>Municipio/provincia:</b> <b>Superficie total (ha):</b> <b>Superficie cultivada(ha) :</b> <b>Longitud de la cerca perimetral (m):</b>	<b>Año analizado:</b> <b>Fecha de evaluación:</b> <b>Realizado por:</b>
---	--	---

Componentes e indicadores de la biodiversidad	Expresión de los indicadores para cada evaluación	Resultados
<b>BIODIVERSIDAD PRODUCTIVA</b>		
Diversidad de cultivos	Número de cultivos	
Variedades de cultivos	Cultivos en que se manejan variedades (% del total)	
Siembras de cultivos	Número de siembras en el año	
Asociaciones e intercalamiento de cultivos	Siembras asociadas e intercaladas (% del total)	
Barreras vivas	Siembras con barreras vivas (% del total)	
Especies de barreras vivas	Número de especies que se utilizan	
Rotación de cultivos	Campos que rotaron (% del total de siembras)	
Rotación con cultivos conservadores del suelo	Cultivos de cobertura (% de las siembras)	
Asociación con cobertura viva	Campos asociados con cobertura viva (% de siembras)	
Sombra temporal	Siembras con sombra temporal (% del total)	
Diversidad de animales	Número de especies de animales que se crían	

## BIODIVERSIDAD AUXILIAR

Plantas repelentes	Siembras con plantas repelentes (% del total)	
Especies de plantas repelentes	Número de especies	
Cercas vivas perimetrales	Lados de la finca con cerca viva (% del perímetro)	
Especies en cercas vivas	Número de especies	
Sombra permanente	Porcentaje de siembras con sombra permanente	
Especies de sombra permanente	Número de especies de sombra permanente	
Arboleda o minibosque	Número de arboledas existentes	

**BIODIVERSIDAD FUNCIONAL**

Diversidad de especies en la arboleda o mini bosque	Especies de árboles frutales y forestales en arboledas o mini bosques.	
Ambientes seminaturales	Porcentaje de la superficie de la finca donde crece vegetación silvestre o espontáneamente (ambientes seminaturales).	
Animales para labores	Número de especies de animales que se emplean en las labores de la finca	
Reservorios de biorreguladores	Número de reservorios que se manejan	
Traslado de enemigos naturales desde reservorios	Número de siembras con traslados realizados	
Crías rústicas	Número de especies de biorreguladores que se crían en la finca	
Liberaciones de crías rústicas	Número de liberaciones realizadas	
Diversidad de enemigos naturales	Número de grupos de enemigos naturales que se observan comúnmente en los cultivos de la finca.	
Diversidad de polinizadores	Número de especies	
Materia orgánica en el suelo	Porcentaje estimado o según análisis de suelo	
Producción de materia orgánica	Número de abonos orgánicos que se producen y utilizan en la propia finca	
Abonos orgánicos	Número de campos o parcelas con incorporaciones de abonos orgánicos antes de la siembra.	
Abonos orgánicos foliares	Número de aplicaciones foliares de abonos orgánicos	
Microorganismos eficientes	Número de aplicaciones foliares y al suelo de microorganismos eficientes	

**BIODIVERSIDAD INTRODUCIDA FUNCIONAL**

Diversidad de entomófagos liberadas	Número de especies de entomófagos que se liberaron	
Liberaciones de entomófagos	Número de liberaciones realizadas en el año	
Diversidad de entomopatógenos	Número de especies y cepas aplicadas	
Aplicaciones de entomopatógenos o bioplaguicidas	Número de aplicaciones en el año	
Diversidad de antagonistas	Número de especies y cepas aplicadas	
Aplicaciones de antagonistas	Número de aplicaciones que se realizan en el año	
Biofertilizantes al suelo	Número de productos utilizados	
Aplicaciones de biofertilizantes	Número de aplicaciones realizadas	
Micorrizaciones	Número de siembras micorrizadas	

<b>BIODIVERSIDAD NOCIVA</b>		
Insectos plagas	Total de especies de insectos nocivos en los cultivos	
Ácaros plagas	Total de especies de ácaros nocivos en los cultivos	
Hongos fitopatógenos	Total de enfermedades fungosas en cultivos	
Bacterias fitopatógenas	Total de enfermedades bacterianas en cultivos	
Virosis	Total de enfermedades virales en cultivos.	
Parásitos de animales	Total de parásitos de animales de crianza detectados	
Enfermedades de animales	Total de enfermedades de animales de crianza detectadas	