

# **BASES METODOLÓGICAS PARA LA RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA DE FINCAS FAMILIARES EN CUBA**



**Leidy Casimiro Rodríguez**  
**Universidad de Antioquia**  
**Medellín-Colombia**  
**2016**



**BASES METODOLÓGICAS PARA LA RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA DE  
FINCAS FAMILIARES EN CUBA**

**LEIDY CASIMIRO RODRÍGUEZ**  
**Lic. Economía, Lic. Derecho, c. Ph.D. Agroecología**

**DOCTORADO EN AGROECOLOGÍA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**MEDELLÍN**

**Octubre, 2016**

**BASES METODOLÓGICAS PARA LA RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA DE  
FINCAS FAMILIARES EN CUBA**

**LEIDY CASIMIRO RODRÍGUEZ**

**Lic. Economía, Lic. Derecho, c. Ph.D. Agroecología**

**Tesis presentada como requisito para optar al título de  
DOCTORA EN AGROECOLOGÍA**

**Tutor:**

**JESÚS SUÁREZ HERNÁNDEZ, Ph.D. Ingeniería Industrial**

**Asesores:**

**FERNANDO RAFAEL FUNES MONZOTE, Ph.D. Ciencias Agrícolas**

**SARA MARÍA MÁRQUEZ GIRÓN, Ph.D. Agroecología**

**DOCTORADO EN AGROECOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**MEDELLÍN**

**Octubre, 2016**

## **DEDICATORIA**

*A mi padre adorado José Antonio Casimiro, musa que inspira cada uno de mis pasos; protagonista eterno de mis sueños y de esta Tesis Doctoral...*

*A mi madre, Mileidy Rodríguez, soporte fundamental de mi historia de vida y de la finca Del Medio...*

*A Giraldo Jesús Martín, que con su amor infinito y su firme guía ha hecho de este recorrido investigativo un placentero paseo...*

*A mi hijo Darío Antonio y mi sobrino José Alberto, con la esperanza de inspirarles orgullo y de que crezca en ellos, el amor a la finca Del Medio y hacia todo lo que ella representa...*

*A mis hermanos, cómplices también de toda la historia y de todo el amor, que son también mis hijos y mis padres...*

*A Juan Guillermo Garcés Restrepo, mi padre colombiano, que con su amistad, buena energía y ejemplo, es un faro que ilumina y guía, y a mi lado siempre va sonriendo...*

*A las familias campesinas, laboriosas y cultas en su intercambio con la naturaleza, pilares de la resiliencia socioecológica...*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Esta Tesis Doctoral ha sido posible gracias al apoyo de muchas personas e instituciones; en especial mis agradecimientos:*

*A la Revolución Cubana, que me ha dado la oportunidad de crecer y convertirme en una profesional comprometida con mi país y los pobres del mundo...*

*A toda mi familia, por su apoyo indisoluble e inspiración para poder hacer realidad el sueño de ser Doctora en Agroecología...*

*A Giraldo, fuente infinita de ternura y sabiduría, y a su conducción pertinente en mi proceso de formación doctoral...*

*A Juancho, luchador incansable por la prosperidad de los campesinos de Colombia y del mundo, quien ha enriquecido mi carrera con sus enseñanzas, apoyo y guía...*

*A mi querido tío Irán, tan afable y seguro, dispuesto y comprometido siempre con ayudar a su pupila; su apoyo fue imprescindible en mi formación...*

*A mi Tutor Ph.D. Jesús Suárez, por sus orientaciones constantes y acertadas, a quien admiro por su infinito conocimiento y su optimismo para compartirlo...*

*A mis otros tutores, la Ph.D. Sara María Márquez, Coordinadora del Programa de Doctorado, quien siempre ha estado al tanto y dispuesta para apoyar mi eficaz formación y atender las exigencias curriculares del programa doctoral y el Ph.D. Fernando Funes Monzote, hoy devenido campesino luchador incansable por la Transición Agroecológica en Cuba...*

*Al Ph.D. Martín Santana, mi tutor espiritual, que me transmitió siempre la seguridad de la meta oportuna...*

*A la Ph.D. Marlén Navarro, quien me apoyó incondicionalmente y con muy oportunas enseñanzas prácticas y metodológicas...*

*A la Fundación de la Naturaleza y el Hombre “Antonio Núñez Jiménez” y a su Programa de Permacultura, por contribuir, en Cuba y en otras partes del mundo, a los cambios de paradigmas y al arraigo de un pensamiento y una cultura armónica, creativa y ética para el cuidado de las personas y de la naturaleza...*

*A la dirección de la Universidad de Sancti Spíritus, de la cual me siento muy honrada de pertenecer, y en especial a mis compañeros del Centro Universitario Municipal de Taguasco, quienes confiaron en mí y me apoyaron en todo el proceso investigativo...*

*A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia...*

*A la Estación Experimental “Indio Hatuey” y a su colectivo de trabajadores, que me abrieron las puertas a su centro y a sus corazones, en especial al M.Sc. Francisco González Nodarse por la ayuda prestada en el asentamiento bibliográfico y la búsqueda de literatura clave para esta investigación...*

*A la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología, que me facilitó el ingreso a mis estudios de doctorado, en especial a mis queridos profesores que tanto me inspiran, la Ph.D. Clara Nicholls, el Ph.D. Miguel Altieri y el Ph.D. Peter Rosset.*

*A la Agencia Suiza de Cooperación para el Desarrollo, quien por medio del proyecto BIOMAS-CUBA, ha contribuido con mi formación y a mis estudios de doctorado...*

*Al Ministerio de la Agricultura de Cuba y en especial al M.Sc. Eddy Soca Baldoquín, Director del Centro Nacional de Control de la Tierra, por su ayuda en la obtención de información necesaria para esta investigación...*

*A las familias campesinas de las fincas estudiadas, que me recibieron con todo cariño y honestidad...*

*A todas mis amistades y compañeros de vida profesional, quienes me alentaron y me dieron la fuerza suficiente para seguir adelante...*

## Tabla de contenido

<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>.....</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>.....</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>.....</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>.....</b>
<b>RESUMEN GENERAL.....</b>	<b>.....</b>
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>METODOLOGÍA GENERAL .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1 LA AGROECOLOGÍA: CONCEPTOS CLAVES.....	12
1.1.1 Agroecología .....	12
1.1.2 Soberanía alimentaria y resiliencia socioecológica.....	16
1.1.3 Agricultura familiar .....	25
1.1.3.1 Conceptualización de la agricultura familiar bajo el enfoque agroecológico .....	26
1.1.3.2 Importancia del desarrollo de la Agricultura Familiar Agroecológica (AFA) .....	31
1.1.3.3 La agricultura familiar en Cuba .....	33
1.2 TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA .....	42
1.2.1 Metodologías para la transición agroecológica .....	44
1.2.2 Ejemplos de transición agroecológica a diferentes escalas y contextos.....	50
1.3 HACIA UNA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA EN CUBA.....	53
1.3.1 Necesidad de la transformación.....	55
1.3.2 Perspectivas y retos.....	62
<b>CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DE LA RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA EN LA FINCA DEL MEDIO, CUBA.....</b>	<b>67</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	67
2.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	69
2.2.1 Métodos y herramientas utilizadas.....	69
2.2.2 Representatividad de la finca objeto de estudio.....	76
2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	77
2.3.1 Área de estudio.....	77
2.3.2 Períodos de transición agroecológica de la finca .....	79
2.3.3 Metodología para evaluar la resiliencia socioecológica de una finca familiar (MERS) 79	
2.3.3.1 Análisis de fiabilidad.....	93
2.3.4 Evolución en la transición agroecológica de la finca Del Medio .....	94
2.3.4.1 Período I (1995-2000).....	94
2.3.4.1.1 Inicio de la vida familiar en la finca .....	94
2.3.4.1.2 Caracterización del modelo productivo y sus resultados .....	96
2.3.4.1.3 Manejo de suelos y cultivos .....	99
2.3.4.1.4 La invención del multi-implemento agrícola de tracción animal JC21A .....	103
2.3.4.1.5 Cercas vivas .....	106

2.3.4.1.6 Abasto de agua .....	107
2.3.4.1.7 Manejo animal .....	108
2.3.4.1.8 Resiliencia socioecológica.....	109
2.3.4.2 <i>Período II (2001-2005)</i> .....	111
2.3.4.2.1 Resiliencia socioecológica.....	118
2.3.4.3 <i>Período III (2006-2015)</i> .....	118
2.3.4.3.1 Caracterización del modelo productivo y sus resultados a partir de la experimentación, innovación, validación y adopción de tecnologías y el aprovechamiento de las FRE. ....	122
2.3.4.3.2 Resiliencia socioecológica.....	127
2.3.5 <i>Bases metodológicas y lecciones aprendidas</i> .....	136
<b>CAPÍTULO III. RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA DE FINCAS FAMILIARES EN CUBA .....</b>	<b>143</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	143
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	144
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	146
3.3.1 <i>Evaluación de la resiliencia de fincas familiares en transición agroecológica</i> .....	146
3.3.1.1 Comprobación de las premisas de aplicación de los métodos multivariados .....	150
3.3.1.2 Identificación del orden de importancia de los indicadores en la explicación de la variabilidad de la resiliencia socioecológica.....	150
3.3.1.3 Clasificación de las fincas .....	152
3.3.1.4 Formación de los grupos .....	156
3.3.2 <i>Modelo de finca familiar agroecológica</i> .....	162
3.3.3 <i>La agroecología y la agricultura familiar en el ordenamiento jurídico cubano</i> .....	166
3.3.4 <i>La Agricultura Familiar como una institución</i> .....	172
<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>177</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>179</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>180</b>
<b>ANEXOS .....</b>	



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principios agroecológicos y tecnologías o procesos socioecológicos asociados para el desarrollo de fincas familiares agroecológicas. ....	14
Tabla 2. Modelo Dominante versus Modelo Agroecológico y de Soberanía Alimentaria. ....	17
Tabla 3. Conceptualización de las diferentes soberanías desde su materialización en una finca familiar. ....	20
Tabla 4. Aspectos conceptuales de la Agricultura Familiar en cuerpos legales de algunos países de la región. ....	28
Tabla 5. Agricultura “Familiar” Empresarial versus Agricultura Familiar Agroecológica. ....	41
Tabla 6. Atributos y criterios diagnósticos de un agroecosistema sustentable, según MESMIS. ....	45
Tabla 7. Algunas características de la agricultura cubana en diferentes períodos. ....	56
Tabla 8. Porcentaje de la distribución de los volúmenes de producción agropecuaria según tipo de entidad en el año 2011. ....	61
Tabla 9. Algunos lineamientos de la Política Económica del Partido y la Revolución relacionados con la temática tratada. ....	63
Tabla 10. Algunas de las medidas implementadas en el sector agropecuario cubano ..	63
Tabla 11. Aplicación del Coeficiente de Concordancia de Kendall para la valoración del criterio de expertos. ....	72
Tabla 12. Variables utilizadas para determinar la Intensidad Innovadora de la Finca. ....	75
Tabla 13. Indicadores evaluados para medir el Índice de Soberanía Alimentaria. ....	80
Tabla 14. Indicadores evaluados para medir el Índice de Soberanía Tecnológica. ....	81
Tabla 15. Indicadores evaluados para medir el Índice de Soberanía Energética. ....	82
Tabla 16. Indicadores evaluados para medir el Índice de Eficiencia Económica. ....	83
Tabla 17. Escala de medición y peso relativo de cada indicador a medir para determinar los índices correspondientes. ....	84
Tabla 18. Escala de medición y peso relativo de las variables para medir la Intensidad Innovadora de una finca familiar. ....	86
Tabla 19. Grado y denominación de la Resiliencia Socioecológica presente en una finca familiar según el índice calculado. ....	89

Tabla 20. Método de cálculo para la medición del Índice de Resiliencia Socioecológica en una finca familiar. ....	90
Tabla 21. Estadísticos de fiabilidad obtenidos a partir de la encuesta al grupo de expertos. ....	93
Tabla 22. Estadísticos totales por variable estudiada. ....	94
Tabla 23. Gastos energéticos y costos por insumos en el Período I (1995-2000), en la finca Del Medio.....	97
Tabla 24. Producciones por producto e ingresos en Período I (1995-2000), en la finca Del Medio. ....	98
Tabla 25. Comportamiento de los indicadores e índices evaluados para obtener el IRS en el Período I (1995-2000), en la finca Del Medio. ....	99
Tabla 26. Costos incurridos en la producción de 4 147 Kg de tabaco en el Período I (1995-2000) en la finca Del Medio,.....	102
Tabla 27. Gastos energéticos y costos por insumos en la finca, en el Período II (2001-2005). ....	113
Tabla 28. Producciones por productos e ingresos en la finca, en el Período II (2001-2005). ....	113
Tabla 29. Comportamiento de los indicadores e índices evaluados para obtener el IRS en la finca, Período II (2001-2005). ....	114
Tabla 30. Gastos energéticos y costos por insumos en la finca en el Período III (2006-2015). ....	120
Tabla 31. Producciones por productos e ingresos en la finca Del Medio en el Período III (2006-2015). ....	121
Tabla 32. Comportamiento de los indicadores e índices evaluados para obtener el IRS en el Período III (2006-2015). ....	122
Tabla 33. Caracterización de las tecnologías apropiadas, su uso y efectos en un año en la finca Del Medio en el Período III (2006-2015).. ....	124
Tabla 34. Producción anual de fertilizantes orgánicos y su equivalente energético y en USD en la finca Del Medio. ....	127
Tabla 35. Resumen de indicadores evaluados en la finca Del Medio para cada período durante los años 1995 a 2015. ....	129

Tabla 36. Algunos elementos del sistema y las funciones que realizan.....	137
Tabla 37. Valoración de los aportes promedio, directos e indirectos, que proporciona una vaca lechera en la finca Del Medio.....	139
Tabla 38. Fincas familiares evaluadas. ....	146
Tabla 39. Matriz de factores de preponderancia entre las componentes principales (CP) y los indicadores asociados a la resiliencia socioecológica. ....	151
Tabla 40. Eficiencia de los indicadores relacionados con la resiliencia socioecológica. ....	152
Tabla 41. Grupos formados por el análisis de conglomerados. ....	157
Tabla 42. Comportamiento de los indicadores tridimensionales en la finca Del Medio y su relación con los grupos conformados para la estimación de la RSE.....	160
Tabla 43. Modelo de finca familiar agroecológica y criterios tecnológicos y de eficiencia para el logro de altos índices de resiliencia socioecológica. ....	163
Tabla 44. Estimación del impacto de la aplicación del Modelo de Finca Familiar Agroecológica en un millón de hectáreas de tierras ociosas.....	164
Tabla 45. Algunas normas o programas que amparan el desarrollo de la Agricultura Familiar en diversos países de la región. ....	173

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general de la investigación.....	7
Figura 2. Hilo conductor del marco teórico referencial de la investigación.....	11
Figura 3. La agroecología, en su triple significación, logra responder a diez demandas sociales y ecológicas.....	12
Figura 4. Agroecología, resiliencia y los tres tipos de soberanías que deben ser impulsados en las comunidades rurales. ....	19
Figura 5. Aspectos socioculturales, políticos, tecnológicos y de eficiencia determinantes de la resiliencia socioecológica en una finca familiar. ....	21
Figura 6. Seis tipos de activos fundamentales en el enfoque Medios de Vida. ....	22
Figura 7. Sistema Socioecológico. ....	23
Figura 8. ¿Quién nos alimenta? .....	26
Figura 9. Diez características de la agricultura familiar. ....	29
Figura 10. Área en propiedad de familias campesinas, luego del triunfo de la Revolución en diferentes períodos. ....	36
Figura 11. Población rural en Cuba en el periodo 1953-2014.....	39
Figura 12. Representación esquemática de ECOFAS para convertir sistemas de producción especializados en integrados (A) y el ciclo operativo de la etapa 3 (B), a fin de identificar estrategias integradas para el desarrollo de sistemas de producción locales. ....	49
Figura 13. Tendencia de crecimiento de familias agroecológicas en los primeros 10 años de implementada la metodología CAC (1998-2009). ....	52
Figura 14. Porcentaje de la superficie agrícola por forma de propiedad en el modelo agrícola cubano.....	54
Figura 15. Causas biofísicas de la degradación de suelos en Cuba. ....	57
Figura 16. Contribución de la agricultura campesina a la producción nacional en diversos rubros. ....	60
Figura 17. Valores límites hipotéticos establecidos para cada tipo de soberanía en una comunidad agrícola. ....	70
Figura 18. Metodología Delphi. ....	71
Figura 19. Ubicación geográfica de la finca Del Medio. ....	78

Figura 20. Promedio histórico mensual (periodo 2004-2015) de precipitaciones y temperaturas en la finca Del Medio.....	78
Figura 21. Representación esquemática de la aplicación práctica de la Metodología para la Evaluación de la Resiliencia Socioecológica (MERS) de fincas familiares.....	91
Figura 22. Diagrama de los subsistemas productivos en la finca Del Medio en el Período I (1995-2000).....	95
Figura 23. Resultados de los indicadores ponderados en el primer período de estudio (1995-2000) respecto al valor considerado como muy favorable para una alta resiliencia socioecológica.....	100
Figura 24. Diagrama de los subsistemas productivos en el Período II (2001-2005)....	112
Figura 25. Resultados de los indicadores ponderados en el segundo período de estudio (2001-2005), respecto al valor considerado como muy favorable para una alta resiliencia socioecológica.....	115
Figura 26. Subsistemas productivos en la finca Del Medio, Período III (2006-2015). ...	119
Figura 27. Resultados de los indicadores ponderados en el Período III (2006-2015), respecto al valor considerado como muy favorable para una alta resiliencia socioecológica.....	128
Figura 28. Grado de asociación entre las variables Relación Costo-Beneficio y el Índice de Dependencia Externa en la finca Del Medio en el periodo 1995-2015.....	132
Figura 29. Grado de asociación entre las variables Índice de Aprovechamiento del Potencial de Fuentes Renovables de Energía (IAFRE) y la Intensidad de la fuerza de trabajo (hrs./ha/año) en la finca Del Medio en el periodo 1995-2015.....	133
Figura 30. Grado de asociación entre las variables Energía aprovechada desde los recursos de la finca (%) y la Eficiencia Energética (MJ producidos/MJ insumidos del exterior de la finca) en la finca Del Medio en el periodo 1995-2015.....	134
Figura 31. Grado de asociación entre las variables Rendimiento de la producción (t/ha/año) y el Índice de Dependencia de Insumos Externos (IDIE), en la finca Del Medio en el periodo 1995-2015. ....	135
Figura 32. Grado de asociación entre las Personas alimentadas/ha/año, por aportes de energía (Pe) y el Porcentaje de energía aprovechada desde los recursos de la finca (%) en la finca Del Medio en el periodo 1995-2015. ....	136

Figura 33. Esquema de bases metodológicas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba. ....	141
Figura 34. Representación gráfica del comportamiento de los diferentes índices para el total de fincas evaluadas. ....	148
Figura 35. Promedio de las variables con mayor preponderancia en la CP1 para cada uno de los grupos formados para la resiliencia socioecológica. ....	158
Figura 36. Promedio de las variables asociadas a la Soberanía Tecnológica (CP2), Alimentaria (CP3) y aprovechamiento de las FRE (CP4) para cada uno de los grupos formados para la resiliencia socioecológica. ....	159
Figura 37. Incremento de la producción en determinados cultivos, a partir del 2009, sector cooperativo. ....	170
Figura 38. Áreas totales cultivadas por el sector cooperativo en los principales cultivos para los últimos años. ....	171

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Integrantes del panel de expertos encuestado.....	
Anexo 2. Planilla para el diagnóstico de fincas familiares .....	
Anexo 3. Equivalencia energética utilizada para calcular los gastos en insumos directos e indirectos.....	
Anexo 4. Consumo de energía y proteína por día recomendado para la población cubana. ....	
Anexo 5. Productos de origen animal y su contenido en energía y proteína (parte consumible).....	
Anexo 6. Lista de productos vegetales y su contenido de proteína y energía (parte consumible) utilizado para los cálculos de producción de energía y proteína.....	
Anexo 7. Multi-implemento agrícola de tracción animal conocido popularmente como JC21A. ....	
Anexo 8. Sistema de arietes hidráulicos. ....	
Anexo 9. Fertirriego por gravedad.....	
Anexo 10. Molino a viento instalado en un pozo de brocal diseñado y construido en el margen del embalse de la finca.....	
Anexo 11. Biodigestores en serie para la producción de biogás y fertilizantes.....	
Anexo 12. Correlación Lineal de Pearson entre las variables estudiadas en la finca Del Medio. ....	
Anexo 13. Transformación del paisaje, momentos en años diferentes, pero en fechas iguales donde el sistema se encontró expuesto a intensas sequías.....	
Anexo 14. Elaboración de jabón con aceite de coco.....	
Anexo 15. Ilustración realizada por Chavely Casimiro Rodríguez, artista plástica y miembro de la familia de la finca Del Medio, en honor a las bondades de la vaca. ....	
Anexo 16. Tratamiento de las aguas negras y grises del baño.....	
Anexo 17. La familia colaborando en las labores de la finca.....	
Anexo 18. Familia Casimiro-Rodríguez.....	
Anexo 19. Comportamiento de los indicadores e índices evaluados para las 15 fincas (año 2015).....	
Anexo 20. Matriz de correlaciones entre los 15 indicadores en estudio.....	

Anexo 21. Gráfico de sedimentación con la representación de los autovalores de las diferentes componentes principales. ....

Anexo 22. Dendrograma resultante del análisis clúster para el agrupamiento de las 15 fincas en función de la RSE. ....



## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>AF:</b>	Agricultura Familiar.
<b>AFA:</b>	Agricultura Familiar Agroecológica.
<b>AFC</b>	Agricultura Familiar Consolidada.
<b>AFS:</b>	Agricultura Familiar de Subsistencia.
<b>AFT:</b>	Agricultura Familiar en Transición.
<b>ALBA:</b>	Alternativa Bolivariana para las Américas.
<b>ANAP:</b>	Asociación Nacional de Agricultores Pequeños, Cuba.
<b>ANPP:</b>	Asamblea Nacional del Poder Popular, Cuba.
<b>CAC:</b>	Campesino a Campesino.
<b>CIPAV:</b>	Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Colombia.
<b>CPA:</b>	Cooperativa de Producción Agropecuaria.
<b>CCS:</b>	Cooperativa de Créditos y Servicios.
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Dióxido de Carbono.
<b>CUC:</b>	Moneda libremente convertible.
<b>CUP:</b>	Pesos cubanos.
<b>DL:</b>	Decreto Ley.
<b>ECOFAS:</b>	Marco Ecológico para Evaluar la Sostenibilidad.
<b>EEco:</b>	Eficiencia económica.
<b>Ef:</b>	Índice de eficiencia.
<b>FAO:</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
<b>FP:</b>	Fitomejoramiento Participativo.
<b>ha:</b>	Hectárea.
<b>H:</b>	Horas.
<b>IAP:</b>	Investigación Acción Participativa.
<b>INCA:</b>	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba.
<b>IRS:</b>	Índice de Resiliencia Socioecológica.
<b>kWh:</b>	Kilowatts hora.
<b>Kg:</b>	Kilogramos.
<b>L:</b>	Litros.

<b>OGMs:</b>	Organismos Genéticamente Modificados.
<b>ONEI</b>	Oficina Nacional de Estadísticas e Información, Cuba.
<b>ONG's:</b>	Organizaciones no Gubernamentales.
<b>MACAC:</b>	Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino.
<b>MAELA:</b>	Movimiento Agroecológico Latinoamericano de Agroecología.
<b>MEMI:</b>	Modelo Estadístico de Medición de Impacto.
<b>MERS:</b>	Metodología de Evaluación de Resiliencia Socioecológica.
<b>MESMIS:</b>	Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad.
<b>MFP:</b>	Ministerio de Finanzas y Precios, Cuba.
<b>MINAG:</b>	Ministerio de la Agricultura, Cuba.
<b>MJ:</b>	Megajoules.
<b>PCC:</b>	Partido Comunista de Cuba.
<b>PIAL:</b>	Programa de Innovación Agropecuaria Local, Cuba.
<b>PIB:</b>	Producto Interno Bruto.
<b>R:</b>	Resolución.
<b>RSE:</b>	Resiliencia Socioecológica.
<b>SA:</b>	Soberanía Alimentaria.
<b>SE:</b>	Soberanía Energética.
<b>SSI:</b>	Sistema Silvopastoril Intensivo.
<b>ST:</b>	Soberanía Tecnológica.
<b>SOCLA:</b>	Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología.
<b>t:</b>	Tonelada.
<b>TA:</b>	Transición Agroecológica.
<b>UBPC:</b>	Unidad Básica de Producción Cooperativa.
<b>USD:</b>	Dólar de los Estados Unidos.

## RESUMEN GENERAL

En la actualidad se enfrentan crisis sociales y ecosistémicas, asociadas a los procesos de modernización desde la Revolución Verde que han impactado directamente a los sistemas de producción campesina, los cuales al tener como objetivo primario la reproducción de capital, han disociado la relación entre la agricultura y su contexto socioecológico. Esto ha generado procesos de insostenibilidad, desigualdades socioeconómicas y fuertes procesos migratorios rurales. Específicamente en Cuba, ante el desafío de transformar el modelo de agricultura actual, urge transitar hacia sistemas alimentarios menos dependientes del petróleo, de altos insumos y tecnologías caras, a la par de mejorar la resiliencia socioecológica de la agricultura familiar, como soporte fundamental para el logro de la soberanía alimentaria. En este contexto no se dispone de suficientes bases metodológicas que contribuyan a la transición agroecológica de fincas familiares enfocadas a la resiliencia socioecológica, fundamentada en la soberanía alimentaria, tecnológica y energética; que comprendan aspectos culturales, políticos y económicos de la familia campesina y la comunidad. El objetivo general de la investigación fue generar las bases metodológicas para la evaluación de la resiliencia socioecológica en fincas familiares en Cuba a través de la valorización de multicriterios en agroecosistemas campesinos. Se realizó un estudio longitudinal que comprendió un período de 20 años y el análisis en el tiempo de los fenómenos que ocurrieron en la transición agroecológica de una finca familiar representativa del sector cooperativo cubano, a través de la valorización de un conjunto de índices e indicadores ecológicos, tecnológicos y de eficiencia, las relaciones entre ellos, inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Se aplicó una encuesta a un panel de 13 expertos internacionales en agroecología para validar la metodología propuesta de medición de la resiliencia socioecológica; se realizó la validación del instrumento a través de los coeficientes de Concordancia de Kendall y Alfa de Cronbach. Se relacionaron las variables de estudio mediante el Coeficiente de Correlación de Pearson. Con esta investigación se generaron bases metodológicas que favorecen la transición agroecológica de fincas familiares en Cuba. Se obtiene por primera vez una metodología para evaluar la resiliencia socioecológica de una finca familiar y apoyar su transición agroecológica, pues permite visualizar puntos críticos en el diseño y manejo del sistema socioecológico y proyectar estrategias futuras. Se aplicó la metodología en varias fincas familiares en transición y se realizó un análisis de estadística multivariada a los resultados obtenidos, lo que permitió definir las variables que mejor explican el comportamiento de la resiliencia socioecológica en fincas familiares, validar la metodología propuesta y establecer un modelo de finca familiar agroecológica para el contexto cubano. Se estimó el impacto de la aplicación de este modelo de finca en Cuba y se visualizó la necesidad de implementar políticas públicas enfocadas en la finca familiar agroecológica a través de marcos regulatorios, programas, instrumentos de políticas diferenciadas, además de la existencia o creación de estructuras y el acompañamiento de instituciones para la asistencia técnica y la investigación.

**Palabras clave:** Bases metodológicas, agricultura familiar, transición agroecológica, soberanía alimentaria, políticas públicas, resiliencia socioecológica.

## Summary

At present social and ecosystemic crisis are faced, associated to the modernization processes from the Green Revolution which have had a direct impact on the systems of farmer production, which have dissociated the relationship between farming and its sociological context by having the capital reproduction as primary objective. This has generated unsustainable processes, socioeconomic inequalities and strong rural migratory processes. Specifically in Cuba, before the challenge of transforming the current farming model, it urges to move forward food systems less dependent on oil, high incomes and expensive technologies, along of improving the socioecological resilience of familiar farming as main support to achieve food sovereignty. In this context there are not sufficient methodological bases which contribute to the agroecological transition of familiar farms focused on the socio-ecological resilience, based on the food, technological and energetic sovereignty; that includes cultural, political and economic aspects of the farming family and the community. The general objective of this research was to generate the methodological bases to evaluate the socioecological resilience on familiar farms in Cuba through the valorization of multicriterio on farming agroecosystems. A linear study that lasted 20 years and the analysis in time of phenomena that happened during the agroecological transition of a representative familiar farm of the Cuban cooperative sector, through the valorization of a group of indexes and ecological, technological and efficiency indicators, the relationship among them, inferences regarding the change, its determiners and consequences was conducted. A survey was applied to a panel of 13 international experts in agroecology to validate the methodology proposed to measure the socioecological resilience; the validation of the instrument through the coefficient of Concordance of Kendall and Alpha of Cronbach was conducted. The variables of study were related through the Coefficient of Correlation of Pearson. With this research methodological bases that favor the agroecological transition of familiar farms in Cuba were generated. For the first time a methodology to evaluate the socioecological resilience of a familiar farm and to support its agroecological transition was obtained, because it allows to visualize the critical points on the design and management of the socioecological system and to project future strategies. The methodology was applied on several familiar farms on transition and an analysis of multivariate statistic to the obtained results was conducted, which allowed to define the variables that explain better the performance of the socioecological resilience on familiar farms, to validate the methodology proposed and to establish a model of agroecological familiar farm for the Cuban context. The impact of the application of this model of farm in Cuba was estimated and the need of implementing public policies focused on the agroecological familiar farm through the regulatory frames, programs, instruments of differentiated policies besides the existence or creation of structures and the accompaniment of institutions for the technical assistance and the research was visualized.

Keywords: Methodological Bases, family farming, agro-ecological transition, food sovereignty, public policy, socio-ecological resilience.

## INTRODUCCIÓN GENERAL

El proceso de modernización desde la Revolución Verde hasta la actualidad, ha estado caracterizado por procesos que transforman las formas de producción existentes, el productivismo basado en la intensificación, la concentración y la especialización de las producciones, la industrialización con alta demanda de capital e insumos externos y la cientifización que pone el conocimiento tradicional campesino subordinado a los dictados de la ciencia y la investigación oficiales. Por tanto, en ocasiones se generan importantes procesos de insostenibilidad, debido a la simplificación de la forma de acercarse a las funciones ecosistémicas y a la disociación entre la agricultura y su contexto socioecológico; sin dejar de mencionar los impactos causados al medio ambiente y a la sociedad como consecuencia de la reproducción del capital, como objetivo primario. (Sevilla *et al.*, 2006; van der Ploeg, 2010; López, 2014; Ikerd, 2016).

La separación de los procesos económicos de los ciclos ecológicos ha conllevado al agotamiento de los recursos naturales y a las crisis ecosistémicas, también ajenas a los ciclos de reproducción de las sociedades campesinas y a su función de mantener y reproducir la agricultura familiar, lo que ha generado desigualdades socioeconómicas, siendo esta una de las causas fundamentales de los fuertes procesos migratorios rurales actuales (López, 2014; Nicholls *et al.*, 2016).

La agricultura cubana, desde sus inicios, se caracterizó por el monocultivo, la dependencia de mercados de exportación y la sobreexplotación de los recursos naturales. Este modelo, intensificado con la Revolución Verde y la agricultura convencional, con el consiguiente incremento de la dependencia externa, ha causado impactos negativos sobre los suelos, la biodiversidad y los bosques, así como deforestación extensiva, altos costos de producción, entre otros (Funes, 2013; CPP, 2014; García *et al.*, 2014).

Esta agricultura ha mostrado bajos niveles de autosuficiencia, ineficiencia en el uso de la energía, el desplazamiento y pérdida de los valores y tradiciones vinculadas a la vida familiar en el campo y a la producción agropecuaria (Funes-Monzote, 2009a) sin que el país haya logrado autoabastecerse de alimentos producidos en territorio nacional, desde que fuera colonia española hasta la actualidad (Casimiro, 2014).

En pleno auge de la Revolución Verde en Cuba (décadas de los 70 y 80 del siglo XX), la agricultura en el país se caracterizó por la introducción masiva de tractores, cosechadoras, sistemas de riego de agua a gran escala, semillas híbridas y un énfasis renovado en las grandes extensiones de monocultivo. Además, se importaba el 48% de los fertilizantes químicos y el 82% de los plaguicidas. Mientras que, muchos de los componentes de los fertilizantes agrícolas formulados en el país también procedían del exterior y las importaciones directas de alimentos representaban aproximadamente el 57% del total de las calorías de la dieta de las familias cubanas (Machín *et al.*, 2010). (Machín *et al.*, 2010).

En 1989, el 78% de la superficie cultivada se encontraba en manos del Estado, el 10% pertenecía a las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA<sup>1</sup>) y el 12% restante a las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS<sup>2</sup>) y a los campesinos individuales, estos últimos mantuvieron prácticas agrícolas tradicionales y demostraron una mayor conservación de sus sistemas agrícolas (Machín *et al.*, 2010).

Ante el colapso del socialismo en la URSS y en los países de Europa del Este, Cuba sufrió la pérdida de los principales mercados con que mantenía relaciones comerciales en los últimos 30 años, la capacidad de importación se redujo de 8 100 millones USD (dólar de los Estados Unidos) en 1989 a 1 700 millones USD en 1993, lo que representó un decrecimiento del 80% (Funes y Funes-Monzote, 2001). Todo lo cual provocó una inmediata caída de la producción, más acentuada en las grandes empresas agrícolas y pecuarias, y demostró la vulnerabilidad del sistema de altos insumos en la agricultura cubana (Machín *et al.*, 2010).

Los campesinos con producciones a pequeña y mediana escala, más tendientes al manejo de los recursos naturales y menos dependientes, fueron capaces de sobreponerse de manera más rápida (Funes y Funes-Monzote, 2001; García *et al.*, 2014; Ríos, 2015); la conformación de sus sistemas, por lo general diversificados, y la persistencia de prácticas agroecológicas, fueron circunstancias que posibilitaron resistir

---

<sup>1</sup> CPA: Cooperativa de Producción Agropecuaria, cuyo patrimonio está constituido con la tierra y otros bienes aportados por campesinos, las decisiones se toman por la mayoría de los socios en Asamblea General.

<sup>2</sup> CCS: Cooperativa de Créditos y Servicios. Cooperativa conformada por fincas de pequeños agricultores que mantienen la propiedad sobre sus fincas y deciden sobre ella; la cooperativa se fundamenta para la colaboración y la gestión de créditos y servicios.

el impacto del “Período Especial” y garantizar un crecimiento en la producción para amortiguar el golpe de la crisis alimentaria y favorecer el avance del Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino (MACAC) a partir de 1997, con el que Cuba llegó a más de 100 mil familias campesinas en diez años (Machín *et al.*, 2010).

El empleo de métodos agroecológicos y la diversificación en las explotaciones agrícolas campesinas en Cuba, producen muchos más alimentos por hectárea que cualquier otra explotación comercial de la agricultura industrial y las familias de agricultores generan más del 65% de los alimentos que se producen en el país (Rosset *et al.*, 2011). Sin embargo, persiste el interés en los sistemas de altos insumos externos con paquetes tecnológicos costosos para lograr un supuesto incremento de la producción de alimentos y la disminución así de sus importaciones, manteniéndose los agroecosistemas, de esta forma, dependientes e ineficientes energéticamente (Altieri y Funes-Monzote, 2012) y provocando altos costos medioambientales.

Rosset *et al.* (2011) plantean que ante una mayor disponibilidad de agroquímicos en el sector agrícola estatal, a partir de los acuerdos con Venezuela y otros países, el sector campesino es el que menos uso ha realizado de estos, sin embargo es el de mayor productividad y el que menos ha sufrido los impactos por las fluctuaciones de su disponibilidad.

Aún persisten instrumentadas políticas agrarias que tienden a considerar el enfoque convencional como la forma más viable de recuperar la fertilidad de los suelos, el control de plagas e incrementar la productividad en la agricultura. De este modo los sistemas de bajos insumos reciben menos apoyo de las estructuras administrativas (Funes-Monzote, 2009a, García *et al.*, 2014), lo que conduce a que el país continúe con la importación de una gran cantidad de insumos y con alta dependencia del mercado exterior.

La gestión agraria en Cuba se ha caracterizado por no mantenerse sobre una cultura de sustentabilidad. El uso de indicadores se limita a los convencionales sectoriales enfocados unilateralmente a la evaluación del cumplimiento de los planes productivos, los rendimientos de las cosechas, la producción animal y los indicadores económicos clásicos (Socorro y Ojeda, 2005).

Millones de dólares se invierten en sistemas y maquinarias de la agricultura industrial considerándose el incremento de la producción a corto plazo, pero sin valorar los costos

en que incurrirían estos sistemas en el largo plazo. Paralelamente, pocos recursos se dedican a tecnologías de bajos insumos que apoyarían a un alto porcentaje de las tierras, las cuales se encuentran en manos de campesinos privados y cooperativas. Todo lo cual provoca que el potencial agroecológico del sector de pequeñas y medianas fincas no sea aprovechado en toda su magnitud (Altieri, 2009).

A todo esto se añade que muchos campesinos cubanos, al no disponer de bases metodológicas multicriterios para el desarrollo de sus fincas sobre bases agroecológicas, sustituyen insumos debido a las necesidades, pero prefieren emplear agroquímicos cuando estos están disponibles, a pesar de que reconocen sus efectos negativos en la salud y en su economía (Wright, 2005; Funes-Monzote, 2009a).

Estos y otros factores indican que en Cuba se hace necesario solucionar la problemática relacionada con la importación de más de 2 000 millones de dólares anuales en alimentos (García *et al.*, 2014), mitigar la incidencia cada vez más frecuente de desastres naturales y desequilibrios en los agroecosistemas, detener la degradación de los suelos que afecta a más del 76% de la superficie agrícola cubana (CPP, 2014), disminuir los efectos dañinos de los agroquímicos a la salud humana y que incrementan los costos de los productos agrícolas, para así poder enfrentar mejor las condiciones adicionalmente difíciles de la economía y la agricultura a partir del bloqueo económico y comercial implantado por los Estados Unidos (Machín *et al.*, 2010; CPP, 2014; García *et al.*, 2014). Todo lo anterior presupone la necesidad de un cambio del modelo agrícola actual en aras del logro de la resiliencia socioecológica.

Investigaciones en varios países y en Cuba demuestran que las pequeñas y medianas fincas familiares son mucho más productivas que las grandes fincas, si se considera la producción total en vez de los rendimientos de cada cultivo o especie animal (Toledo, 2002; Pretty, 2008; Altieri, 2009; De Schutter, 2010; Machín *et al.*, 2010; Funes-Monzote *et al.*, 2011; Ikerd, 2016); pues en sus fincas integrales se producen granos, frutas, vegetales, forraje y productos de origen animal, que aportan rendimientos adicionales a aquellos que se producen en sistemas de monocultivo (Altieri, 2009).

Ante los nuevos retos de la agricultura cubana, las fincas familiares contribuyen con innovaciones locales que permiten dar respuestas a las difíciles situaciones que se enfrentan en el día a día. De ahí la importancia de la identificación de faros exitosos



construidos a base de prácticas novedosas y su difusión a otros lugares y agricultores familiares para articularlos en procesos que favorezcan la soberanía alimentaria (van der Ploeg, 2013).

El concepto de soberanía alimentaria debiera transformarse en política agraria clave. Para ello la producción campesina de alimentos a través de sistemas con alto grado de integración agroecológica es una opción eficaz, pues, comparada con el costo de los insumos importados y la inestabilidad de los índices productivos de la agricultura convencional, es más fructífera, estable, resistente a los embates económicos y climáticos, no atenta contra la salud humana ni el medio ambiente, sino que produce alimentos sanos, en armonía con la naturaleza (Pretty, 2008; Machín *et al.*, 2010; De Schutter, 2010).

De acuerdo con Altieri *et al.* (2012) y Sarandón *et al.* (2014) es necesario aplicar metodologías y criterios de evaluación novedosos, que se traduzcan en análisis objetivos y cuantificables, que permitan detectar los aspectos críticos que impiden el logro de la resiliencia en sistemas agropecuarios, y sugerir medidas correctivas para superarlos.

Además, es preciso desarrollar un enfoque más integrador de la agroecología para conectar las diversas líneas de investigación, extensión y formación, las cuales en la actualidad funcionan de forma aislada, en lugar de generar conocimientos específicos sobre algunas limitantes (plagas agrícolas, deficiencias de nutrientes, entre otros), debiéndose generar bases metodológicas que conecten los diferentes niveles del conocimiento al nivel del agroecosistema completo (van der Ploeg *et al.*, 2009; Altieri y Funes-Monzote, 2012) y de su entorno sociocultural y político, que incidan en la resiliencia socioecológica.

Lo anteriormente expuesto fundamenta la situación problemática que se enfrentó con la investigación; en este contexto el **problema científico** a resolver, y a cuya solución contribuye la presente Tesis Doctoral, es:

En el contexto agrícola cubano no se dispone de suficientes bases metodológicas que contribuyan a la transición agroecológica de fincas familiares enfocadas a la resiliencia socioecológica, fundamentada en la soberanía alimentaria, tecnológica y energética; que comprendan aspectos culturales, políticos y económicos de la familia campesina y la comunidad.

En correspondencia con el problema científico planteado, se elaboró la siguiente hipótesis general de la investigación:

La generación de bases metodológicas para la transición agroecológica de fincas familiares en el contexto agrícola cubano, a partir del proceso de experimentación e innovación continua de la finca Del Medio, contribuirá a favorecer la resiliencia socioecológica, fundamentada en la soberanía alimentaria, tecnológica y energética, así como los aspectos socioculturales, políticos y económicos de la familia campesina y la comunidad.

Para dar respuesta a la hipótesis de trabajo planteada, se trazaron los objetivos siguientes:

**Objetivo general:**

Generar las bases metodológicas para la evaluación de la resiliencia socioecológica en fincas familiares en Cuba a través de la valorización de multicriterios en agroecosistemas campesinos.

**Objetivos específicos:**

1. Construir el marco teórico-referencial de la investigación bajo el enfoque agroecológico para la transición y resiliencia socioecológica en la agricultura familiar cubana.
2. Construir una metodología multicriterios para la evaluación de la resiliencia y transición agroecológica de fincas familiares en Cuba, mediante la valorización de criterios ecológicos, tecnológicos, de eficiencia, socioculturales, políticos y económicos de la familia campesina y la comunidad, a través de un estudio longitudinal durante el periodo 1995-2015 en la finca Del Medio.
3. Estimar el impacto y la eficiencia de la aplicación del modelo de finca familiar agroecológica en la soberanía alimentaria de Cuba, a partir de la evaluación de 16 fincas familiares cubanas en transición agroecológica, complementado con un análisis jurídico en torno a la agricultura familiar agroecológica en el país.

## METODOLOGÍA GENERAL

Para cumplir los objetivos de trabajo, se estructuró el presente documento de Tesis en tres capítulos (figura 1).

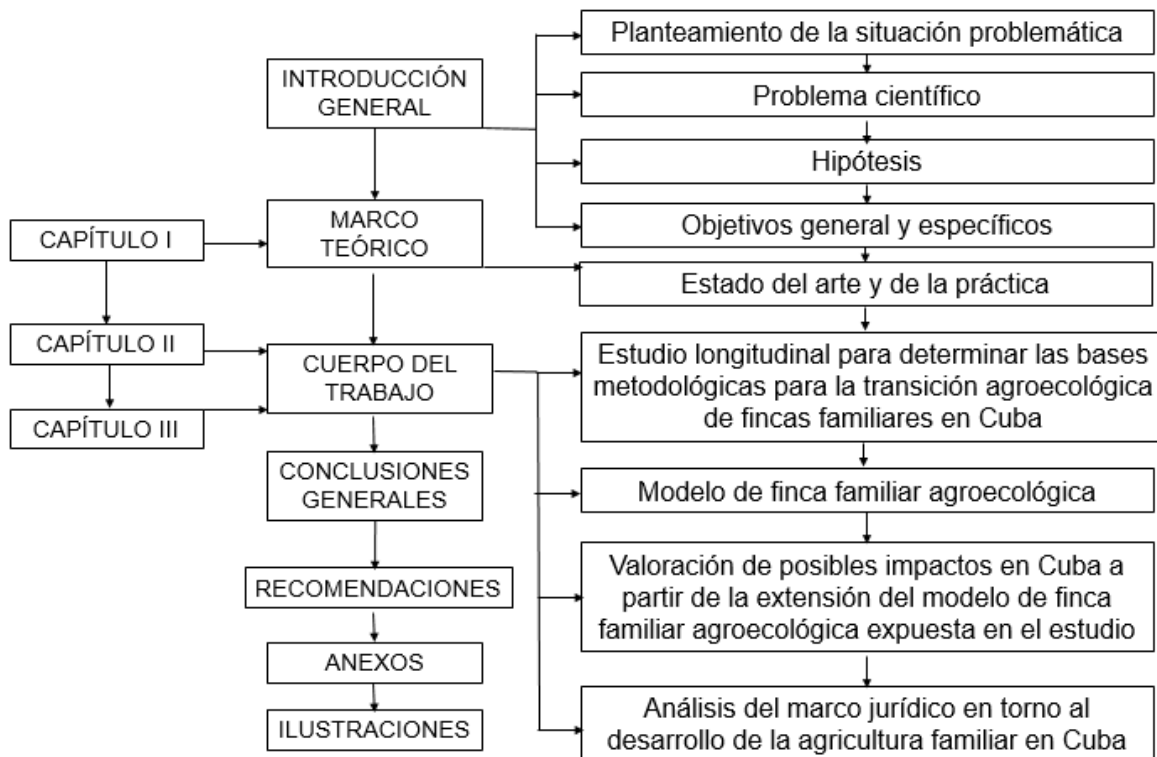


Figura 1. Esquema general de la investigación.

El Capítulo I, consiste en un análisis bibliográfico centrado en el contenido de la agroecología y los conceptos básicos que esta abarca en el marco de la agricultura familiar, además permite sentar las bases para el diseño, comprensión y análisis del Capítulo II, que se enfoca en la construcción del esquema metodológico de transición agroecológica para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba, donde se incluyen, por primera vez, elementos con un tratamiento individualizado para la agricultura familiar en el país, integrando los diferentes enfoques socioeconómico, ambiental e institucional.

Se determinaron principios que pueden ser universales y extrapolables al resto de fincas familiares en Cuba, a partir del estudio y evolución de un conjunto de variables, las relaciones entre ellas, y el análisis en el tiempo de los fenómenos que ocurrieron en la transición agroecológica de la finca Del Medio en el periodo 1995-2015 (Capítulo II),

donde se recolectaron datos en determinados momentos y se realizaron inferencias respecto al cambio, sus causas y consecuencias.

Lo anterior fue una contribución básica al Capítulo III, en el cual se evaluaron y analizaron, con la metodología propuesta y validada en el segundo capítulo, 15 fincas familiares en transición, que aportaron, de conjunto con los resultados obtenidos en la finca Del Medio, elementos para la construcción de un modelo de finca familiar agroecológica.

Se estimó el impacto que puede representar la aplicación de este modelo en Cuba y se realizó conjuntamente una revisión del ordenamiento jurídico en materia de Derecho Agrario, para visualizar los espacios vacíos o normas en blanco que posibilitan concebir la necesidad de crear o reforzar una institucionalidad focalizada en la finca familiar cubana a través de marcos regulatorios, leyes, programas específicos, instrumentos de políticas diferenciadas, además de estructuras e instituciones de asistencia técnica, investigación y financiamiento.

Las particularidades metodológicas del estudio investigativo (Rodríguez *et al.*, 1996; Hernández *et al.*, 2014) desarrollado en la presente Tesis Doctoral se describen a continuación.

- Observacional: según el criterio del investigador, debido a que no se presenta intervención en las unidades de estudio y, por tanto, no las modifica.
- Longitudinal: según el número de mediciones realizadas, ya que mide las variables en un espacio de tiempo, en este caso se evaluaron tres momentos correspondientes al periodo 1995-2015 en la finca Del Medio y el año 2015 para el resto de las fincas.
- Analítico: según la finalidad de la investigación, debido a que se evalúa la relación entre las variables; además, se analiza la evolución de la concepción de bases metodológicas para la transición agroecológica de fincas familiares, obteniéndose información sobre diversos conceptos e indicadores, así como la descripción de sus efectos y las dimensiones del contexto.
- Exploratorio: según los niveles de la investigación, ya que se evalúan en Cuba, los fenómenos relacionados con la insuficiencia de bases metodológicas específicas para la transición agroecológica de fincas familiares, por lo tanto, la investigación se insertó en el desarrollo de estas para contribuir, con la resiliencia socioecológica, así

como con la necesaria re-conceptualización e introducción de indicadores que permitan un abordaje integrador de la agroecología familiar en el país.

- Relacional: debido a que se abordan las interrelaciones existentes entre variables estudiadas en cada período y sus efectos e impactos; valorando el grado de asociación entre cada una de ellas.

Los métodos y técnicas empleados para el proceso de la investigación, se describen a continuación:

- Encuestas a grupo de expertos, agricultores, directivos, especialistas e investigadores vinculados con la agricultura familiar en el país (Sánchez *et al.*, 2012).
- Diagramas de subsistemas presentes en la finca, para expresar secuencias de procesos y actividades, así como interacciones diversas (Medina *et al.*, 2011).
- Metodología Delphi para validar en panel de expertos los indicadores y la metodología propuestos (Horrillo *et al.*, 2016).
- Coeficiente de Concordancia de Kendall para la validación del criterio de los expertos (Medina *et al.*, 2011).
- Triángulo de Füller para determinar los pesos específicos de cada variable utilizada (Medina *et al.*, 2011).

En el Capítulo II el procedimiento estadístico se basó en establecer el grado de asociación entre las variables de estudio mediante la determinación del Coeficiente de Correlación de Pearson (Pearson, 1900), índice que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente. Se elaboró y aplicó una encuesta (15 preguntas) a un grupo de expertos (13) con el fin de validar la metodología utilizada para medir la resiliencia socioecológica de una finca familiar y los indicadores empleados, estructurándose las respuestas con el uso de la escala de Likert (Medina *et al.*, 2011); la validación del instrumento se ejecutó mediante análisis de confiabilidad (González, 2008) a través de la determinación del Coeficiente Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951), como indicador que mide la consistencia interna de la metodológica propuesta.

En el tercer capítulo, para el análisis integral de los resultados de las encuestas en 15 fincas (indicadores relacionados con la estimación de la resiliencia), se utilizó el modelo estadístico propuesto por Torres *et al.* (2008) según el cual se desarrollaron los pasos siguientes:

- Con los datos obtenidos de los indicadores en las 15 fincas se construyó la matriz de datos a procesar.
- Comprobación de las premisas de aplicación de los métodos multivariados, a través de la utilización de la matriz de correlación.
- Identificación y selección del orden de importancia de las variables en la explicación de la variabilidad de la resiliencia socioecológica.
- Clasificación de las fincas según los indicadores relacionados con la resiliencia socioecológica, sobre la base de los criterios siguientes:
  - Índice de eficiencia.
  - Formación de los grupos.

Los resultados que se obtuvieron al desarrollar los cuatro pasos anteriores permitieron definir tres grupos de fincas en función de la estimación de la resiliencia socioecológica: comportamiento bajo, medio y aceptable.

Para todos los casos el procesamiento estadístico de los datos obtenidos se efectuó mediante la utilización del paquete estadístico SPSS Versión 22 para Windows (IBM, 2013).

## Capítulo I. Marco Teórico-Referencial de la investigación

La revisión de la literatura y de otras fuentes de información que se muestran en este Capítulo, resumen el proceso de construcción del Marco Teórico-Referencial de esta investigación y se organiza de forma tal que permite el análisis del "estado del conocimiento y de la práctica" en la temática objeto de estudio. La figura 2 muestra el hilo conductor que posibilita sentar las bases metodológicas teóricas y prácticas, además de reconceptualizar y contextualizar las principales definiciones, enfoques y tendencias en el área del conocimiento tratada.



Figura 2. Hilo conductor del marco teórico referencial de la investigación.

## 1.1 LA AGROECOLOGÍA: CONCEPTOS CLAVES

### 1.1.1 Agroecología

La agroecología es un proceso de innovación en conocimientos y tecnologías que se construyen en constante reciprocidad con movimientos sociales y procesos políticos, por tanto, es reconocido su carácter tridimensional como ciencia, práctica y movimiento social (Wezel y Soldat, 2009; Wezel *et al.*, 2009; León, 2010; Altieri y Toledo, 2011; Toledo, 2012; Caporal, 2013; González de Molina y Caporal, 2013) (figura 3).

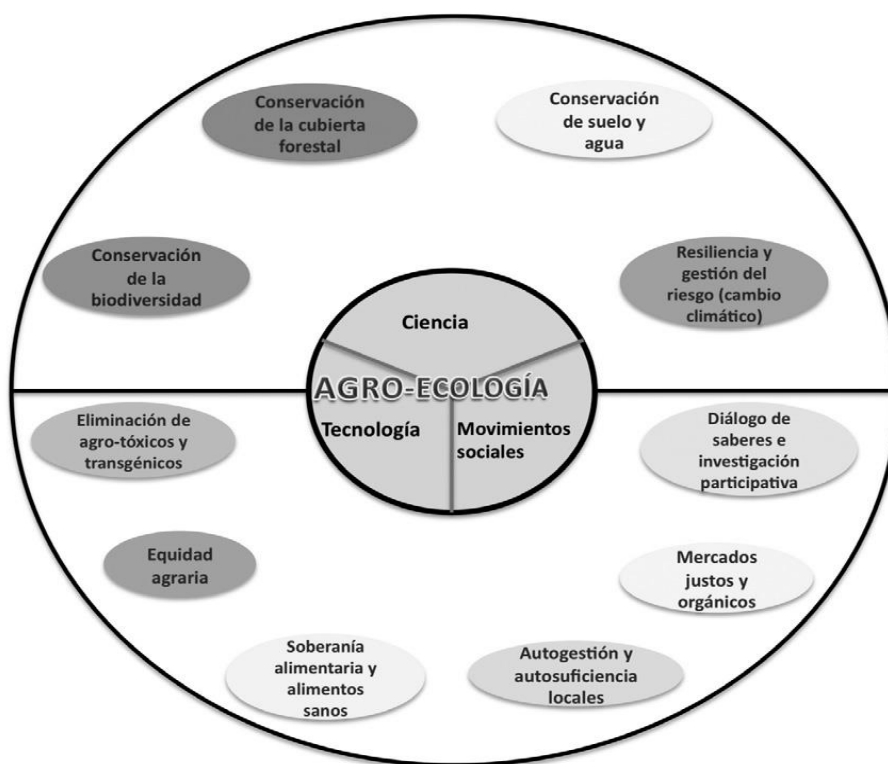


Figura 3. La agroecología, en su triple significación, logra responder a diez demandas sociales y ecológicas. Fuente: Toledo (2012).

Como ciencia, la agroecología se basa en *“la aplicación de las ciencias agronómicas y ecológicas al estudio, diseño y manejo de agroecosistemas sustentables”*, culturalmente sensibles y socioeconómicamente viables, lo que conlleva a un análisis y rediseño para el manejo de la diversificación agropecuaria, promoviendo positivamente interacciones y sinergias entre todos sus componentes y la dinámica compleja de los procesos socioecológicos, la restauración y conservación de la fertilidad del suelo, el



mantenimiento de la productividad y la eficiencia y autosuficiencia en el largo plazo (Altieri, 2002a; van der Ploeg *et al.*, 2009; Altieri, 2010; Nicholls *et al.*, 2016). Para ello se fundamenta en principios básicos agroecológicos que pueden tomar diversas formas tecnológicas o prácticas, de acuerdo al contexto histórico de una finca, y tener diferentes efectos sobre la productividad o resiliencia de esta, dependiendo del entorno local, ambiental y la disponibilidad de recursos (Altieri *et al.*, 1999; Altieri, 2010; Nicholls *et al.*, 2016).

Estos principios, abordados por Gliessman (1998); Altieri, (2002b; 2009) y Altieri y Nicholls (2013), se fundamentan principalmente en procesos ecológicos, sin embargo, es de vital importancia el complemento social asociado a ello, como garantía real del desarrollo de fincas familiares agroecológicas y la continuidad de una cultura que se puede adquirir, mantener y enriquecer en ellas. Es por ello, que se hace necesario el análisis de estos principios y otros referidos a la viabilidad económica y justicia social en el fortalecimiento de familias campesinas (tabla 1).

Las diferentes prácticas tienen un carácter preventivo y multipropósito, dando paso a diversos mecanismos que refuerzan la inmunidad del agroecosistema y responden a varios principios a la vez (Altieri, 2002b). Debido a la dependencia mínima de agroquímicos, combustibles fósiles y subsidios de energía, enfatizando en sistemas agrícolas complejos que subsidien su propia fertilidad y productividad (Altieri, 2010; Rosset y Martínez, 2013), la agroecología se perfila como la opción más viable para la producción agropecuaria, ante las actuales limitaciones energéticas, climatológicas y financieras (Altieri y Nicholls, 2010), apostando a las capacidades del pequeño agricultor y al conocimiento campesino.

No obstante, el diseño y manejo agroecológico no se logran mediante la simple implementación de una serie de prácticas (rotación de cultivos, aplicación de compost, cultivos de cobertura, lombricultura u otras), sino por su correcta aplicación considerando los principios de la agroecología para lograr efectos diferentes sobre la productividad, estabilidad y resiliencia de los sistemas agrícolas (Nicholls *et al.*, 2016).

Tabla 1. Principios agroecológicos y tecnologías o procesos socioecológicos asociados para el desarrollo de fincas familiares agroecológicas.

Principios Agroecológicos	Tecnologías o procesos socioecológicos asociados al desarrollo de fincas familiares
Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad y balances del flujo de nutrientes (Gliessman, 1998; Altieri, 2002b; 2009; 2010; Altieri y Nicholls 2013).	No generar desechos, cierre de ciclos, aprovechamiento de oportunidades, fomento de la biodiversidad debajo del suelo y tratamiento de residuales. Proceso de capacitación, sensibilización, acción participativa y gestión del conocimiento por parte de familias campesinas y actores implicados en el desarrollo de la agroecología familiar (para todos los principios).
Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética en tiempo y en espacio (Gliessman, 1998; Altieri, 2002b; 2009; 2010; Altieri y Nicholls 2013).	Policultivos, rotaciones, integración ganadería-agricultura, máxima biodiversidad posible y fomento de la diversidad funcional.
Optimización del flujo de nutrientes y agua (Gliessman, 1998; Altieri, 2002b; 2009; 2010; Altieri y Nicholls 2013).	Producción de abonos orgánicos a partir de los residuos de cosecha o excretas de animales, zanjas de infiltración, barreras de contención, cosechas de agua, laboreo mínimo, surcos en contorno, integración de cultivos y crías animales.
Provisión de condiciones edáficas óptimas para el crecimiento de cultivos, manejando materia orgánica y estimulando la biología del suelo (Gliessman, 1998; Altieri, 2002b; 2009; 2010; Altieri y Nicholls 2013).	Adición de abonos orgánicos, coberturas, abonos verdes, incorporación de Mulch, riego óptimo, uso de insumos biológicos.
Minimización de pérdidas por insectos, patógenos y malezas mediante medidas preventivas y estímulo de fauna benéfica, antagonistas, alelopatía, etcétera. (Gliessman, 1998; Altieri, 2002b; 2009; 2010; Altieri y Nicholls 2013).	Coberturas, barreras de contención, terrazas, cortinas rompe-vientos, estímulo de fauna benéfica, cierre de ciclos.
Explotación de sinergias que emergen de interacciones planta-planta, plantas-animales y animales-animales (Gliessman, 1998; Altieri, 2002b; 2009; 2010; Altieri y Nicholls 2013).	Policultivos y rotaciones, incorporación de árboles frutales o forestales, incorporación de animales, uso de las fuentes renovables de energía. Cada elemento realizando varias funciones y cada función soportada por varios elementos (Cruz y Cabrera, 2015).
Viabilidad económica	Uso de las fuentes renovables de energía y las tecnologías apropiadas para lograr la máxima eficiencia posible; independencia del mercado de insumos externos; innovación, experimentación campesina y diálogo de saberes; utilización óptima de los recursos disponibles. Precios de las producciones familiares ajustadas a los costos de producción. Desarrollo de razas rústicas y cultivos adaptados al entorno y posibilidades locales, conservación de las semillas autóctonas o adaptadas, ajuste a las preferencias de la familia y al mercado de consumidores locales. Máximo valor agregado a las producciones. Articulación de canales cortos de comercialización de las producciones familiares agroecológicas y políticas de mercado que las favorezcan.
Justicia social	Articulación local, políticas públicas de fomento y apoyo, institucionalización de la agricultura familiar, mercados justos, economía solidaria, consumidores conscientes de la importancia del consumo de alimentos sanos y el desarrollo de la agricultura familiar, valorización de la calidad de los productos agroecológicos, "denominación de origen familiar", certificación popular, reconocimiento social de la ética de la agroecología.

En las condiciones de Cuba se nombran como agroecológicos a algunos sistemas familiares u otros porque practican en una o dos hectáreas (ha) técnicas agroecológicas, mientras que en el resto se usan inapropiadamente formas de cultivo o se aplican paquetes tecnológicos agresivos a los suelos, el agua y biodiversidad circundante, con un impacto negativo que en ocasiones se multiplica y se enmascara con este concepto. Esta es la situación actual y que contribuye a una distorsión de lo que es el diseño y manejo agroecológico y las importantes razones que se tienen para aplicarlo (Cruz, 2007; Ceballo y Giraldez, 2015).

De ahí la importancia de comprender el concepto de Finca Familiar Agroecológica, a la cual puede llegarse mediante un proceso de transformación paulatina y permanente con el apoyo de políticas públicas de fomento.

La Finca Familiar Agroecológica es aquella en la que vive la familia campesina, utiliza fundamentalmente la mano de obra familiar, las fuentes renovables de energía, los recursos locales y garantiza el diseño y manejo agroecológico sin el uso de productos químicos, produciendo así, la mayor cantidad de alimentos e ingresos para su desarrollo, fortaleciendo entre generaciones la cultura agroecológica específica de ese espacio predial; está insertada en la dinámica de desarrollo del paisaje y de su comunidad y es soberana en la alimentación, en el uso de la energía y la tecnología.

En la agricultura familiar, la lógica del enfoque agroecológico se basa en los procesos sociales basados en la participación de la comunidad pues sus características la hacen especialmente compatible con el desarrollo local endógeno de familias de agricultores. Debido a que proporciona metodologías que se ajustan a las necesidades y circunstancias de comunidades campesinas específicas, estas requieren un alto nivel de participación popular. Estas metodologías son culturalmente viables, pues se construyen a partir del conocimiento tradicional combinándolo con los elementos de la ciencia agrícola moderna y el “diálogo de saberes” y pretenden identificar elementos de manejo que conllevan a la optimización de las fincas y a minimizar los costos de producción al aumentar la eficiencia en el uso de los recursos locales (Altieri, 2010; Altieri y Toledo, 2011).

La agroecología y sus procesos de generación de conocimiento teórico y práctico van alineados a los movimientos sociales, en este sentido, se destacan la Sociedad Científica

Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), el Movimiento Agroecológico Latinoamericano (MAELA), la Vía Campesina y diversas ONG's; todos los cuales promueven la transición agroecológica (TA) y juegan un papel clave en la difusión de conocimientos, innovaciones e ideas (Altieri y Toledo, 2011).

Altieri y Toledo (2011) exponen que las nuevas propuestas científicas y tecnológicas de la agroecología son cada vez más aplicadas por un número importante de campesinos, ONG's, gobiernos e instituciones académicas, lo que está permitiendo logros trascendentes en temas como la soberanía alimentaria y el empoderamiento de organizaciones y movimientos campesinos, abriendo nuevas trayectorias políticas para el entorno rural de Latinoamérica y conformando una alternativa totalmente opuesta a las políticas neoliberales basadas en la agroindustria y en las agroexportaciones (tabla 2).

### **1.1.2 Soberanía alimentaria y resiliencia socioecológica**

*"(...) la única riqueza inacabable de un país, consiste en igualar su producción agrícola a su consumo"*

*José Martí<sup>3</sup>*

La Soberanía Alimentaria (SA) es un concepto que fue desarrollado por la Vía Campesina y llevado al debate público en ocasión de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación celebrado en Roma en el 1996, desde entonces ha sido tema de debate agrario internacional.

---

<sup>3</sup> *"Siempre produce y fructifica la generosa madre tierra, la tierra nunca decae, ni niega sus frutos, ni resiste el arado, ni padece: la única riqueza inacabable de un país, consiste en igualar su producción agrícola a su consumo. La tierra continuará abriéndose en frutos. Esta es la previsión sensata, fundada en un equilibrio inquebrantable".* José Martí Pérez. Escenas Latinoamericanas (ed) Linkgua. ISBN 9788498978759. Pág. 255.

Tabla 2. Modelo Dominante versus Modelo Agroecológico y de Soberanía Alimentaria.

<b>Tema</b>	<b>Modelo Dominante</b>	<b>Modelo Agroecológico y de Soberanía Alimentaria</b>
Comercio	Libre comercio para todo.	Alimentos y agricultura fuera de los acuerdos comerciales.
Prioridad productiva	Agroexportaciones.	Alimentos para mercados locales.
Precios de los cultivos	“Lo que el mercado dicte”	Precios justos que cubren los costos de producción.
Acceso a los mercados	Acceso a los mercados externos.	Acceso a mercados locales; evitar el desplazamiento de los agricultores de sus propios mercados.
Subsidios	Mientras se trata de prohibirlos en el Tercer Mundo, están permitidos en EE.UU. y Europa, pero se pagan sólo a los agricultores más grandes.	Los subsidios que no perjudican a otros países (vía dumping) son aceptables.
Alimentos	Principalmente una mercancía, lo que significa alimentos procesados, con grasas, azúcar, jarabe de alta fructosa de maíz, y residuos tóxicos.	Un derecho humano: deben ser saludables, nutritivos, asequibles, culturalmente apropiados y producidos localmente.
Producir	Una opción para los más eficientes.	Un derecho de los pueblos rurales.
Hambre	Debido a la baja productividad.	Un problema de acceso y distribución; debido a la pobreza y a la desigualdad.
Seguridad alimentaria	Se logra importando alimentos desde donde son más baratos.	Mayor cuando la producción de alimentos está en manos de campesinos y cuando los alimentos se producen localmente.
Control sobre los recursos productivos	Privatizado.	Local; controlado por la comunidad.
Acceso a la tierra	A través de los mercados.	A través de una reforma agraria genuina.
Semillas	Una mercancía patentable.	Una herencia común de los pueblos, al servicio de la humanidad.
Crédito e inversiones rurales	Del sector privado.	Del sector público, dirigidos a la agricultura familiar.
Dumping	No es un problema.	Debe prohibirse.
Monopolio	No es un problema.	La raíz de la mayor parte de los problemas: deben ser prohibidos.
Organismos Genéticamente Modificados (OGMs)	La onda del futuro.	Peligrosos para la salud y el medio ambiente; deben ser prohibidos.
Tecnología agropecuaria	Industrial, monocultivo, requiere muchos agrotóxicos; usa OGMs.	Métodos agroecológicos y sustentables.
Agricultores	Anacronismos; el ineficiente desaparecerá.	Guardianes de la biodiversidad de cultivos, administradores de los recursos naturales productivos; depositarios del conocimiento; el mercado interno y la base para un desarrollo amplio, incluyente y con equidad.

Fuente: Rosset (2003; 2007).

En la Declaración Final del Foro Mundial sobre Soberanía Alimentaria, realizado en la Habana, Cuba, en Septiembre del 2001, la SA se expuso como: “...*el derecho de cada pueblo a definir sus propias políticas agropecuarias y en materia de alimentación, a proteger y reglamentar la producción agropecuaria nacional y el mercado doméstico a fin de alcanzar metas de desarrollo sustentable, a decidir en qué medida quieren ser auto-suficientes, a impedir que sus mercados se vean inundados por productos excedentarios de otros países que los vuelcan al mercado internacional mediante la práctica del ‘dumping’... La soberanía alimentaria no niega el comercio internacional, más bien defiende la opción de formular aquellas políticas y prácticas comerciales que mejor sirvan a los derechos de la población a disponer de métodos y productos alimentarios inocuos, nutritivos y ecológicamente sustentables*” (FMSA, 2001; Rosset, 2003; 2007).

En el citado evento la defensa de este derecho se expuso sobre la base de una agricultura con campesinos vinculada al territorio sobre bases agroecológicas, prioritariamente orientada a la satisfacción de las necesidades de los mercados locales y nacionales; que tome como preocupación central al ser humano y preserve, valore y fomente la multifuncionalidad de los modos campesinos de producción, con el reconocimiento y valorización de las ventajas para los países de la agricultura a pequeña escala de familias campesinas.

La soberanía alimentaria sostiene que la alimentación de un pueblo es un tema de seguridad y soberanía nacional, y debería tener sentido tanto para los agricultores como para los consumidores, pues todos enfrentan crisis rurales y la falta de alimentos asequibles, sanos, nutritivos y producidos localmente. Con su énfasis en la producción agroecológica familiar campesina y en los mercados y economías locales, difiere del concepto de seguridad alimentaria que se expone como la seguridad de que cada ciudadano cuente con el alimento suficiente cada día, pero sin abarcar la procedencia o como se produce este alimento (Rosset, 2003).

De aquí la importancia de la agroecología para el logro de la SA, al proveer fundamentos científicos y metodológicos en el desarrollo de agroecosistemas sustentables independientes del mercado de insumos químicos y menos dependientes de combustibles fósiles, sobre la base del desarrollo de la agricultura familiar, mercados justos y la adopción, por parte de los gobiernos, de políticas públicas de apoyo económico

y tecnológico que fomenten estos procesos (Iglesias *et al.*, 2000; Machado *et al.*, 2009; Machín *et al.*, 2010; Altieri y Toledo, 2011; Rosset *et al.*, 2011; Suset *et al.*, 2013; Tiftonell, 2013a; León, 2014; Ponce *et al.*, 2015), los cuales apoyarían al desarrollo de fincas familiares agroecológicas e incrementarían sus niveles de biodiversidad, resiliencia y eficiencia.

Varios autores exponen otros tipos de soberanía como la tecnológica (ST) y la energética (SE), asumiendo una estrecha relación entre las tres (figura 4) y como resultado de la aplicación del diseño agroecológico, en agroecosistemas biodiversos, altamente eficientes en el uso de la energía, que determinan en conjunto la resiliencia de un agroecosistema (Gliessman, 1998; Suárez y Martín, 2010; Altieri y Toledo, 2011; Funes-Monzote *et al.*, 2011; Suárez *et al.*, 2011; 2014; Suset *et al.*, 2013; Blanco *et al.*, 2014; Suárez, 2015).

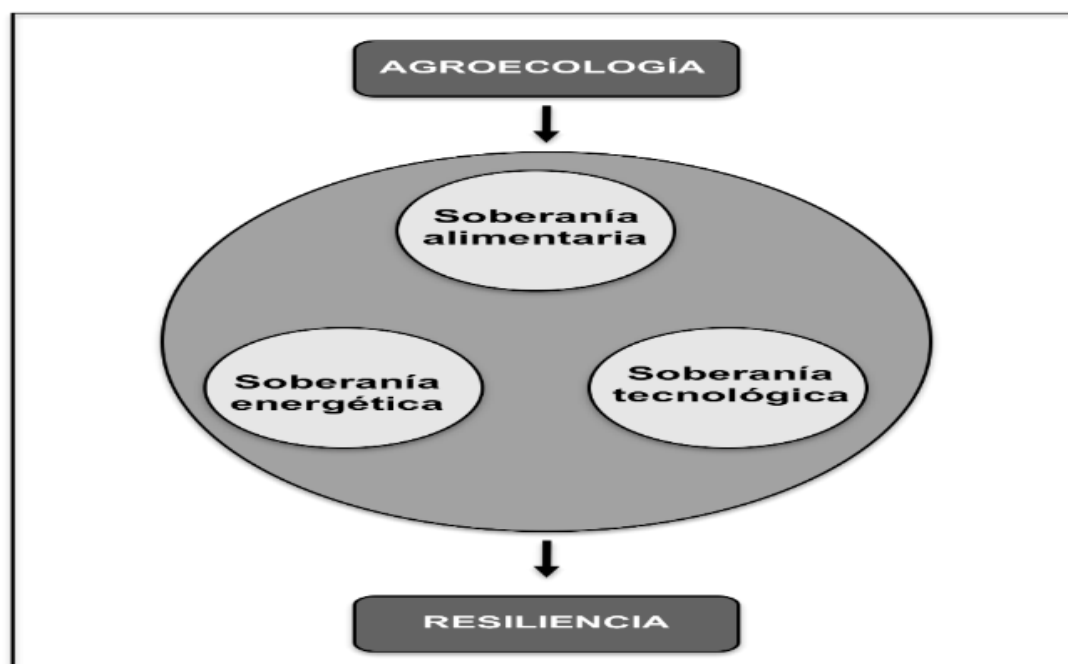


Figura 4. Agroecología, resiliencia y los tres tipos de soberanías que deben ser impulsados en las comunidades rurales. Fuente: Altieri y Toledo (2011).

El concepto de soberanía se sugiere como un derecho, lo que no significa que se ejerza efectivamente por los depositarios del mismo, tal es el caso del Derecho a la Alimentación consagrado en la Declaración Universal de Derechos Humanos desde 1948 y el hecho de que miles de personas mueren de hambre cada día.

Las diferentes soberanías en el contexto de la agricultura familiar tienen un fuerte vínculo local, ya que todo debe contextualizarse a cada situación particular, por tanto, en el contexto de una finca campesina los conceptos de SA, ST y SE, podrían materializarse de acuerdo con los elementos de la tabla 3.

Tabla 3. Conceptualización de las diferentes soberanías desde su materialización en una finca familiar.

Soberanía	Literatura	Finca familiar
Alimentaria	Derecho de los pueblos a alimentos nutritivos y culturalmente adecuados, accesibles, producidos de forma sustentable y ecológica, y su derecho de decidir su propio sistema alimenticio y productivo (FMSA,2001; Rosset, 2003; 2007).	Producción agroecológica y consumo de la mayor cantidad de alimentos por parte de la familia desde su finca, incluyendo la alimentación animal, donde los excedentes se distribuyen cerca del territorio, de una manera ecológicamente sostenible y eficiente.
Tecnológica	Derecho de los campesinos a producir sin insumos externos, a partir del uso de los servicios ambientales derivados de los agroecosistemas biodiversificados y el manejo de los recursos disponibles a escala local, con la aplicación de tecnologías agroecológicas (Altieri y Toledo, 2011).	Producción eficiente de alimentos y servicios agropecuarios, bajo el diseño y manejo agroecológico, la gestión del conocimiento, la innovación y experimentación campesina. Baja o nula utilización de insumos externos y la contextualización de tecnologías apropiadas para el máximo aprovechamiento de las fuentes renovables de energía. Disponibilidad de tecnologías y posibilidades de adquisición a nivel local. Acceso permanente a servicios técnicos.
Energética	Derecho de personas, cooperativas o comunidades rurales, a tener acceso a la energía suficiente dentro de los límites ecológicos (Altieri y Toledo, 2011).	Máxima eficiencia energética, haciendo uso de la energía necesaria para la producción agropecuaria proveniente fundamentalmente de las fuentes renovables de energía.

En este contexto, radica la importancia vital de la valoración de la articulación local y el enfoque participativo como procesos determinantes de la resiliencia socioecológica y de la economía familiar en su conjunto. Debido a que una familia campesina, con la tecnología agroecológica apropiada, puede ser capaz de autoabastecerse de alimentos y energía, pero no tener vínculos estrechos con la comunidad en el intercambio de conocimientos, bienes o servicios, estar desfavorecida por políticas públicas vigentes, o no ser lo suficientemente próspera económicamente y eficiente como para no abandonar el sistema o modelo productivo si aparecen otras opciones que le permitan ventajas



mayores, y por estas razones, no estar fundamentada la resiliencia socioecológica en una sociedad rural que dé continuidad a la cultura agroecológica (figura 5).

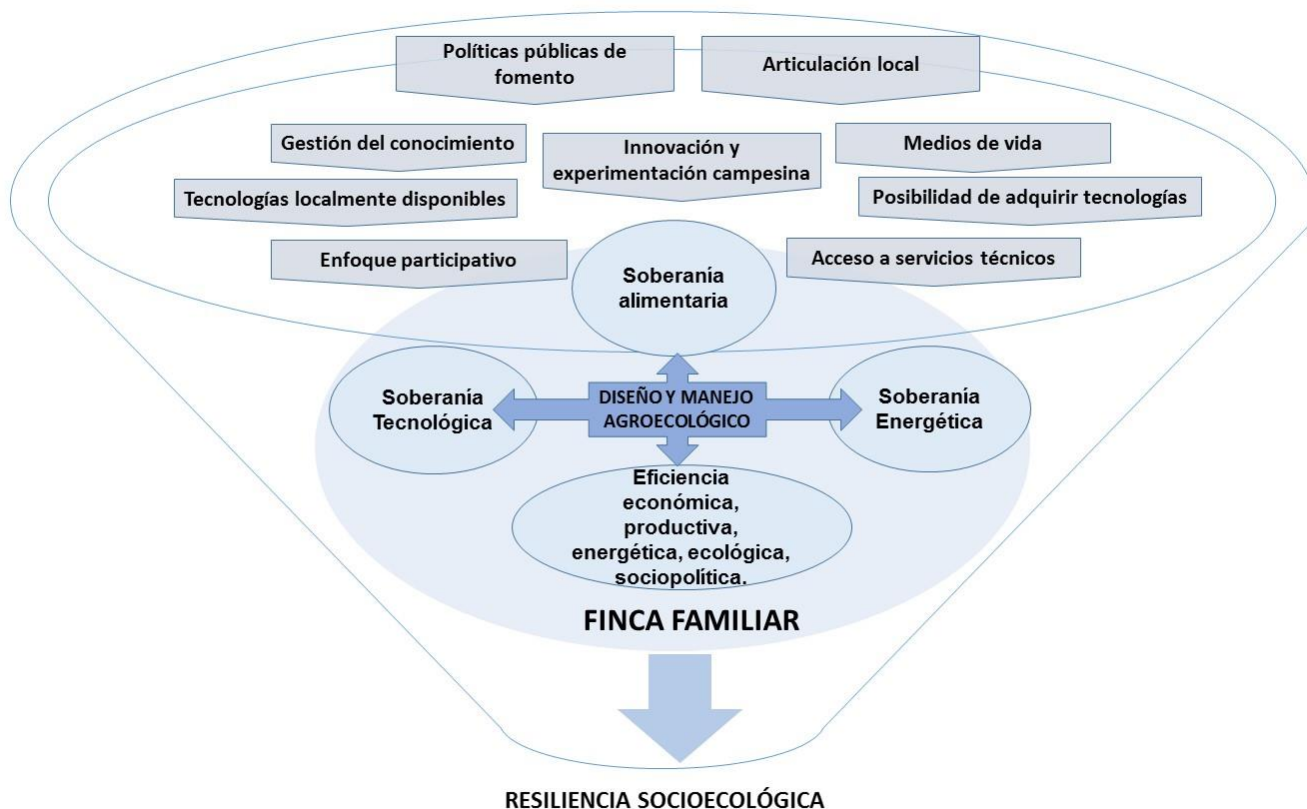


Figura 5. Aspectos socioculturales, políticos, tecnológicos y de eficiencia determinantes de la resiliencia socioecológica en una finca familiar.

También los medios de vida son considerados elementos cruciales para la resiliencia, pues influyen en la vulnerabilidad o capacidad de adaptación de los sistemas socioecológicos, por tanto, en la actualidad existen programas internacionales dirigidos a proteger estos medios en las comunidades rurales y menos favorecidas para incrementar, tanto la resiliencia de sus sistemas de producción de alimentos como su capacidad de recuperarse y contrarrestar los efectos de choques externos (Pinto, 2011; FAO, 2013).

Los medios de vida son considerados como las condiciones y bases de sustentación de las personas y sociedades que permiten enfrentar situaciones adversas o críticas, a través de las cuales, los hogares cubren sus necesidades y enfrentan situaciones y/o momentos extremos (Pinto, 2011), estos están compuestos por un conjunto de recursos

que caracterizan y condicionan la capacidad adaptativa de los individuos frente a efectos externos, como el cambio climático (figura 6).

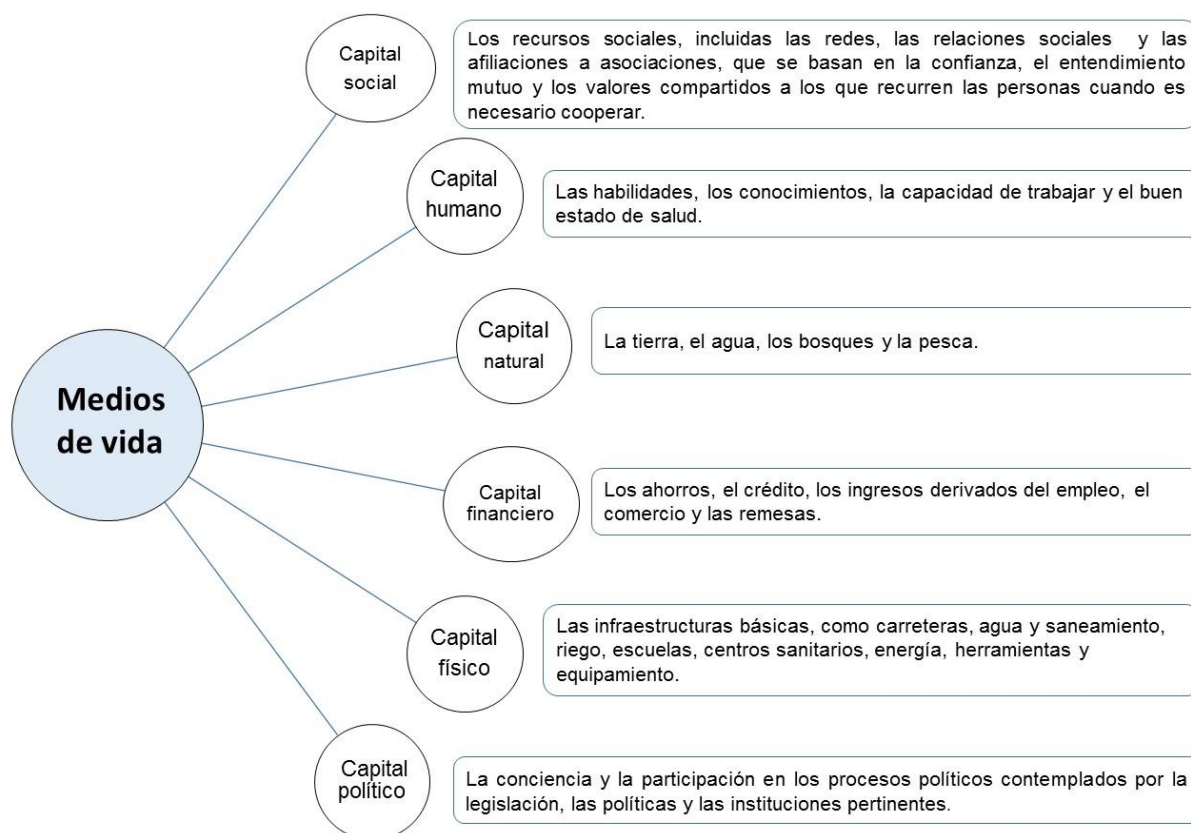


Figura 6. Seis tipos de activos fundamentales en el enfoque Medios de Vida. Fuente: Adaptado de Pinto (2011).

En este contexto y ante los desafíos del cambio climático entre otros aspectos, se está desarrollando en la actualidad el enfoque de la resiliencia socioecológica para determinar la sustentabilidad de los agroecosistemas, incorporando el concepto como la idea de adaptación, aprendizaje, innovación, novedad y auto-organización de los sistemas socioecológicos y su capacidad de recuperación ante situaciones de stress o cambio (Montalba *et al.*, 2013), perspectiva que resulta adecuada para el estudio de los sistemas agrícolas, porque en ellos las interacciones socioecológicas generan reajustes y cambios constantes en sus dinámicas y estructuras, siendo necesario que estas interacciones se ajusten adaptativamente (Salas *et al.*, 2011; Montalba *et al.*, 2013; Ríos *et al.*, 2013) (figura 7).

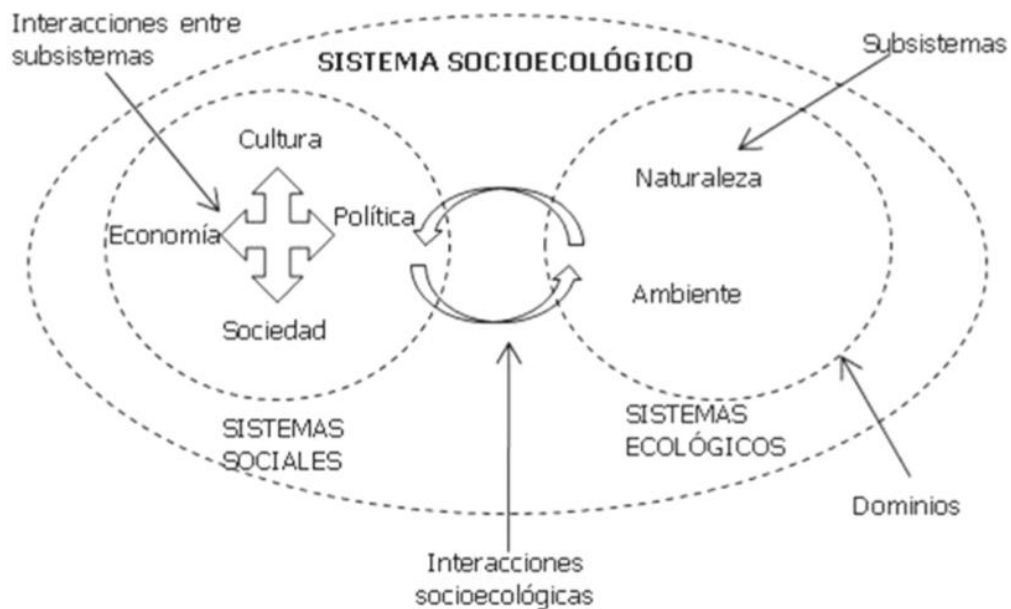


Figura 7. Sistema Socioecológico. Fuente: Salas *et al.* (2011).

La resiliencia y estabilidad de un sistema socioecológico, no están determinadas sólo por factores bióticos o ambientales, sino que las estrategias humanas de subsistencia y las condiciones económicas pueden ser tan determinantes como los dos primeros elementos mencionados. La caída de los precios, situaciones de mercado y cambios en la tenencia de las tierras, etc., pueden destruir los agroecosistemas tan bruscamente como una sequía, ataques de plagas o el deterioro de los suelos (Hecht, 1999; Zuluaga *et al.*, 2013; Vázquez, 2013a; Turbay *et al.*, 2014; Vázquez y Martínez, 2015).

Para la comprensión de la lógica de un sistema socioecológico y sus posibilidades de adaptación, es necesario una perspectiva de análisis que no se circunscribe solamente a los límites físicos de una finca o a su dinámica biológica-ambiental, son fundamentales factores tales como la disponibilidad de mano de obra, acceso y condiciones de los créditos, subsidios, riesgos percibidos, acceso a otras fuentes de ingresos (Scott, 1978; 1986; Chambers, 1983; Barlerr, 1984; todos citados por Hecht, 1999), número, estructura y roles de los miembros de la familia campesina, entorno sociopolítico, cercanía a vías principales o a infraestructuras tales como escuelas, hospitales, y en general los medios de vida.

Para que una finca familiar, considerada como sistema socioecológico, pueda considerarse resiliente, esta debe tener la capacidad de alcanzar cambios adaptativos

para encontrar diferentes estados posibles y preservar sus atributos esenciales luego de una perturbación, dentro de un régimen socialmente deseable y ecológicamente posible, siendo de esta forma sostenible en el tiempo (Salas *et al.*, 2011).

Esta capacidad de auto-organizarse adaptativamente, que difiere para cada sistema socioecológico, significa que las actividades humanas se ajustan a las características y dinámicas de los ecosistemas con los que se relacionan y, por lo general, está condicionada por cuatro rasgos comunes, según Salas *et al.* (2011):

- Conectividad modular: grado en el que los elementos de los sistemas sociales y ecológicos se conectan entre sí.
- Diversidad. Es el rango de opciones que tiene un sistema para responder a una perturbación y continuar con sus procesos cruciales.
- Mecanismos de retroalimentación. Son acoplamientos estímulo-respuesta que le permiten al sistema responder en su interior a las perturbaciones y a los efectos de su propio comportamiento (Levin *et al.*, 1998 citado por Salas *et al.*, 2011).
- Eficiencia. Es la capacidad que tiene el sistema de llevar a cabo sus procesos principales sin agotar las fuentes de los recursos de los cuales depende (Fiksel 2003, citado por Salas *et al.*, 2011).

La adaptación tiene límites asociados con factores sociales más que naturales (Adger *et al.*, 2009; Wolf *et al.*, 2013; Gordon *et al.*, 2013) e implica ajustes ecológicos, sociales y económicos por parte de los individuos, las comunidades y las instituciones y un diálogo entre el conocimiento campesino y el científico (Smit y Wandel, 2006; Pettengell, 2010; Turbay *et al.*, 2014). Aquellas políticas públicas que fomenten la AF con acceso a créditos, estabilidad de mercados justos, circuitos cortos, entre otros, que por esa vía reduzcan la pobreza rural, generan resiliencia frente a las situaciones de crisis para las familias campesinas (Turbay *et al.*, 2014); estos autores reafirman además que “...*para construir una capacidad adaptativa efectiva es necesario atacar las causas de la vulnerabilidad y desarrollar políticas que minimicen los riesgos pues la vulnerabilidad no tiene relación con el clima en sí mismo*”.

Por tanto, en la agricultura familiar (AF) desde la dimensión social, también juegan un papel fundamental los procesos cíclicos de innovación, la creatividad y el carácter proactivo de las familias campesinas que permiten mantener funciones, estructura e

identidad, a pesar del cambio incesante e inherente a todo socioecosistema (Escalera y Ruiz, 2011; Vázquez *et al.*, 2015), pues la adaptación se concretará en contextos socio-ambientales cambiantes, por lo que las medidas de adaptación serán también específicas para cada grupo en determinados períodos (Zuluaga *et al.*, 2013).

La resiliencia socioecológica en una finca estará dada además por el hecho de que la familia afiance el conocimiento y la cultura de cada espacio predial en el que se desarrolla, permitiéndoles una mayor efectividad en cada proceso de experimentación, innovación o validación de tecnologías; siendo asumida la agroecología como proyecto de vida también por las nuevas generaciones, que opten por seguir el camino de sus antecesores, no sólo por ética y convicción, sino porque, además, les resultará ventajoso desde todos los puntos de vista.

El conocimiento local es acumulativo y dinámico, se basa en las experiencias pasadas pero se adapta a los cambios tecnológicos y sociales del presente. Por ello, los agricultores poseen una gran capacidad para enfrentar el cambio tecnológico, lo que constituye la base del diseño de sus estrategias de producción. Si la capacidad de cambio no existiera, difícilmente podrían ajustar su actividad productiva a las permanentes variaciones ecológicas, sociales y económicas del contexto (Marasas *et al.*, 2014). También es fundamental el grado de conexiones y relaciones funcionales que se establezcan entre los elementos del sistema y que estos estén ubicados de forma tal que sirvan a las necesidades de otros, realizando la mayor cantidad de funciones y que estas estén apoyadas por la mayor cantidad de elementos posibles (Cruz y Cabrera, 2015).

### 1.1.3 Agricultura familiar

*“(...) y los padres, a los hijos, a quienes quieren hacer beneficio verdadero con enseñarles en el cultivo de la tierra, la única fuente absolutamente honrada de riqueza”*

*José Martí<sup>4</sup>*

---

<sup>4</sup> “Pues así como se manda a los niños de Hispano-América a aprender lo que en sus tierras, por elementales que sean, aprenderían mejor, con riesgo de perder aquel aroma de la tierra propia que da perpetuo encanto y natural y saludable atmósfera a la vida... y los padres, a los hijos a quienes quieren hacer beneficio verdadero con enseñarles en el cultivo de la tierra la única fuente absolutamente honrada de riqueza”. José Martí Pérez. Artículo: “A aprender en las haciendas”. La América. Nueva York, agosto de 1883. Disponible en: <http://www.josemarti.cu/publicacion/a-aprender-en-las-haciendas/>. Consultado: Febrero del 2015.

La Agroecología, la soberanía alimentaria y la resiliencia, tienen sus bases en los sistemas familiares de aproximadamente 1 500 millones de campesinos que ocupan unas 380 millones de fincas en el 20% de las tierras, desde la pequeña escala (2 ha como promedio), producen más del 70% de los alimentos que se consumen en el mundo (ETC, 2009; Burch, 2013) (figura 8).

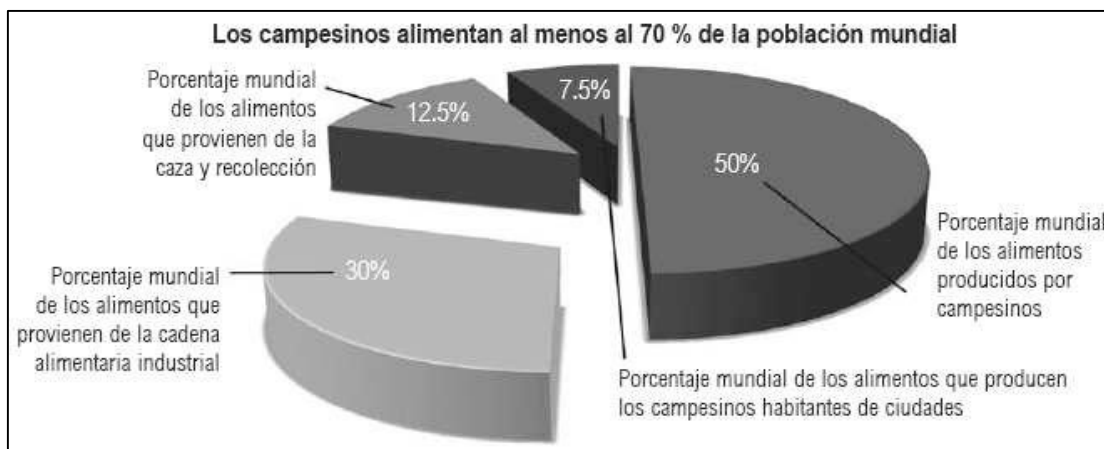


Figura 8. ¿Quién nos alimenta? Fuente: ETC (2009) y Burch (2013).

La agricultura familiar contribuye significativamente a la soberanía alimentaria y al fortalecimiento del desarrollo económico creando empleo y generando ingresos con prácticas agrícolas productivas, sostenibles, receptivas, flexibles, innovadoras y dinámicas (van der Ploeg, 2013).

### 1.1.3.1 Conceptualización de la agricultura familiar bajo el enfoque agroecológico

Es de vital importancia, en el desarrollo de políticas públicas de fomento para la AF, conocerla, caracterizarla y cuantificarla (FAO, 2012). Según FAO/BID (2007), en América Latina y el Caribe su representación es muy destacada, pues está presente en más del 80% de las explotaciones agrícolas, provee entre 27 y 67% del total de la producción alimentaria, ocupa entre el 12 y el 67% de la superficie agropecuaria y genera entre el 57 y el 77% del empleo agrícola.

Luego de un estudio aplicado por parte de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Banco Interamericano de Desarrollo (FAO/BID, 2007) en varios países de la región, se identifican tres categorías de agricultura familiar:

1. La agricultura familiar de subsistencia (AFS): caracterizada por estar en condición de inseguridad alimentaria, con escasa disponibilidad de tierra, sin acceso al crédito

e ingresos insuficientes, generalmente ubicada en ecosistemas frágiles de áreas tropicales y alta montaña; y forman parte de la extrema pobreza rural.

2. La agricultura familiar en transición (AFT): emplea técnicas para conservar sus recursos naturales, cuenta con mayores recursos agropecuarios y, por lo tanto, con mayor potencial productivo para el autoconsumo y la venta. Si bien son suficientes para la reproducción de la unidad familiar, no alcanzan para generar excedentes suficientes para desarrollar su unidad productiva, además su acceso al crédito y mercado es limitado.
3. La agricultura familiar consolidada (AFC): dispone de un mayor potencial de recursos agropecuarios que le permite generar excedentes para la capitalización de su vida productiva. Está más integrada al sector comercial y a las cadenas productivas, accede a riego y los recursos naturales de sus parcelas tienen un mejor grado de conservación y uso, pudiendo superar la pobreza rural.

También el concepto de agricultura familiar está materializado en cuerpos legales o programas nacionales en varios países de la región, tal y como se observa en la tabla 4. Aunque estas conceptualizaciones permiten observar la heterogeneidad y variación de su apreciación en cada país, se pueden apreciar algunos rasgos comunes como el lugar de residencia de la familia en la propia finca o en comunidades cercanas y que la explotación del predio depende directa y principalmente de la fuerza de trabajo familiar sin perjuicio del empleo ocasional en otras actividades o de la contratación de mano de obra temporal; no hay rasgo común con el tamaño predial ni para el destino de la producción.

Tabla 4. Aspectos conceptuales de la Agricultura Familiar en cuerpos legales de algunos países de la región.

País	Legislación	Aspectos de la conceptualización de la AF
Brasil	Ley 11.326	<ul style="list-style-type: none"> <li>No posean, en cualquier título, un área mayor a cuatro módulos fiscales (Un módulo fiscal es entre 5-110 ha).</li> <li>Utilice predominantemente mano de obra familiar.</li> <li>Los ingresos familiares provengan en lo fundamental de las labores productivas de la finca.</li> <li>La dirección del emprendimiento por parte de la familia.</li> </ul>
Chile	Instituto de Desarrollo Agropecuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explotación inferior a las 12 ha de riego básico.</li> <li>Con activos por un valor menor de 96 000,00 USD.</li> <li>Obtienen sus ingresos principalmente de la explotación agrícola.</li> <li>Trabajan directamente la tierra, en cualquier régimen de tenencia.</li> </ul>
Argentina	Ley 27.118/ 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>La gestión del emprendimiento productivo es ejercida por algún miembro de su familia.</li> <li>Propietaria de la totalidad o de parte de los medios de producción.</li> <li>Los requerimientos del trabajo son cubiertos principalmente por la mano de obra familiar y/o con aportes complementarios de asalariados.</li> <li>La familia reside en el campo o en la localidad más próxima a él.</li> </ul>
Paraguay	Ley 2419	<ul style="list-style-type: none"> <li>La residencia debe ser en la finca o en comunidades cercanas.</li> <li>El recurso básico de mano de obra lo aporta el grupo familiar.</li> <li>Toda la actividad productiva del predio es destinada a la reproducción de la unidad familiar.</li> <li>La mano de obra contratada está limitada a 20 trabajadores temporales en épocas específicas del ciclo productivo.</li> </ul>
Uruguay	Resolución del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca/ 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar la explotación con la colaboración de, como máximo, dos asalariados permanentes.</li> <li>Explotar hasta 500 hectáreas, bajo cualquier forma de tenencia.</li> <li>Obtener su ingreso principal del trabajo en la explotación.</li> <li>Residir en la explotación o en una localidad ubicada a una distancia no mayor a 50 Km de la misma.</li> </ul>
Colombia	Ley 160/1994	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mano de obra fundamentalmente de la familia, sin perjuicio del empleo de mano de obra extraña, si la naturaleza de la explotación así lo requiere.</li> <li>Ingresos en su mayoría provenientes de la explotación agropecuaria.</li> <li>Extensión del predio familiar, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona.</li> </ul>
Ecuador	Ley General de Tierra y Territorios Ancestrales/2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actividad productiva en la cual la mano de obra es proporcionada fundamentalmente por la familia.</li> <li>Produce los alimentos para la familia y sus excedentes son para la venta.</li> </ul>
Perú	Ley 30355/ 2015. Ley de promoción y Desarrollo de la AF	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modo de vida y producción que practica una familia en un territorio rural en el que están a cargo de sistemas productivos diversificados, desarrollados dentro de la unidad productiva familiar.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de FAO (2012) y revisión de ordenamientos jurídicos de diferentes países.



Pero más allá de estas características, la forma en que la familia cultiva y vive en su predio, destacándose como forma de vida, es lo que la hace arraigarse a una definición más coherente como la que expone van der Ploeg (2010; 2013).

La agricultura familiar es una forma de vida, un fenómeno complejo, multiestratos y multidimensional, donde la familia campesina controla los principales recursos que se utilizan en la finca (figura 9), con la finalidad principal de ganarse la vida y obtener un ingreso que les proporcione una vida digna, generándose su propio empleo y aportando la mayor parte de la fuerza de trabajo, así como obteniendo gran parte o la totalidad de los ingresos y los alimentos que demanda la familia (van der Ploeg (2013)).



Figura 9. Diez características de la agricultura familiar. Fuente: van der Ploeg (2013).

Existen numerosas evidencias que muestran la superioridad económica y ecológica de las pequeñas fincas familiares sobre las explotaciones agropecuarias medianas y grandes. Según Toledo (2002), Pretty (2008), Funes-Monzote (2009a) y De Schutter (2010) estas fincas presentan mayores niveles de productividad y eficiencia desde el punto de vista del uso y conservación de los recursos naturales. Sin embargo, Socorro y Ojeda (2005) plantean que, por lo general, para valorar la eficiencia de un sistema agropecuario se realiza un análisis de indicadores de la economía convencional, entre

los que se pueden citar los referidos a producción por hectárea, rendimientos, análisis costo beneficio, tasa interna de retorno, ganancias, cumplimiento de planes en el caso de Cuba, lo cual resulta contradictorio.

Por tal motivo, la agricultura convencional en Cuba, se afianza en políticas de apoyo ante la necesidad urgente de producir más alimento para la población (Funes-Monzote, 2009a) a pesar de seguirse incrementando en el país la dependencia externa de insumos y combustibles fósiles, obviándose el potencial de la agroecología en fincas familiares y subvalorando la producción a pequeña escala de estos sistemas familiares tradicionales (Altieri, 2009), enfocándose en el discurso político y popular como algo retrógrado, atrasado e improductivo (Cruz, 2007; Casimiro, 2006; 2007; 2010a; 2010b; 2014; Casimiro Rodríguez *et al.*, 2015).

Los decisores políticos con frecuencia consideran a una finca como un simple campo agrícola, visión que conduce a políticas que incentivan a productores locales a sustituir los cultivos agrícolas que producen alimentos por otros que producen ingresos económicos, normalmente asociados a la producción a gran escala y con altos insumos externos. Lo que no sólo puede provocar daños a los suelos y a las aguas, sino también impacta negativamente en la pérdida de la capacidad alimentaria de una comunidad, región o país (Gliessman *et al.*, 2007). Al respecto, Requier (2006) afirma que se generan costos indirectos asociados al medio ambiente que implican la *"pérdida del mantenimiento del medio ambiente natural, el empeoramiento de la erosión, la desintegración de la sociedad y la pérdida de recursos humanos y de conocimiento"*.

En este sentido, los argumentos a nivel internacional exponen la necesidad de producir más para la seguridad alimentaria de una población creciente, potenciando la agricultura convencional, la introducción de OGMs, entre otros argumentos, lo que ha provocado el aumento en la productividad en los últimos 50 años a costa de elevar en 700% el uso de fertilizantes químicos. La paradoja radica en que hoy se producen suficientes alimentos para alimentar a toda la población del mundo, de los cuales se desperdician entre el 30 y 40% (Godfray *et al.*, 2010) y sin embargo, más del 40% de las personas presentan algún problema relacionado con la alimentación (Casas y Moreno, 2014).

De 7 200 millones de habitantes cerca de 1 000 millones no logran consumir el mínimo de alimentos necesarios para mantener una vida digna, 2 000 millones de personas

padecen deficiencias en la ingesta de algún micronutriente fundamental y cerca de 1 400 millones de seres humanos padecen problemas de sobrepeso por la deficiente calidad de los alimentos que consumen, entre los cuales cerca de 500 millones son obesos (FAOSFAT, 2013).

Garantizar la alimentación adecuada de los seres humanos es, ante todo, un problema político y sociocultural asociado a la distribución, acceso, uso en condiciones desiguales e inestabilidad de estos factores (Gregory *et al.*, 2005; Casas y Moreno, 2014). Además, aún con todas las desigualdades y las condiciones precarias y de existencia de millones de familias campesinas, la humanidad se alimenta en su mayoría de los alimentos que producen en sus pequeñas fincas.

Por estas y otras razones, es significativo evidenciar la importancia de la agricultura familiar bajo el enfoque agroecológico para Cuba y el mundo.

### **1.1.3.2 Importancia del desarrollo de la Agricultura Familiar Agroecológica (AFA)**

El debate sobre la importancia de la AF es amplio, citando a varios autores se pueden mencionar las siguientes:

- La AF es una de las principales fuentes de producción de alimentos a nivel mundial, y la principal fuente de empleo e ingresos para la población rural (ETC, 2009; Ikerd, 2016).
- A diferencia de la agricultura industrial altamente dependiente tanto de los insumos externos como de los vaivenes y controles del mercado agroexportador, la AFA presenta sistemas diversificados de producción que subsidian su propia fertilidad y productividad, con prácticas de conservación y mejora de suelos, sistemas de policultivo y silvopastoriles, menor dependencia del petróleo y derivados, por lo que es más resiliente y juega un papel fundamental en la mitigación y adaptación al cambio climático (Pengue, 2005; Altieri, 2010; Rosset y Martinez, 2012; 2013).
- Las fincas familiares agroecológicas son energéticamente más eficientes, llegando a producir hasta 10 veces más energía de la que consumen (SGCA, 2011; Funes-Monzote *et al.*, 2011).
- Modelo inclusivo de desarrollo rural alternativo donde el capital y la capacidad humana, más que el capital financiero, son su centro (Pengue, 2005).

- Garantiza su auto perpetuación a partir del arraigo de las jóvenes generaciones como nuevos agricultores. Produce tanto para el autoconsumo y el mercado de manera diversificada y transmite de padres a hijos pautas culturales, de formación y educativas como pilares de un proceso de desarrollo rural integrado (Pengue, 2005; van der Ploeg, 2013).
- Preserva la fertilidad y estructura del suelo, utiliza el agua para satisfacer las necesidades hídricas de manera sostenible, fortalece las rotaciones agrícolas ganaderas y conserva la biodiversidad local y regional (Pengue, 2005; van der Ploeg, 2013).
- Manejan y conservan una importante diversidad de semillas y variedades cultivadas (recursos fitogenéticos) donde cada una responde a condiciones ecológicas particulares, a tecnologías específicas y a atributos valorados por las personas (Casas y Moreno, 2014).
- Implementan estrategias para la adaptación a las posibles perturbaciones a las que se pueden enfrentar estos sistemas, incrementando su resiliencia (Zuluaga *et al.*, 2013; Turbay *et al.*, 2014).
- A través de técnicas agroecológicas que actúan sobre la fertilidad biológica del suelo, las variedades tradicionales, el respeto de los ciclos naturales de los alimentos y la maduración en la planta, así como la posibilidad que tiene la familia campesina de ofertarlos frescos cercanos al consumidor, se favorece la producción y consumo de alimentos con mayor concentración de nutrientes, antioxidantes y organolépticos, favoreciendo la salud de las personas (Baranski *et al.*, 2014; Ugás, 2014; Raigón, 2014)<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Según Davis (2009), debido fundamentalmente al empobrecimiento de los suelos, el empleo de variedades comerciales, el almacenamiento durante largo tiempo sin maduración natural, el transporte y empleo de tratamientos químicos, son las causas por las que en el transcurso de los últimos años, la composición de las frutas y verduras ha sufrido pérdidas considerables en el contenido en vitaminas y minerales, que por ejemplo, oscilan entre un 12% en calcio para el plátano, hasta un 87% de vitamina C en fresas.

### 1.1.3.3 La agricultura familiar en Cuba

Históricamente, el desarrollo de la agricultura familiar en Cuba ha estado caracterizado por la tenencia y ocupación de la menor superficie agrícola del país, además por una mayor participación en la oferta de alimentos para el consumo nacional (Figueroa, 2005; Machín *et al.*, 2010).

En los años de la Colonia (1500-1898) el campesinado cubano estuvo conformado por familias pobres a las que les fueron concedidas pequeñas posesiones de tierra dentro de los latifundios para la producción de alimentos; éstas fueron el principal sustento alimentario de las villas fundadas. Además, participaban de forma considerable en la producción de caña de azúcar (*Saccharum sp.*) y en el incipiente comercio del café (*Coffea sp.*) y el tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) que soportaban económicamente a la colonia (Machín *et al.*, 2010).

Para 1899, existían 60 711 pequeñas y medianas fincas. En 30 años, luego de la intervención norteamericana a finales de este siglo XIX, este número se redujo en un 40% a pesar del crecimiento de la población en dos millones de habitantes (Nova, 2009). El latifundismo siguió ocupando las mayores extensiones y mejores tierras del país, mientras que el 9,4% de los propietarios poseía más del 73% de las tierras, el 90% de los pequeños poseedores (familias campesinas) contaban con el 26% de estas, de los cuales el 85% trabajaban la tierra en condiciones de arrendamiento, aparcería y precarismo sobre su posesión (Nova, 2001), por tanto no tenían el derecho de propiedad sobre sus tierras y padecían amenazas de desalojo (Machín *et al.*, 2010).

En aquella época existía una elevada dependencia alimentaria, pues se importaban el 47% de la energía y el 53% de las calorías necesarias para la alimentación de la población; el 75% de estas demandas de alimentos eran cubiertas por los Estados Unidos (Nova, 2001).

Antes del triunfo de la Revolución cubana en 1959 se registraron 143 mil fincas de familias campesinas, el 70% tenían extensiones inferiores a las 24 ha, el resto oscilaban entre las 24 y 64 ha. Este tipo de agricultura campesina hacía poco uso de tecnologías modernas, pues carecían de apoyo financiero y asistencia técnica. Por lo que prevalecieron varias técnicas de manejo agroecológico, entre las que se destacaron la diversificación e

integración de cultivos y ganadería, policultivos, laboreo mínimo, uso de abonos orgánicos y cercas vivas (Machín *et al.*, 2010).

Según Figueroa (2002), en esa misma etapa, Cuba no era un país campesino, pues los jornaleros agrícolas constituían la clase social predominante en el medio rural cubano (más del 70%), en segundo lugar los campesinos (23%) frente a un 3% de grandes y medianos tenedores. Más bien Cuba calificaba como un país agroindustrial exportador, pues alrededor del 70-80% de los ingresos en divisas provenían de la industria azucarera. El nivel de vida de los obreros agrícolas y campesinos era deprimente, el mayor porcentaje vivían en bohíos de guano de palma y piso de tierra, el 90% se alumbraban con kerosene y el 30% vivía a oscuras totalmente. Por otra parte, el 90,6% carecía de refrigerador o nevera, el 41% no asistió nunca a la escuela y el 43% era analfabeto. Cerca de un 14% padeció o padecía tuberculosis, un 13% enfermó de tifoidea y un 36% sufría de parasitismo (Figueroa, 2002).

A partir del triunfo de la Revolución el primero de enero de 1959, y con la puesta en vigor de la Primera y Segunda Ley de Reforma Agraria (1959 y 1963, respectivamente), les fueron entregadas más de 1,2 millones de hectáreas a 100 mil familias campesinas que trabajaban la tierra sin ser sus dueñas, con tenencia hasta las 67,1 ha (gratuitas 26,8 ha y con posibilidad de compra hasta las 67,1 ha). Posteriormente estos campesinos se asociaron a las CCS para acceder a créditos y servicios con gestión cooperativa. A través de la nacionalización y la eliminación del latifundio, quedaron en manos del sector Estatal el 70% de las tierras, cifra que hacia los finales de la década del 80 era de un 78% (Machín *et al.*, 2010).

Este proceso tuvo una visión integradora que incluyó la transformación radical de las relaciones de propiedad sobre la tierra y distributivas a favor de los trabajadores rurales y del campesinado, el apoyo financiero, técnico material y comercial a los nuevos productores, la creación de industrias y servicios productivos, la modernización de la infraestructura productiva, el desarrollo científico-técnico y social en las esferas de la salud, educación comunitaria y la participación directa de las familias campesinas en el desenvolvimiento económico y social del campo (Figueroa, 2002).

Entre 1959 y 1966 se organizaron a los campesinos pequeños y medios en asociaciones campesinas, que más tarde dieron paso a la formación de la Asociación Nacional de

Agricultores Pequeños (ANAP) conformada por las CCS y a partir de 1966 se comenzó por parte de la ANAP y otras organizaciones, un proceso de convencimiento a los campesinos, bajo el principio de voluntariedad, para el arrendamiento o venta de sus tierras al Estado.

Este programa incluía el arrendamiento o compra de las fincas, la oferta de trabajo en los planes de producción de alimentos, la entrega gratuita de la vivienda y otros medios del hogar en modernas comunidades, el derecho a recibir una parte de los ingresos generados en su antigua finca y la entrega de dos a tres hectáreas en usufructo para cubrir el autoconsumo familiar. Todo lo cual condujo a que en 1967 un 12% del área campesina pasara a propiedad del Estado, aunque una gran parte de los campesinos afectados no quedaron como trabajadores estatales, sino que emigraron a la ciudad (Figueroa, 2002).

A partir de 1975, tuvo lugar otro proyecto que redujo el número de familias campesinas viviendo en sus fincas, fue así que surgió la creación de las CPA, un movimiento masivo por la transformación del campesinado que se materializó desde 1976.

Las CPA fueron constituidas con la tierra y otros bienes aportados por campesinos, implementándose de esta forma colectivos productivos de mediana superficie (alrededor de 600 ha) para constituir grandes parcelas mecanizables, sin cercas ni árboles de sombra, ni frutales. Este fue un proceso que socializaron todos los factores de la producción sin transiciones graduales, caracterizadas por la alta especialización y articulación mercantil con entidades estatales de suministro y acopio, la colectivización del autoconsumo y la autonomía restringida guiada por la democracia participativa, facilidades de créditos e insumos, además de otras ventajas como la construcción de modernas comunidades electrificadas y la posibilidad de pensión por jubilación de sus asociados (Figueroa, 2002; Douzant, 2009; FAO, 2012).

Con la visión de progreso civilizatorio y la superación del bohío tradicional y el aislamiento espacial de la finca por la urbanización comunitaria, las CPA agruparon en 1987 (figura 10) a más de 44 mil fincas (31% del total) con el 51,3% de las tierras pertenecientes a familias campesinas en 1978 (Figueroa, 2002).

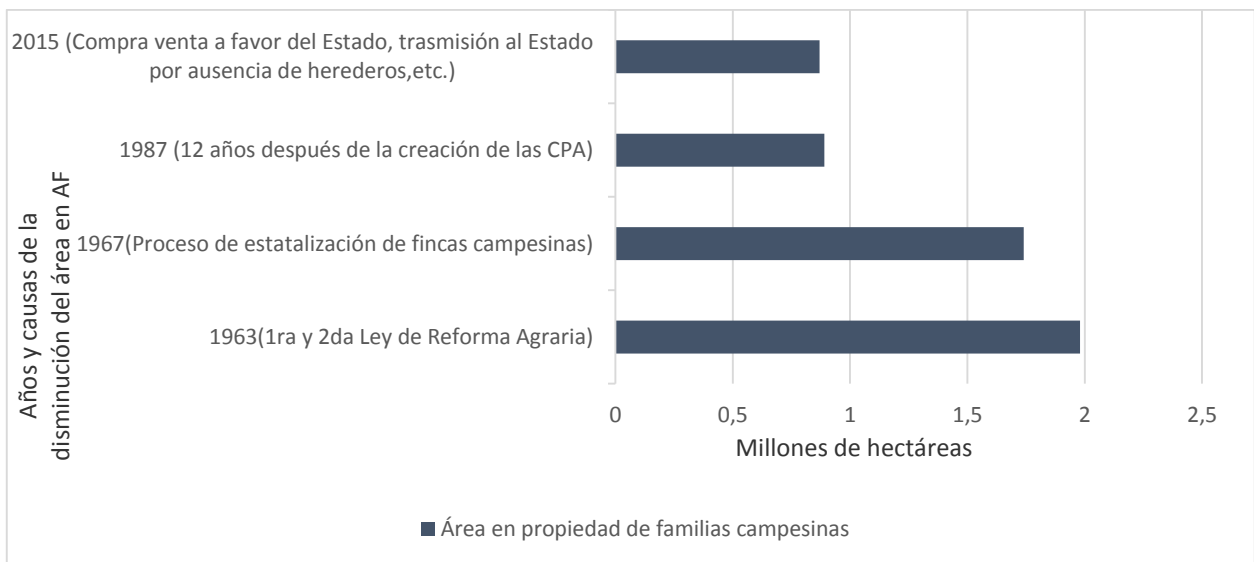


Figura 10. Área en propiedad de familias campesinas a partir del triunfo de la Revolución.  
 Fuente: Elaboración propia a partir de Figueroa (2002) y MINAG (2015b).

En 1990, el 10% de las tierras cultivables del país pertenecían a las CPA y el 12% era propiedad de familias campesinas que mantuvieron sus propiedades privadas en alrededor de 800 mil ha (Douzant, 2009; Machín *et al.*, 2010), cifra que se mantiene más o menos constante hasta la actualidad, contando en total el país con 99 686 fincas en propiedad de campesinos (ONEI, 2015). Este número no indica incremento del área de tierras en manos de familias campesinas, sino en el número de propietarios, fundamentalmente por procesos sucesorios.

Luego de 1990, como respuesta a la crisis económica y agroalimentaria en el país, la caída de la producción, de los rendimientos y de las importaciones de insumos, alimentos y piensos, etc., se materializó una reforma en el modelo agrícola sobre la tenencia y explotación de la tierra vinculada a la desestatalización de la explotación agrícola mediante la diversificación de las formas de explotación en régimen de usufructo gratuito y por tiempo indefinido, manteniendo intangible la propiedad estatal sobre la tierra, ya que la renta y la valorización del suelo siguen siendo conceptos excluidos en la práctica económica (Figueroa, 2002). Fue así, que diversos campesinos se integraron al campo nuevamente en calidad de usufructuarios. Las leyes referentes al usufructo en Cuba han evolucionado desde entonces en varios cuerpos legales reportando hasta la actualidad 312 296 campesinos bajo esta modalidad (ONEI, 2015).



De esta crisis nació también el movimiento de agricultura urbana, dado que las áreas urbanas fueron las más duramente golpeadas, pues era difícil transportar productos hacia las ciudades, dada la escasez de combustible (Hernández, 2006).

Los espacios vacíos que existían en zonas urbanas y su periferia, junto a la abundante fuerza de trabajo disponible permitieron desarrollar un sistema productivo, cuyos principales impactos se reflejaron y aún se reflejan en fuentes de empleo y diversidad de productos para la alimentación comunitaria durante todo el año, así como el incremento de la biodiversidad y de la belleza del entorno. A este sistema productivo-extensionista se le conoce como Programa Nacional de Agricultura Urbana y Suburbana, que se desarrolla sobre bases agroecológicas para la producción de alimentos dentro del perímetro urbano y peri-urbano aplicando prácticas intensivas, teniendo en cuenta la interrelación hombre-cultivo-animal-medio ambiente y las posibilidades de la infraestructura urbanista (Hernández, 2006; Vázquez *et al.*, 2012).

Por lo general, las características comunes de la agricultura familiar de los países de la región también se ponen de manifiesto en la agricultura familiar cubana, su régimen de producción se basa en la propiedad privada sobre la tierra y la posesión de los principales medios de producción, fundamentalmente con el trabajo familiar y el conocimiento campesino, pero además tiene rasgos propios a su reproducción en las condiciones de la construcción socialista que, según Figueroa (2002; 2005), son:

- La finca campesina es una economía esencialmente de subsistencia (autoconsumo) en función de garantizar la reproducción familiar. Su producción siempre ha cubierto gran parte de las necesidades alimenticias de la familia nuclear y extendida, así como la acumulación productiva.
- La pequeña escala de las fincas y la intensificación de la producción. Lo primero obedece a las particiones hereditarias y a los mismos procesos socializatorios mencionados anteriormente. En 1987, el 92,5% de las fincas campesinas tenía menos de 26,8 hectáreas y más del 58% menos de 5 hectáreas.
- Especialización comercial en uno o dos rubros para generar ingresos y diversificación de la producción para el autoconsumo familiar.

- Productor mercantil sin psicología de comerciante, pues carece de la psicología del intermediario, por tanto, vende a "pie de finca". Existe *"...una tupida cadena de intermediarios formalizados en dura competencia entre sí y con los intermediarios privados. Las tijeras de precios hacen su labor de transferencia de una parte importante del excedente económico a favor de los intermediarios, mientras que los campesinos, más cultos que antes, observan críticamente la situación..."*.
- La economía privada campesina es mercantil y regulada estatalmente por lo que se trata de una propiedad privada especial (*"...negación-absorción de lo privado sin eliminarlo..."*). La acción del mercado en la producción y en la acumulación se ha visto restringida: la tierra no es mercancía ni objeto de libre inversión, tampoco hay mercados libres de bienes de capital. La regulación estatal se orienta a la reducción de la acción espontánea de la ley de los precios sobre la reproducción campesina. Los input-output de la finca son regulados por entidades estatales agroindustriales, de suministros, acopio, banca, seguro y otros.
- La inmensa mayoría de los campesinos están asociados a las CCS.
- Alta homogenización económica y social en el campo, igualdad de oportunidades de recursos, empleo, educación hasta el nivel superior, salud y cultura para todos sin discriminación de ningún tipo.
- Aislamiento espacial-territorial de la finca y vivienda.
- Envejecimiento progresivo del campesinado. En 1987 el 57% de los campesinos del país tenían más de 60 años, dato que en la actualidad se presume bastante superior.

Hay que destacar que no sólo ha envejecido el campesinado cubano, sino que la población rural en su conjunto (campesinos, parceleros, jornaleros) ha ido disminuyendo sistemáticamente debido a procesos de emigración a la vida urbana (figura 11), incluso paulatinamente se ha ido rompiendo la unidad tradicional finca-vivienda, equivalente a la socialización existencial de la gente de campo (en 1987, el 26,4% de los campesinos residían en viviendas ubicadas fuera de la finca), lo que ha conducido a una ruptura de la tradición campesina con un alto costo de identidad y espiritualidad (Figuroa, 2005).

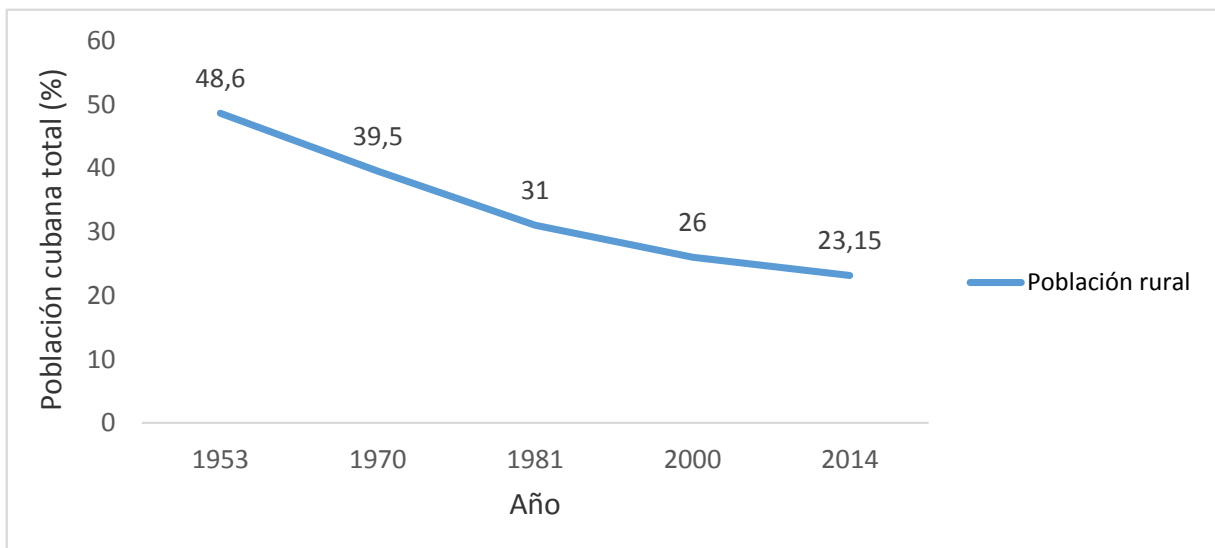


Figura 11. Población rural en Cuba en el periodo 1953-2014. Fuente: Elaboración propia a partir de Figueroa (2005) y ONEI (2015).

Otro rasgo del campesinado cubano se describe en la caracterización propuesta por Figueroa (2005) en estratos: los campesinos pobres y medios que responden a las características antes mencionadas con el trabajo familiar fundamentalmente y el campesino rico que responde a la lógica de la relación capital/trabajo con una participación en el mercado mayor que promueve procesos objetivos de concentración-centralización y de diferenciación del ingreso y de asignación y reasignación de los factores productivos en la sociedad rural. Esta estratificación en el campo tiene un origen estructural con factores diferenciadores universales como el tamaño de la finca, la calidad del suelo, la localización y distancia de la finca hasta el mercado, entre otros.

No obstante, debido a las diferentes modalidades del usufructo en Cuba y a la agricultura urbana y suburbana, nuevas familias se incorporan al proceso de producción de alimentos, tanto en áreas rurales como urbanas, y aportan un nuevo entendimiento a lo que es agricultura familiar a pequeña y mediana escala.

En el contexto de la resiliencia socioecológica, la agricultura familiar agroecológica vincula a la mayoría de los miembros del sistema socioecológico, y por tanto es fundamental la permanencia de la familia en dicho entorno, la construcción conjunta del conocimiento de cada espacio y el fortalecimiento de la cultura agroecológica.

Existen en Cuba diferentes modalidades, ya sea en propiedad o en usufructo, zona rural o urbana, donde se insertan familias o algunos miembros de ellas a la producción agropecuaria. Para que se pueda considerar como agricultura familiar agroecológica, la familia campesina debe pasar la mayor parte del tiempo en la finca y aportar en su mayoría la mano de obra necesaria, produciendo conocimiento, alimentos e ingresos para su desarrollo sobre bases agroecológicas.

El conjunto de conocimientos que los campesinos desarrollan para explotar los recursos naturales se convierte en decisivo y es usado y enriquecido permanentemente durante la gestión de su finca. De ahí, la importancia de la adquisición de esa cultura desde los primeros años de vida, lo que influirá en el arraigo de los jóvenes para hacer vida familiar en el campo sobre bases sostenibles, más aún en el contexto cubano, donde los jóvenes no optan ni siquiera por estudiar ciencias agronómicas, desestimulados a este tipo de vida o proyección profesional.

Hernández (2006) y MINAG (2015a) afirman que precisamente la mayor cantidad de personas insertadas en el movimiento de agricultura urbana y suburbana o los usufructuarios, provienen de antiguas familias campesinas.

Actualmente, varios autores exponen la necesidad de modernizar la agricultura familiar y que esta se oriente como una empresa en la obtención de beneficios económicos, Sin embargo, estas fincas empresariales, aunque se les sigan llamando AF, crecen fundamentalmente de hacerse cargo de otras explotaciones familiares y son una amenaza interna para la continuidad y dominio de la AF en su desarrollo y crecimiento a través de la gestión inteligente de los recursos naturales, económicos y humanos, y del aprendizaje intergeneracional (van der Ploeg, 2013). Una diferenciación entre ambas modalidades se aprecia en la tabla 5.

Tabla 5. Agricultura “Familiar” Empresarial versus Agricultura Familiar Agroecológica.

<b>Temas</b>	<b>Agricultura “familiar” empresarial</b>	<b>Agricultura familiar agroecológica</b>
Producción	Producción de materias primas, basada en la intensificación, concentración y especialización de las producciones.	Producción de alimentos basada en el manejo inteligente de los recursos locales y la mano de obra familiar.
Enfoque socioeconómico	Orientado a la reproducción del capital.	Orientado como forma de vida.
Territorio	Desligada del territorio, disociada de la cultura y entorno local.	Ligada al territorio, manteniendo viva una cultura y una tradición.
Tecnología	Industrial, monocultivo, poco creativa.	Métodos agroecológicos. Tecnologías apropiadas y diseños sostenibles; implícitos en ellos los procesos de innovación campesina.
Proceso	Descampesinización, éxodo rural.	Recampesinización.
Mano de obra	Industrializada, tiende a la movilidad de la mano de obra rural.	Fundamentalmente la familiar.
Diversidad	Producción especializada.	Producción diversificada.
Funciones	Productiva y de reproducción de capital.	Generación de varios servicios ecosistémicos y socioeconómicos.
Consumidor	Desconexión entre la producción y el consumidor.	Producción conectada al consumidor.
Empleo	Su desarrollo implica pérdidas de empleos agrarios.	Genera autoempleo para la familia y el entorno local.
Mercado de insumos	Alta importadora de insumos externos al agroecosistema.	Independiente del mercado de insumos externos haciendo uso de los recursos endógenos y las FRE.
Población rural	Tiende al crecimiento a partir de la adquisición de otras fincas familiares.	Desarrollo y fortalecimiento intergeneracional de familias campesinas, manteniendo la cultura y tradiciones rurales.
Manejo de los recursos naturales	Para la obtención de beneficios económicos sin importar las externalidades negativas en los recursos naturales.	Preservación del paisaje y de los recursos naturales.
Residencia	Por lo general no viven en sus fincas.	La finca es el hogar de la familia.

Elaboración propia a partir de van der Ploeg (2008, 2013) y López (2014).

Ante todos estos argumentos, la importancia de la agricultura familiar, los nuevos retos para el logro de agroecosistemas resilientes, entre otros, es preciso generar modelos agroecológicos que sean apropiados a las condiciones ambientales, culturales y productivas de cada región. En un contexto actual de cambio climático, recursos naturales degradados, pérdidas de tradiciones vinculadas al entorno rural, crisis financiera, entre otros, nuevamente tributa y aporta la alternativa agroecológica, con sus fundamentos científico-prácticos, a la transición de sistemas de producción agropecuaria hacia los objetivos planteados anteriormente, a la par de políticas gubernamentales que ofrezcan garantías para su fomento y desarrollo escalonado.

## 1.2 TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA

La transición agroecológica (TA) se define como un proceso multidimensional de cambio (ambiental, tecnológico, socioeconómico y político) que ocurre a través del tiempo y conlleva a una transformación de los sistemas convencionales de producción hacia otros de base agroecológica (Caporal y Costabeber, 2000; 2004a; 2004b). La TA está íntimamente relacionada con las condiciones ambientales de cada agroecosistema y de adaptación a dicha realidad, comprometida y condicionada por los procesos socioculturales y organizativos de su entorno (Marasas *et al.*, 2012; Tiftonell *et al.*, 2012; Gliessman, 2014).

El diseño y manejo agroecológico requieren de procesos de innovación contextuales y transdisciplinarios (Vázquez, 2010) ya que, para el logro de sistemas socioecológicos autosuficientes, diversificados y económicamente viables, deben existir diseños de sistemas integrados con tecnologías adaptadas al medioambiente local, que están dentro de las posibilidades de los agricultores (Altieri y Nicholls, 2013).

La consolidación de la TA dependerá, por un lado, de la generación y validación de alternativas tecnológicas apropiadas y apropiables para cada contexto específico y por el otro, de la resolución de aquellos conflictos de intereses que dinamicen los procesos de resistencia, confrontación y finalmente de adaptación social (Sevilla *et al.*, 2006; Tiftonell, 2013b).

Un proceso de TA implica el desafío de generar soluciones tecnológicas en un escenario hegemoníicamente adverso y por consiguiente, la importancia de la innovación y la experimentación campesina, sumado a ello la discusión y la confrontación de distintos intereses, y posiblemente contradictorios, de los actores involucrados (Marasas *et al.*, 2014).

Gliessman (1998) fue de los precursores de las diferentes metodologías para la TA, reflejando en sus estudios que el proceso de conversión de sistemas convencionales a sistemas diversificados de baja intensidad de manejo se compone de tres fases fundamentales:

1. Eliminación progresiva de insumos agroquímicos mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de los insumos externos a través de estrategias de manejo integrado de plagas, malezas, suelos, etcétera.

2. Sustitución de insumos sintéticos y prácticas convencionales por otras alternativas ambientalmente más beneficiosas.
3. Rediseño del agroecosistema de forma tal que funcione sobre las bases de un nuevo conjunto de procesos ecológicos, subsidiando su funcionamiento sin necesidad de insumos externos sintéticos u orgánicos.

Con posterioridad, este autor incluye una cuarta fase muy a tono con la presente investigación: “*Cambio de ética y de valores...una transición hacia una cultura de sostenibilidad*” (Gliessman *et al.*, 2007; Gliessman, 2014). Con lo que se refirió a la educación y la cultura para la producción y consumo de alimentos, por parte de campesinos y consumidores.

Se debe tener en cuenta que para la conversión, no es suficiente copiar prácticas de manejo de fincas consideradas faros agroecológicos o la sustitución de insumos contaminantes, sino que se deben asegurar las interacciones según los principios de la Agroecológica como ciencia y de numerosas variables sociales, culturales y políticas; pues cada diseño es contextual y lo que se podrá repetir son las sinergias que hacen que un agroecosistema sea sustentable en el tiempo (Altieri, 2009; Altieri y Nicholls, 2007; Caporal, 2013).

Marasas *et al.* (2012) aseguran que se requiere conocer los argumentos y las variables que influyen en la toma de decisiones de los campesinos, las estrategias colectivas de organización que fortalezcan las que se vayan tomando y el poder de negociación con otros actores, además políticas públicas y redes institucionales que estimulen y generen una estructura de sostén para la perdurabilidad y sustentabilidad de dichas experiencias. A través de marcos normativos aplicados a la agricultura familiar se favorecerá su desarrollo escalonado. Los retos más importantes serán la sistematización de los procedimientos y la institucionalización de los procesos de planificación desde los niveles locales hasta el nivel nacional (Kammerbauer *et al.*, 2001).

En este contexto, la dimensión institucional juega un papel fundamental para el logro de sistemas familiares sustentables, en el papel de las distintas instituciones como entidades capaces de llevar a cabo las medidas referentes al logro de la sostenibilidad socioeconómica y ambiental de estas familias campesinas en su entorno (Lehtonen, 2004).

Al mismo tiempo, debe existir una comunión entre el productor del alimento y su consumidor, y la necesidad de un tratamiento integrado y coherente a los alimentos en su recorrido desde la tierra hasta la mesa, pues la transición agroecológica debe estar protagonizada por las familias campesinas, los consumidores y el concurso de políticas públicas que hagan avanzar la transición.

La sociedad debe comprender la importancia de la TA y de las familias campesinas, cuya vocación de producir alimentos variados, nutritivos y saludables, debe ser estimulada, apoyada y valorada.

Se requiere necesariamente de las políticas y de la acción colectiva para estrechar vínculos entre el total de actores vinculados y aprovechar las fortalezas de cadenas de suministro cortas que permitirán entre otras ventajas, la reducción del número de eslabones e intermediarios que pueden reducir los costos de los consumidores (por lo general, los intermediarios no agregan valor al producto sino que lo encarecen estableciendo altos márgenes de ganancia), mayores beneficios para los campesinos y facilitar que todos sepan el origen de los alimentos que consumen. Esto, sin dudas aportará a la cultura agroecológica de la sociedad en general y fortalecerá la TA.

### **1.2.1 Metodologías para la transición agroecológica**

Para garantizar la participación activa de los campesinos en los procesos de conversión agroecológica se han desarrollado varias metodologías, entre las que se destacan: el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), la Investigación Acción Participativa (IAP) y la Metodología de Campesino a Campesino (CAC).

El MESMIS se ha implementado para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, la cual presenta una serie de características en su enfoque. Esta metodología parte del supuesto de que un agroecosistema sustentable es aquel que posee los siguientes atributos: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autosuficiencia (Astier *et al.*, 2002). Cada uno de ellos puede evaluarse a través de diversos criterios diagnósticos (tabla 6) por medio de los cuales se proponen indicadores que permitirán evaluar el grado de sustentabilidad del sistema (Astier *et al.*, 2008).



Tabla 6. Atributos y criterios diagnósticos de un agroecosistema sustentable, según MESMIS.

<b>Atributos</b>	<b>Criterios diagnóstico</b>
Productividad	Eficacia y eficiencia productiva. Rendimiento obtenido.
Estabilidad Confiabilidad Resiliencia	Tendencia de los rendimientos. Empleo de recursos renovables. Diversidad biológica y económica. Prevención de riesgos.
Adaptabilidad	Opciones productivas. Capacidad de cambio e innovación. Proceso de capacitación.
Equidad	Distribución de costes y beneficios. Democracia en las tomas de decisiones. Participación efectiva.
Autosuficiencia	Control de las relaciones con el exterior. Nivel de organización. Dependencia de recursos externos.

Fuente: Astier *et al.* (2008).

El MESMIS ofrece respuestas endógenas porque considera el factor local como aspecto fundamental del diagnóstico. Por esa misma razón, es un método en permanente construcción (Astier *et al.*, 2008).

Se han presentado avances en adaptar los esquemas participativos, interdisciplinarios y flexibles que caracterizan al MESMIS con la finalidad específica de evaluar la resiliencia a la variabilidad climática. Este tipo de estrategias puede ayudar a elevar la utilidad del conocimiento local para la evaluación de la vulnerabilidad de comunidades campesinas a eventos climáticos extremos, además de contribuir al desarrollo de estrategias regionales apropiadas para su adaptación (Rogé y Astier, 2013).

Por su parte la CAC es una metodología dinamizadora, que coloca al campesino y a su familia como protagonistas del proceso de conversión de sus predios (Machín *et al.*, 2010).

Kohlmans (2006) la define como *“una forma de promoción y mejoramiento de los sistemas productivos, para situarlos en condiciones de alcanzar mayores índices de sostenibilidad, partiendo del principio de que la participación y empoderamiento de sus propios actores son elementos intrínsecos del desarrollo sostenible, que se centra en la*

*iniciativa y el protagonismo de campesinos y campesinas*”, criterios que apoyan Machín *et al.* (2010).

Uno de los elementos fundamentales de esta metodología es el descubrir, reconocer, aprovechar y socializar el rico acervo de conocimientos de las familias y comunidades agrícolas, ligado a sus condiciones históricas concretas y a su propia identidad, demostrando mayor preocupación por las dimensiones sociales, económicas, ecológicas y culturales del trabajo campesino (Machín *et al.*, 2010). La CAC se basa fundamentalmente en cinco principios:

1. Empezar despacio y en pequeño.
2. Limitar la introducción de tecnologías.
3. Obtener éxito rápido y reconocible.
4. Experimentar en pequeña escala.
5. Desarrollar un efecto multiplicador.

Dentro de las fases de esta metodología se realizan diagnósticos rápidos participativos para identificar prioridades y mejoras que pueden ser introducidas inicialmente para comenzar los cambios, así como propiciar los intercambios de experiencias entre campesinos y promotores avanzados para observar logros y establecer compromisos. Simultáneamente, se establecen procesos de capacitación para facilitadores y promotores y se imparten talleres sobre prácticas agroecológicas (Machín *et al.*, 2010).

La IAP es otra metodología participativa para la TA, pues parte de la base de que no hay auténticos procesos de desarrollo si no involucran directamente y como protagonistas principales a los agricultores, a los cuales van dirigidos los proyectos, considerando sus realidades, necesidades, conocimientos y creencias (Vázquez, 2010).

El enfoque agroecológico considera que el conocimiento generado en centros de investigaciones y laboratorios debe complementarse con la propia percepción y conocimientos de los agricultores, a partir del diálogo de saberes entre el saber profesional y el de los campesinos, en un proceso de interacción creativa dentro de las comunidades rurales. A partir de la sinergia entre el conocimiento local y el científico, se pretende encontrar soluciones a los problemas de los productores. La IAP permite generar tecnologías apropiadas localmente según las distintas situaciones, los recursos disponibles y los objetivos de cada comunidad (Marasas *et al.*, 2012).

Esta metodología se postula como un marco metodológico que articula diferentes niveles jerárquicos (finca, sociedad local y sociedad mayor) en un proceso de cambio que introduce en el análisis la dimensión temporal con diferentes fases de desarrollo (Guzmán y Alonso, 2007) entre las que se encuentran:

- La observación participante para la búsqueda y análisis de información secundaria.
- La investigación participativa que pretende realizar un diagnóstico participativo de los problemas de la producción agraria en la zona, establecer las relaciones entre ellos, categorizarlos por orden de importancia, identificar soluciones con orden de prioridad, asignar tareas y establecer un proceso de seguimiento del proceso de transición.
- La acción participativa para la creación de redes de trabajo conjunto entre grupos sociales con similares intereses para generar sinergias mediante la puesta en marcha de acciones conjuntas, optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles, movilizar recursos económicos, facilitar el intercambio de información, apoyar iniciativas y actuaciones decididas en el seno de las redes, y servir de foros de debate.
- La evaluación para la verificación del conocimiento producido y la evaluación de la efectividad de los cambios logrados como resultado de la acción a través del seguimiento de los indicadores propuestos; tiene como objetivo además, valorar todo el proceso en sí y generar información continua para reconducirlo en caso necesario.

En Cuba, con una amplia y activa participación de los diversos actores del sector agroalimentario, que priorizan el papel que juegan los campesinos, se ha implementado una metodología para fortalecer la innovación agropecuaria local implementada en dos etapas, una desarrollada durante el periodo 2001-2006, conocida como etapa del Fitomejoramiento Participativo (FP), y la otra actualmente conocida como PIAL (Programa de Innovación Agropecuaria Local) liderada por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). En el PIAL se llevan a cabo diversas estrategias para atender la problemática de la producción de alimentos agroecológicos con especial atención en la capacitación de hombres y mujeres del sector rural y a los procesos de innovación e

iniciativas locales de experimentación campesina. A través de este programa se benefician más de 50 000 campesinos, se involucran 12 instituciones cubanas de ciencia y tecnología, a su vez, conectadas con numerosas instituciones internacionales (INCA, 2007; Miranda *et al.*, 2011; Ríos, 2015).

En la actualidad el PIAL ha ampliado su aplicación en el país y está inmerso en desarrollar núcleos de innovación a escala local, creando así las bases para la existencia de un sistema de innovación que permita el acceso permanente al conocimiento, la adopción y generalización de este como parte importante del desarrollo de los sistemas agroecológicos en el país.

El PIAL consolida una red de innovación agropecuaria que involucra diversas instituciones de enseñanza e investigación agropecuaria, generando evidencias en la acción sobre alternativas para la producción y distribución de alimentos sobre bases agroecológicas, con un fuerte componente participativo orientado a las relaciones con equidad de género e inclusión social.

Otra metodología desarrollada en Cuba para la transición de sistemas especializados a agroecológicos integrados de ganadería-agricultura lo es el Marco Ecológico para Evaluar la Sostenibilidad (ECOFAS por sus siglas en inglés: “ECOLOGical Framework for the Assessment of Sustainability”), compuesta por varias etapas en las que se evalúan, monitorean, comparan, analizan y diseñan estrategias de manejo agroecológico (Funes-Monzote, 2009a) (figura 12).

A modo general, a pesar de todo el impacto y la importancia que tienen estas metodologías participativas en la transición agroecológica, todavía hay muchos factores que limitan o restringen la difusión e implementación de la agroecología más plenamente (Altieri y Toledo, 2011). Por tanto, además del papel fundamental de las reformas políticas, institucionales y de programas de investigación y desarrollo que garanticen que estas alternativas sean transferidas de forma masiva, equitativa y accesible, es de suma importancia que los políticos y decisores tengan una participación activa en todos estos procesos de conocimiento, práctica, validación y escalonamiento de buenos resultados.

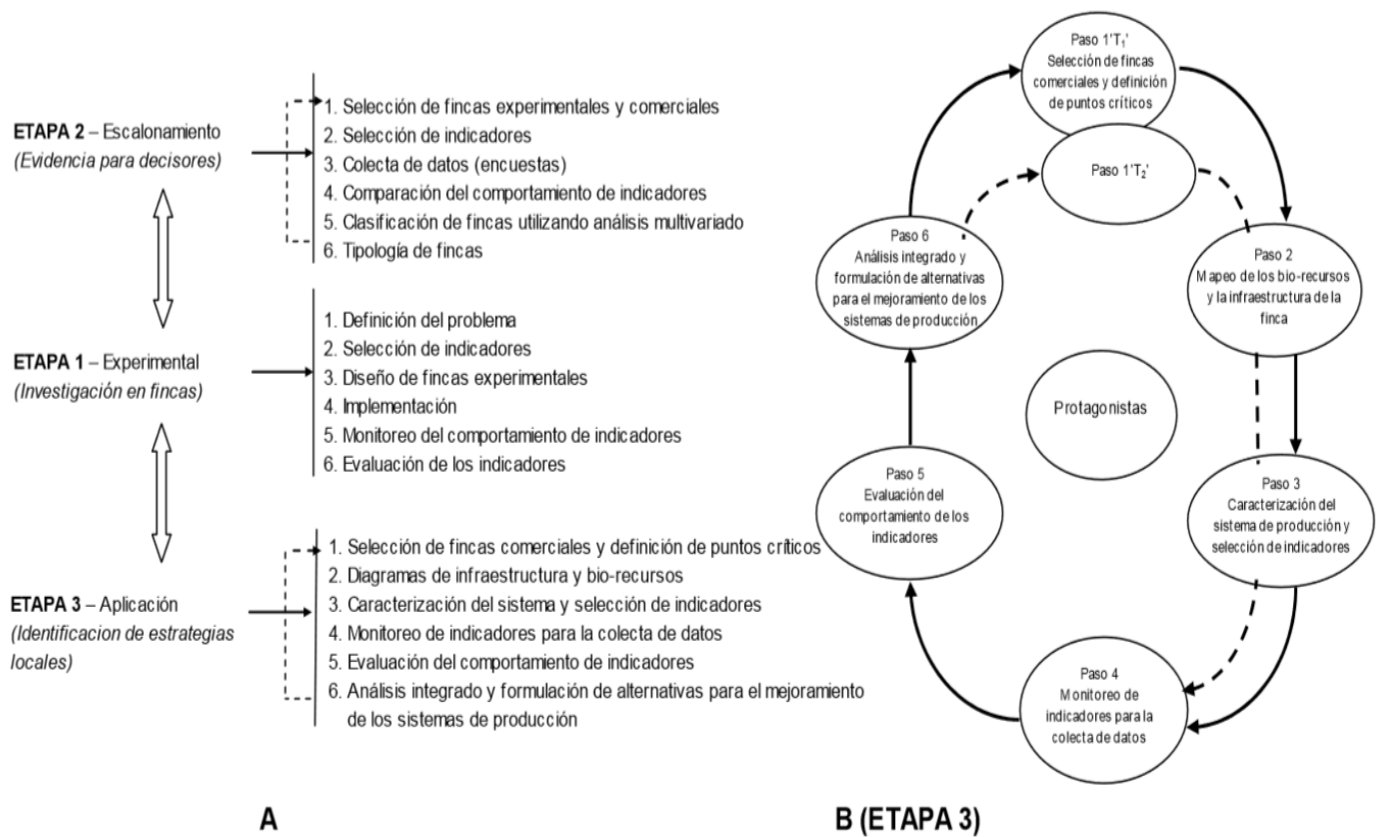


Figura 12. Representación esquemática de ECOFAS para convertir sistemas de producción especializados en integrados (A) y el ciclo operativo de la etapa 3 (B), a fin de identificar estrategias integradas para el desarrollo de sistemas de producción locales. Fuente: Funes-Monzote (2009a).

Las bases metodológicas deben ser planteadas y concebidas con participación política y con un fundamento jurídico-institucional que favorezcan estos procesos contextualizados a cada país y localidad.

Las metodologías expuestas tienen en común, como finalidad, la producción agrícola sostenible sobre bases agroecológicas y procesos que contribuyan a la TA. Las bases metodológicas que se construyen con esta investigación, se generan fundamentalmente para incidir en la resiliencia socioecológica de la agricultura familiar en Cuba, para fomentar la transición agroecológica y la producción sostenible con mínima dependencia del mercado de insumos externos, altos niveles de eficiencia y soberanía alimentaria, tecnológica y energética, garantizando a la vez, la continuidad, fortalecimiento y cultura intergeneracional agroecológica de cada familia campesina en su finca.

### **1.2.2 Ejemplos de transición agroecológica a diferentes escalas y contextos**

La TA es también un fenómeno multiescalar, existen varios ejemplos a nivel mundial de fincas faros o movimientos agroecológicos que así lo demuestran.

#### *Finca El Hatico*

La Finca El Hatico, por ejemplo, a una altura de 1000 msnm, temperatura promedio de 24°C, un régimen de precipitaciones promedio de 750mm/año y un área de 288 ha en el Valle del Cauca, Colombia, en una zona de bosque seco tropical, es un proyecto familiar de más de 100 años (familia Molina Durán) donde fundamentalmente en las últimas dos décadas existe un diseño y manejo hacia la transición agroecológica, basada en la integración agrícola-pecuaria-forestal, el uso mínimo de productos químicos y una activa participación familiar dentro de las actividades de la finca.

Es un sistema silvopastoril intensivo (SSI) con principios agroecológicos, que combina arbustos forrajeros sembrados en grandes densidades, árboles, palmeras y pastizales mejorados. La alta carga animal y la buena producción de leche y carne en estos sistemas se logran a través del pastoreo rotativo con cercas eléctricas y un suministro permanente de agua para el ganado. Tienen un diseño y manejo agroecológico de caña de azúcar, con la cual han logrado rendimientos de hasta 120 t/ha en comparación al promedio regional de 102 t/ha.

El 2009 fue el más seco registrado en los anteriores 40 años en El Hatico, con una reducción del 44% de las precipitaciones en comparación con el promedio histórico, y los agricultores detectaron una reducción del 25% en la biomasa de los pastos. La producción de forrajes del SSI se mantuvo constante durante todo el año y permitió neutralizar los efectos negativos de la sequía en todo el sistema. Como respuesta a las condiciones climáticas extremas, se ajustaron los niveles de carga animal y se aumentó la suplementación con energía. A pesar de ello, la producción de leche de la finca para el año 2009 fue la más alta registrada con un incremento del 10% en comparación a los cuatro años anteriores. Mientras tanto, los ganaderos en otras partes del país reportaron una severa pérdida de peso en los animales y altas tasas de mortalidad debido al hambre y la sed (Altieri y Nicholls, 2013).

### *Ecofuturo*

También en el Valle del Cauca, en la comunidad Buena Vista, municipio El Dovio, con una altura a 1 650- 2 000 msnm, en un área de 391 ha, existe un sistema compuesto por micro cuenca, área aislada, bosques ribereños y agroecosistemas, en el que se están generando a esta escala procesos locales de conservación, con una organización de base comunitaria llamada Ecofuturo.

A partir de la conversión agroecológica de sus agroecosistemas y el entorno que los rodea, se logra la restauración de servicios ecológicos y la recuperación de recursos como el agua y el suelo, los que sufrieron históricamente de una erosión extrema y pérdida de suelo, en muchos casos. Su meta es la conservación y recuperación de ecosistemas naturales y el mejoramiento agroecológico de los sistemas productivos.

Conservan especies de la flora y la fauna importantes en la región: árboles en peligro de extinción como el comino (*Aniba robusta* Klotzsch. & H. Karst. Mez), molinillo o copachí (*Talauma hernandezii* Lozano), palma de cera (*Ceroxylon alpinum* Bonpl. ex DC.), roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) y cedro rosado (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.); aves endémicas como la clorocrisa multicolor (*Clorochrysa nitidissima* Sclater) y mamíferos muy escasos en los paisajes rurales como el mono aullador (*Alouatta seniculus* L.).

Estos procesos de TA han estado acompañados desde 1987 por la Fundación CIPAV (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria). A partir de entonces arborizaron, desde cada espacio familiar, la micro cuenca los Saínos, para un total de 14 ha con 21 000 árboles. Los mismos pobladores exponen que lo importante fue reconocer, apropiarse y planificar su territorio sobre bases agroecológicas, además de integrar conocimientos con los técnicos (de los programas que brindaron apoyo) y las organizaciones de base. Señalan los aportes desde la investigación: los bancos forrajeros, sistemas agroforestales, cosechas de aguas de lluvia, filtros lentos de arena, biodigestores, plantas acuáticas, el trabajo investigativo-participativo de todos los habitantes, sustitución de bebederos para que el ganado no tome directo de la fuente de agua y evitar así ciertos daños que habían provocado con anterioridad.

En comunidad también se logra tener un botiquín veterinario y un fondo rotatorio. De esta unión existe en la actualidad en ese lugar pequeñas organizaciones como “Amigas del buen sabor”, un grupo de mujeres que promueven la cultura alimentaria; “Herederos del

planeta”, grupo de niños investigadores de la comunidad y CAMPAB, la Asociación de los hombres para el trabajo de mingas, entre otras.

En total son 197 familias las que hoy pueblan ese sector y que han establecido este proceso de conversión de una forma participativa bajo un mismo proyecto y esfuerzo comunitario.

#### *Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino*

Otro ejemplo de escalonamiento de la agroecología desde los pequeños espacios lo fue a través de la metodología de CAC en Cuba desde 1997 (figura 13), el Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino (MACAC) liderado por la ANAP, donde se estableció un sistema de métodos, procedimientos y técnicas que facilitaron desencadenar procesos de intercambio y aprendizaje entre familias campesinas y otros actores.

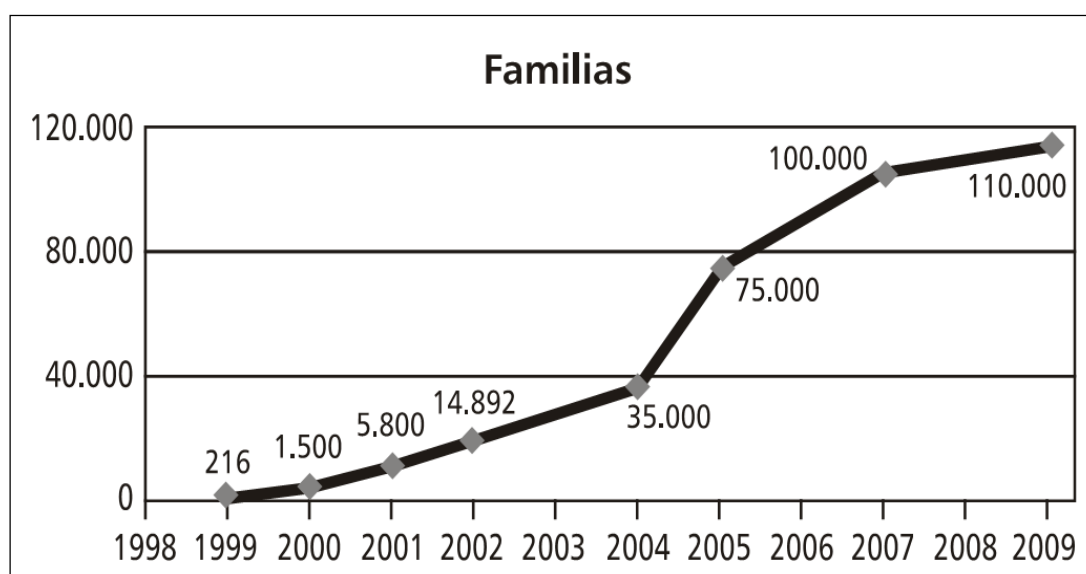


Figura 13. Tendencia del crecimiento de familias agroecológicas en los primeros 10 años de implementada la metodología CAC (1998-2009<sup>6</sup>). Fuente: Machín *et al.* (2010).

<sup>6</sup> A partir del 2009, con la implementación de nuevas leyes para la entrega de tierras estatales ociosas en usufructo, se ha incrementado el porcentaje de tierras en manos de familias campesinas y la incorporación de jóvenes a la producción agropecuaria, esto ha conducido además, a que el mayor porcentaje de tierras agrícolas esté bajo el régimen cooperativo en la actualidad.



Las características participativas que ofrece el MACAC y la tradición y hábitos de la ANAP, una ONG que atiende la organización y funcionamiento de las cooperativas en las que están agrupados los pequeños agricultores en Cuba, permitieron una transición agroecológica a un nivel superior. A pesar de que varios elementos de la agroecología, ya se estaban practicando en mayor o menor escala, fue el MACAC quien generalizó su disseminación, pues logró dinamizar la transmisión horizontal y la socialización del conocimiento y las buenas prácticas de unos campesinos a otros. Además, involucró adecuadamente, en condiciones de igual participación a técnicos, investigadores y directivos, lo que propició un diálogo de saberes con un sentido más profundo de pertenencia y un mayor compromiso social (Machín *et al.*, 2010).

#### *Otros ejemplos exitosos*

Existen sistemas con diseño y manejo agroecológico a gran escala con fines más específicos que han demostrado funcionar a través del tiempo. Entre estos resaltan: (i) el caso del cultivo de la uva en California, Estados Unidos; (ii) el proyecto Laguna Blanca en Argentina, como parte del mejoramiento del paisaje rural y con diferentes fines productivos y (iii) en España en las dehesas de Extremadura, con vistas a recuperar las grandes extensiones de tierras degradadas como consecuencia del monocultivo con ganado.

### **1.3 HACIA UNA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA EN CUBA**

El sistema agrícola cubano presenta tres formas de propiedad: cooperativa, estatal y privada (figura 14). Desde el triunfo de la Revolución y hasta los inicios de la década de los 90, la forma de propiedad predominante en el modelo agrícola fue la estatal. A partir de 1993, el cooperativismo, como forma no estatal, fue el modelo agrícola predominante, lo que estuvo marcado por el surgimiento de las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), de conjunto con las ya existentes CPA y CCS (Nova, 2014; MINAG, 2015a).

Estas cooperativas tienen una alta participación en la producción de alimentos a nivel nacional, producen por ejemplo el 94,2% del maíz (*Zea mays* L.), el 72,7% de la leche, el 86,5% del arroz (*Oriza sativa* L.) en cáscara húmedo, el 91,5% de las viandas, el 93,7% del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el 78,8% de las hortalizas (MINAG, 2015b). La mayor

participación la tienen las familias campesinas que integran las CCS y el sector privado, pues producen más del 57% del total de los alimentos en el país y el 63% de la leche (Nova, 2014) con sólo el 35,48% de la superficie agrícola (ONEI, 2015).

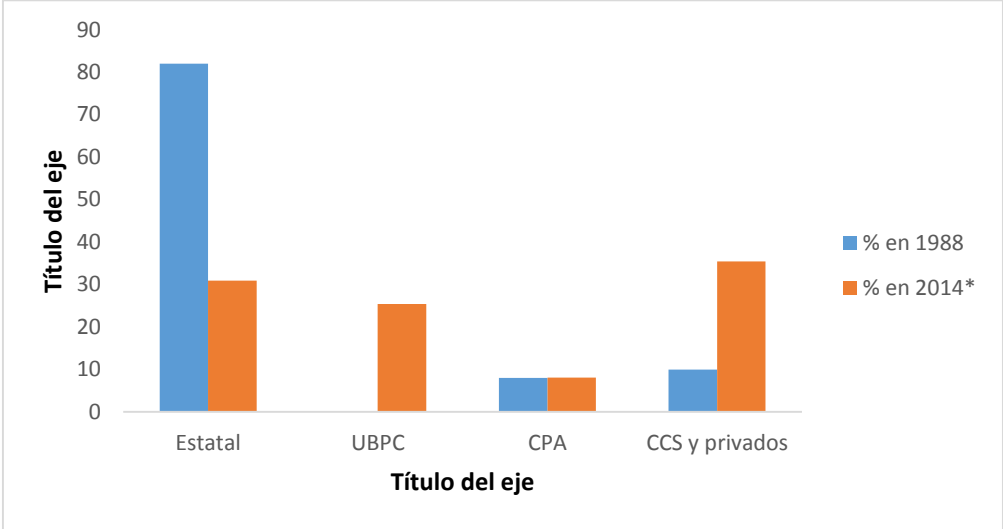


Figura 14. Porcentaje de la superficie agrícola por forma de propiedad en el modelo agrícola cubano. Fuente: Elaboración propia a partir de MINAG (2015a) y ONEI (2015).\*Para el 2014 están reflejadas las tierras entregadas en usufructo.

Todas estas formas del sector agrícola, juegan roles fundamentales en el desarrollo agropecuario y económico del país, por su aporte en la alimentación, la participación directa e indirecta en la conformación del PIB y el empleo de modo directo de cerca de la quinta parte de la población económicamente activa (Nova, 2014). También se destacan por los impactos que pueden provocar en la conservación o deterioro de los recursos naturales y la importancia que acredita la preservación de estos.

Actualmente, los efectos del cambio climático, el aumento de los precios del mercado de alimentos, el incremento de las importaciones, la degradación de los suelos y la baja productividad de este sector en la economía cubana, entre otros, son elementos que sugieren la imperiosa necesidad de transformaciones en el actual modelo de producción agropecuaria del país y el desarrollo de políticas públicas de fomento que aseguren una producción y consumo de alimentos sanos y nutritivos, con garantía de producción y acceso durante todo el año sobre bases sostenibles.

En el país existen conocimientos, tecnologías apropiadas, experiencias exitosas de fincas familiares a pequeña y mediana escala, proyectos de desarrollo de varias instituciones, y un modelo sociopolítico que favorece el desarrollo de la Agroecología como alternativa de producción, sin que haya que renunciar al modelo agroindustrial que puede existir en armonía con modelos alternativos que apoyen la producción y consumo de alimentos como un proceso que involucre a productores y consumidores interactuando en forma dinámica y operando en sistemas sustentables.

### **1.3.1 Necesidad de la transformación**

Cuba con un área de tierras agrícolas de 6 619 500 ha, lo que representa más del 60% del total del área del país (ONEI, 2015), no ha logrado autoabastecerse de alimentos (Casimiro, 2014). Su cultura agropecuaria se ha caracterizado (tabla 7) por una estructura social agraria en la que ha prevalecido como fuerza productiva, el obrero agrícola y no el campesino (Cruz, 2007), el monocultivo, la dependencia de mercados de exportación, la sobreexplotación de los recursos naturales (Funes, 2013) y la importación de alimentos. En los mal llamados años de “mayor desarrollo” en la agricultura cubana, durante el auge de la Revolución Verde (décadas del 70 y 80 del siglo XX), existió una infraestructura de punta en maquinaria agrícola y paquetes tecnológicos, sistemas de riego, disponibilidad y empleo anual de 17 mil toneladas de herbicidas y pesticidas y 1,3 millones de toneladas de fertilizantes químicos. Unido a la importación del 82% de los plaguicidas, el 48% de los fertilizantes y más de 600 mil toneladas de concentrados alimenticios para la ganadería, etc.; aun así el 57% de los alimentos necesarios para el abastecimiento de la población eran importados (Machín *et al.*, 2010; García *et al.*, 2014).

A partir de esa etapa, se incrementó la dependencia externa de alimentos y se agudizaron los impactos negativos sobre los suelos, la biodiversidad, la deforestación extensiva, además de los altos costos de producción (Funes, 2013) mostrando bajos niveles de autosuficiencia, ineficiencia en el uso de la energía, el desplazamiento y la pérdida de valores y tradiciones vinculadas a la vida en el campo y a la producción de alimentos (Funes-Monzote, 2009a).

Tabla 7. Algunas características de la agricultura cubana en diferentes períodos.

Período	Características	Fuentes bibliográficas
1899	<ul style="list-style-type: none"> <li>3,5 millones de ha de suelo en fincas; sólo el 10% cultivadas, de estas, alrededor del 50% de caña de azúcar.</li> </ul>	Valdés (2014).
1946-1957	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sólo el 22% de área agrícola estaba cultivada, 66% de esta era de caña de azúcar. Alta importación de alimentos.</li> </ul>	Rodríguez (1963).
1960-1988	<ul style="list-style-type: none"> <li>57% de la proteína y más del 50% de las calorías consumidas por la población eran importadas, así como el 97% del alimento animal.</li> <li>71% de la tierra agrícola pertenecía al sector estatal.</li> <li>Más del 52% de la superficie cultivada estuvo ocupada por productos destinados a la exportación (caña de azúcar, café y tabaco), correspondiéndole a la caña el 48,7% de la misma. Una parte importante de la tierra cultivada estuvo dedicada a pastos, llegando a ocupar un 35% del total de tierras agrícolas.</li> <li>En 1975 las importaciones de alimentos representaban el 19,5% del total.</li> </ul>	Machín <i>et al.</i> (2010); Nova (2001; 2010); ICGC (1978); Cruz (2007); Sánchez y Triana (2010).
1989-1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>57 % de la superficie cultivable del país era de caña de azúcar, más del 80% de la superficie agrícola pertenecía al sector estatal.</li> </ul>	Álvarez y Mattar (2004); Machín <i>et al.</i> (2010); MINAG (2015b).
1993-2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las importaciones de alimentos anuales representaban el 18,7% del total de las importaciones.</li> <li>Reforma en el modelo agrícola sobre la tenencia y explotación de la tierra vinculada a la desestatalización de la explotación agrícola mediante la entrega de tierras en usufructo gratuito por tiempo indefinido y la creación de las UBPC.</li> </ul>	Álvarez y Mattar (2004).
2003-2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las importaciones anuales de alimentos representaban el 15% del total, alrededor de 2 mil millones de dólares. Más de 2 millones de hectáreas de tierras agrícolas declaradas ociosas.</li> <li>Incremento de las tierras entregadas en usufructo a personas naturales y jurídicas con la puesta en vigor del Decreto Ley 259/2008, derogado posteriormente por el Decreto Ley 300/2012, lo que condujo a que el mayor porcentaje de tierras agrícolas estén bajo el régimen cooperativo.</li> </ul>	Chan y Freyre, (2010); García <i>et al.</i> (2014); Nova (2013).
2013-2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alto nivel de importaciones en alimentos (50% de las calorías y 75% de las proteínas totales diarias de la población), alrededor del 50% de las tierras pertenecen al cultivo de la caña de azúcar.</li> </ul>	García <i>et al.</i> (2014); CPP (2014).

En la actualidad, dentro de los cinco principales problemas ambientales en Cuba, se encuentra la degradación de los suelos, con el 76,8% de las tierras productivas afectadas por procesos que conducen a la desertificación y suelos de muy baja capacidad productiva. Las causas (figura 15) de este proceso de acuerdo con CPP (2014) son:

- Uso de maquinaria y prácticas de cultivos inapropiadas, que provocan compactación y erosión al suelo, la degradación de las capas superficiales, la reducción de la infiltración, el aumento del escurrimiento y la pérdida de este por el impacto de las lluvias.

- Manejo inadecuado de fertilizantes que producen acidificación de los suelos y bajos rendimientos de cultivos.
- Uso inadecuado del riego, agotamiento de los acuíferos y aumento de la salinidad de los suelos.
- Poco uso de prácticas agrícolas como los policultivos, la rotación de cultivos, la integración de ganadería-agricultura, entre otros.
- El fuego y los incendios (se estima que el 89% son de índole antrópica). Además de todo el impacto negativo a los suelos, por esta causa se estima que se liberan a la atmósfera, anualmente en Cuba, 199 681 t de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- Selección inadecuada de cultivos en relación con el potencial productivo para cada contexto.
- Deficiente manejo del ganado y política genética errada.

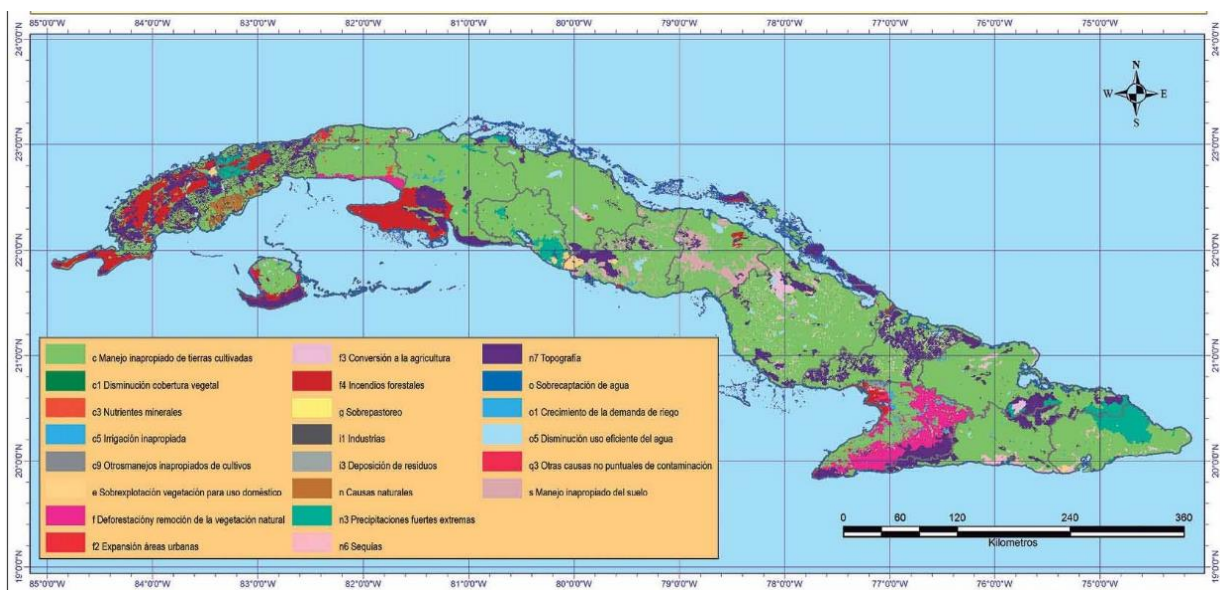


Figura 15. Causas biofísicas de la degradación de suelos en Cuba. Fuente: CPP (2014).

Estos factores se agravan como consecuencia de la acción de factores naturales y los efectos del cambio climático. El aumento gradual de la temperatura, que en los últimos 50 años se incrementó en 0,5 °C (CPP, 2014), estimándose entre 1,6 y 2,5 °C para el 2100 (O'Brien, 2000), está asociado con una reducción de la lluvia total anual de un 10 a 20%, con una disminución de las mismas en la estación húmeda e incremento en la estación seca (Lapinel *et al.*, 1993, citados por CPP, 2014).

Las sequías que afectan al país han duplicado su frecuencia en las últimas décadas. La incidencia de huracanes en el Caribe se ha elevado, la Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI) reconoce 109 fenómenos que han impactado directamente la Isla desde 1800 hasta 2014 (ONEI, 2015). En el 2008 por estas causas hubo pérdidas de 10 mil millones de USD en plantaciones agrícolas (Chan y Freyre, 2010). Unido a ello se prevé una reducción paulatina del potencial hídrico de las cuencas, la disminución del agua embalsada y su disponibilidad para el riego de los cultivos (Planos *et al.*, 1999; Rivero, 2005; citados ambos por CPP, 2014).

Según CITMA (2000), Urquiza (2003) y CPP (2014), la desertificación afecta el 14% del país, mientras que la salinización se hace presente en un millón de hectáreas. Por otra parte las afectaciones en el territorio nacional se clasifican en: fuerte erosión (2,9 millones de ha), drenaje deficiente (2,7 millones de ha), altos niveles de compactación (1,6 millones de ha), altos niveles de acidez (2,7 millones de ha) y bajos volúmenes de materia orgánica (4,7 millones de ha). Se reconoce que en miles de hectáreas coinciden más de una de estas afectaciones.

Estos procesos de degradación de los suelos, en algunos casos, ponen en peligro la resiliencia natural de los sistemas y su capacidad de recuperación (CPP, 2014), dando paso a fenómenos de histéresis.

El deterioro de las funciones de los ecosistemas reduce el potencial para adaptarse a los procesos de cambio climático (Álvarez, 2004). También las zonas rurales, con el deterioro de los suelos y medios de vida de su población, presentan problemas y tendencias demográficas insostenibles, caracterizados por despoblación rural y emigración (CPP, 2014).

El desarrollo económico del país depende en alta medida de una mayor producción local de alimentos. Las importaciones de estos ascienden anualmente a valores que rondan los 2 000 millones de dólares, una gran parte destinados a la asignación racionada que el Estado distribuye a la población y al consumo social en escuelas, hospitales, círculos infantiles y hogares de ancianos (Chan y Freyre, 2010; García *et al.*, 2014).

Cada año se incurre en un gasto mayor para la misma cantidad de alimentos, debido al alza de sus precios en el mercado internacional y al costo de los fletes, ambos relacionados directamente con el aumento del precio de los combustibles fósiles (Chan y

Freyre, 2010). Este crecimiento sistemático de importaciones ejerce resultados negativos en el balance de pagos debido a las deficiencias en la oferta doméstica.

Desde finales de la década del 80 hasta la actualidad, el sector agropecuario cubano es el de más baja productividad (aporta menos del 10% del PIB empleando más del 20% de la población económica activa), lo cual afecta a la economía cubana en su conjunto (García *et al.*, 2014). Lo anterior indica que este sector tiene un carácter estratégico para la economía del país, dado además por su representación en la estructura del gasto total de la familia cubana, que para la adquisición de alimentos destina entre el 70 y el 75% de su gasto promedio (Sánchez y Triana, 2010).

Sin embargo, en los peores años de la crisis, a raíz del “Período Especial”, cuando Cuba perdió más del 85% de sus mercados prioritarios, desapareció la URSS y se recrudeció el bloqueo económico implantado por los EEUU, hubo un proceso de cambio en la agricultura cubana como consecuencia de la necesidad del autoabastecimiento de alimentos en el país y surgieron importantes movimientos en torno al desarrollo agroecológico en familias de agricultores, programas como el Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino de la ANAP, el Programa de Agricultura Urbana y Suburbana y muchos proyectos de colaboración internacional de vital importancia relacionados con la desertificación y la sequía, la conservación de suelos y el rescate de su capacidad productiva, la producción local de alimentos, la diversidad y semillas, las mini-industrias de vegetales y frutas, entre otros no menos importantes.

Con el desarrollo de la agricultura familiar campesina sobre bases agroecológicas, el país consiguió sostener el primer golpe de la crisis. Pues aun contando los campesinos con el menor porcentaje de la superficie agrícola del país, contribuyeron a la recuperación del sector y a la alimentación de la población con recursos endógenos (Machín *et al.*, 2010; Martínez y Rosset, 2010; Rosset *et al.*, 2011). Luego con el auge del sector cooperativo este aporte ha incrementado sus niveles de participación en la producción de alimentos a nivel nacional (figura 16), dentro de él se destacan con mayor participación las familias campesinas pertenecientes a las CCS, como se puede observar en los resultados de la tabla 8 para el año 2011 (MINAG, 2013).

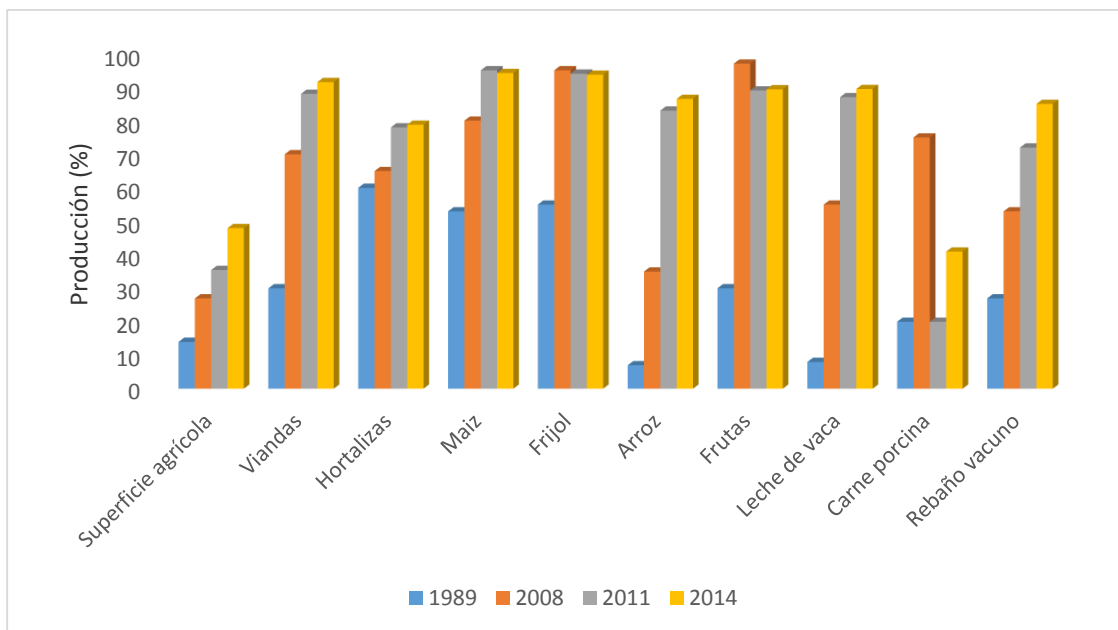


Figura 16. Contribución de la agricultura campesina a la producción nacional en diversos rubros<sup>7</sup>. Fuente: Elaboración propia a partir de Machín *et al.* (2010), MINAG (2013), MINAG (2015a) y ONEI (2015).

Sin embargo, según Funes-Monzote (2009a) estas transformaciones y el desarrollo de la agroecología, se produjeron con un enfoque más de sustitución de insumos que de cambio tecnológico.

En la actualidad, muchas familias campesinas siguen realizando prácticas agroecológicas, pero varios autores reconocen que las razones que han motivado el desarrollo de agroecosistemas menos dependientes, han estado inducidas por problemas económicos, ante la escasez de insumos y no dirigidos a la conservación de los recursos naturales o por convicción, lo que no da seguridad, que ante nuevas condiciones favorables y subsidios de paquetes tecnológicos convencionales, no se regresarían a métodos anteriores a los de la crisis económica que dio lugar a estas prácticas (Cruz, 2007; Funes-Monzote, 2009a; CPP, 2014).

<sup>7</sup> La superficie agrícola y la producción de los años 1989 y 2008 se refieren sólo a las CCS y CPA, los años 2011 y 2014 reflejan el total de las formas cooperativas.



Tabla 8. Porcentaje de la distribución de los volúmenes de producción agropecuaria según tipo de entidad en el año 2011.

<b>Producción</b>	<b>Total sector estatal</b>	<b>UBPC</b>	<b>CPA</b>	<b>CCS</b>	<b>Total sector cooperativo</b>
Arroz	17	15	3	65	83
Viandas	12	13	9	66	88
Hortalizas	22	5	4	69	78
Maíz	5	7	5	83	95
Frijol	6	8	7	79	94
Tabaco	2	3	14	81	98
Cítricos	67	12	2	19	33
Otras frutas	11	7	5	77	89
Leche	13	17	5	65	87
Carne vacuna	79	8	2	11	21
Carne porcina	80	1	1	18	20
Carne ovina	29	9	5	58	72
Carne caprina	19	7	4	71	82
Huevos	98	0	0	2	2

Fuente: MINAG (2013).

Otras familias campesinas convencidas de las ventajas de la agroecología, no la practican por los costos en que incurrirían con limitado retorno financiero inmediato, lo cual es incongruente con las características de sus economías, unido a la escasez de fuerza de trabajo rural, causada principalmente por la despoblación de las zonas rurales y lo poco estimulante que resulta en las nuevas generaciones el trabajo agrícola (CPP, 2014). Todo lo anterior significa, que el cambio necesario en la cultura y en la forma de pensar y actuar es aún algo no muy logrado, aunque existen avances importantes.

El contexto de fincas agroecológicas no dispone con el apoyo suficiente que les permita desarrollarse a una escala mayor, también se desperdician volúmenes considerables de la producción, debido a ineficiencias en los mecanismos de beneficio, empaque, transportación, conservación, y almacenamiento de alimentos (Funes-Monzote, 2009a). No obstante, las familias campesinas en el país han mantenido prácticas tradicionales, poseen una cultura agrícola y son el modelo de producción agropecuaria más productivo

y eficiente (Toledo, 2002; Machín *et al.*, 2010). En el 2011 produjeron más del 65% de los alimentos en el país con sólo el 25% de la tierra, con altos rendimientos por hectárea y una alta eficiencia energética (Funes-Monzote, 2009a; Rosset *et al.*, 2011).

Estos sistemas apoyados en robustas bases metodológicas para la transición de sistemas convencionales hacia sistemas agroecológicos y respaldados por políticas públicas de fomento, podrían incrementar los niveles de biodiversidad, resiliencia y eficiencia energética, que son las bases de la estrategia de soberanía alimentaria y de la Agroecología (Gliessman, 1998; Altieri y Toledo, 2011).

### **1.3.2 Perspectivas y retos**

*“En medio de la crisis del sistema alimentario global de dimensiones ecológicas, económicas y sociales, mientras que en todo el mundo existen múltiples modelos de desarrollo agrícola alternativo, que son comunitarios e impulsados por los mismos productores, que funcionan y son económicamente viables, Cuba ofrece uno de los pocos ejemplos donde se han adoptado cambios en la política y otorga considerables recursos gubernamentales que han apoyado este movimiento”* (Rosset y Bourque, 2001).

Hoy en Cuba, con los Decretos Ley 259/2008 y 300/2012, que han permitido la entrega en usufructo de más de 1,5 millones de hectáreas de tierras ociosas a productores (MINAG, 2015a), el desarrollo de un mercado de insumos biológicos en marcha, la descentralización del mercado de otros insumos y útiles que está en proceso de instrumentación, el otorgamiento de créditos, el incremento de precios a productos agropecuarios que se acopian por parte del Estado, más la base técnica y tecnológica existente en universidades y centros de investigaciones, se están creando algunas bases que pueden incidir en el desarrollo de una agricultura familiar agroecológica para garantizar el avance con pasos firmes hacia una seguridad y soberanía alimentaria en el país.

Lo anterior involucra avanzar en los propósitos de varios de los Lineamientos de la Política Económica del Partido y la Revolución aprobados en 2011 (tabla 9). Desde el 2007 a la actualidad se han estado implementando medidas que contribuyen a estos fundamentos (tabla 10).

Tabla 9. Algunos lineamientos de la Política Económica del Partido y la Revolución relacionados con la temática tratada.

Lineamiento	Descripción
133	Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente...
133	Priorizar estudios encaminados al enfrentamiento al cambio climático y... a la sostenibilidad del desarrollo del país.
133	Enfatizar la conservación y uso racional de recursos naturales... y la biodiversidad, así como el fomento de la educación ambiental.
177	....dejar de ser un importador neto de alimentos...
187	Desarrollar una agricultura sostenible en armonía con el medio ambiente...
183	...mecanismos de gestión más ágiles que contribuyan a reducir las pérdidas, al simplificar los vínculos entre la producción primaria y el consumidor final...mejorar la calidad de los productos que se oferten.
198	Priorizar la adopción de medidas que incentiven la incorporación y permanencia de jóvenes al sector agropecuario.
187	Continuar reduciendo las tierras improductivas y aumentar los rendimientos mediante la diversificación, la rotación y el policultivo.
247	Potenciar el aprovechamiento de las distintas fuentes renovables de energía...
197	Desarrollar una política integral que contribuya a la repoblación gradual del campo, adoptando medidas que estimulen la incorporación, permanencia y estabilidad de la fuerza laboral del sector y contemple el asentamiento familiar definitivo.

Tabla 10. Algunas de las medidas implementadas en el sector agropecuario cubano.

Período	Medidas
2007-2014	Incremento del precio de la leche, la carne bovina y algunos productos agrícolas.
	Contratación libre de la fuerza laboral.
	Ampliación del microcrédito agrícola.
	Descentralización de la comercialización de los productos agrícolas en el mercado minorista.
	Descentralización de funciones, identificando al municipio como el espacio clave para el desempeño y la toma de decisiones dentro de la actividad agrícola territorial.
	Venta directa a establecimientos, hoteles e instalaciones gastronómicas del turismo.
	Venta liberada de insumos y equipos, de forma experimental a partir de 2014 en la Isla de la Juventud.
	Constitución de los mercados agropecuarios con gestión cooperativa no agropecuaria.
	Entrega de tierras en usufructo mediante los DL Nros. 259, 282, 300 y 310.

Fuente: García *et al.* (2014).

Más del 70% de la producción agrícola y más del 65% de la producción lechera se obtienen en el sector no estatal. Implementar políticas dirigidas a esta forma de gestión

resulta decisivo, con la entrega de tierras en usufructo se incrementa el número de hectáreas para el desarrollo de la agricultura familiar campesina (García *et al.*, 2014).

El apoyo de instituciones y centros de investigaciones a través de proyectos como BIOMAS-CUBA, PIAL, Co-Innovación, Agrocadenas y BASAL, entre otros, refuerzan el desarrollo de capacidades en varias de estas fincas familiares, para resolver problemas locales y desarrollar agroecosistemas capaces de enfrentar y mitigar los efectos negativos del cambio climático. A pesar de ello, deben crearse alianzas interinstitucionales que posibiliten un avance mayor, cuyo fortalecimiento se origine en la unión de factores y cuerpos legales que apoyen el desarrollo agroecológico y el logro de la soberanía alimentaria en Cuba.

Se necesita un enfoque más integrador de la agroecología para conectar las diversas líneas de investigación, extensión y generar bases metodológicas que conecten los diferentes niveles de conocimiento al nivel del agroecosistema completo (Altieri, 2009), incluyendo el entorno ecológico, sociocultural y político.

Con bases metodológicas agroecológicas y de forma participativa, se podrían fortalecer y rescatar tradiciones perdidas en los campos cubanos, a la vez de permitir la creación de una nueva y pertinente cultura enfocada al contexto actual, que al desarrollarse desde la célula fundamental de la sociedad (la familia) permita desarrollar en estas fincas, espacios de aprendizaje intergeneracionales, consolidados gracias a los avances de la innovación y la experimentación campesina, así como los lazos con los diferentes centros de investigaciones, interactuando constantemente con el entorno y como parte de redes de circuitos de comercialización que pueden extenderse a asentamientos rurales y urbanos.

Estas familias en fincas agroecológicas, apoyadas por proyectos y políticas de Estado, serán capaces de restaurar la biodiversidad, el manejo agropecuario sobre bases sostenibles y ocupar espacios que no son de interés a la gran empresa agrícola (estatal). Por ejemplo, en zonas de difícil acceso con pendientes que imposibilitan el trabajo con maquinaria, o en suelos degradados u ociosos (Casimiro, 2014). Paralelamente, las fincas familiares agroecológicas permitirán responder con nuevos conocimientos a los efectos actuales del cambio climático, la escasez de insumos, la degradación de los recursos naturales, además de desarrollar agroecosistemas altamente resilientes y

vincularse a través de mercados justos a un consumidor local y nacional cada vez con mayor conocimiento de la importancia de una alimentación sana.

Según García *et al.* (2014), el sector agropecuario en el país aporta aproximadamente el 50% de la energía y el 35% de las proteínas totales diarias que consume la población cubana, el resto son importaciones.

Por lo general en casi todos los países, el incremento en las importaciones afecta a la producción local, sobre todo, a los pequeños campesinos y pobladores, algo que no sucede en Cuba, puesto que estas no compiten con los mercados locales, a los que el gobierno presta atención, pero la oportunidad de importar alimentos hace que, de cierta forma, se le reste prioridad e incentivos a las producciones locales (Chan y Freyre, 2010). En Cuba, existen alrededor de un millón de hectáreas de tierras agrícolas estatales declaradas ociosas (García *et al.*, 2014; ONEI, 2015), las que podrían destinarse a fincas familiares agroecológicas y contribuir paulatinamente al logro de la soberanía alimentaria. Se necesita la aplicación eficaz de medidas ya previstas y otras encaminadas a apoyar la transformación pertinente del sector agropecuario y al desarrollo de fincas familiares agroecológicas, entre las que se encuentran:

- Consolidación de un mercado de insumos orgánicos y bienes de producción, en el momento oportuno y a precios adecuados, que se correspondan con los precios recibidos por la producción (Casimiro, 2007; García *et al.*, 2014).
- Política de precios ajustada a los costos de producción campesina agroecológica (Casimiro, 2007; Nova, 2013) y que estimule con precios mejor pagados a los campesinos, especialmente a los productos que sustituyen importaciones y que se pagan a precios elevados a través de ellas (Nova, 2013).
- Favorecer circuitos cortos de comercialización que abaraten costos de transportación y almacenamiento, a la vez que aporten en calidad y frescura a los productos ofertados en el mercado local.
- Sensibilización, inclusión y participación del consumidor en las decisiones en torno al mercado de productos agroecológicos.
- Garantizar el marco adecuado para el otorgamiento de créditos blandos a las familias que opten por el desarrollo agroecológico de sus fincas, uso de tecnologías apropiadas y fuentes renovables de energía.

- Fomento a la agroecología a partir del estímulo a familias campesinas a través de medios honoríficos, económicos y jurídicos.
- Fomentar estilos de vida en la población, tanto rural como urbana, que permitan resolver sus necesidades actuales y futuras con los recursos disponibles.
- Creación y desarrollo de un programa nacional que fomente la agroecología como base del desarrollo local, que contribuya con la seguridad y soberanía alimentaria de la población y el desarrollo de una nueva cultura de vida en fincas campesinas y comunidades rurales, en la que pueda apreciarse que vivir en el campo y de él, es un placer que mejora el bienestar humano y realiza una importante contribución a la construcción de una sociedad socialista próspera.

## **CAPÍTULO II. Evaluación de la resiliencia socioecológica en la Finca del Medio, Cuba**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

La tendencia del desarrollo del modelo agrícola cubano posterior a la Revolución de 1959 y anterior a los años 90, se basó en una agricultura industrial, de altos insumos, baja eficiencia y alta dependencia externa; sustentada en una gran disponibilidad y uso de recursos foráneos, lo que, entre otros factores, creó una mentalidad entre los campesinos de que sólo con altos insumos, elevada mecanización e inversiones por área, se pueden obtener altas producciones (Nova, 2009; CPP, 2014; García *et al.*, 2014).

No obstante, las familias campesinas obtuvieron resultados productivos favorables, sobre la base de una escala productiva menor, el uso eficiente de los limitados recursos, un mejor aprovechamiento y conservación de los recursos naturales en sistemas diversificados, la utilización de la tracción animal y las fuentes alternativas de energía, la asociación y rotación de cultivos, la producción de semillas y el uso de las excretas como abono. Circunstancias que amortiguaron el impacto del denominado “Período Especial” a partir de los años 90 y garantizaron rápidos crecimientos productivos que paliaron la crisis alimentaria y favoreció el avance del MACAC en los años próximos (Nova, 2009; Machín *et al.*, 2010).

El MACAC demostró en Cuba el papel que pueden jugar las familias campesinas a través del diseño y manejo agroecológico, en el aporte a la soberanía alimentaria del país. Sin embargo, el desarrollo de la agroecología se ha sostenido más como sustitución de insumos que como cambio tecnológico (Funes-Monzote, 2009a; Machín *et al.*, 2010) y palidece en la actualidad ante las nuevas relaciones de apoyo con los países del ALBA (Alternativa Bolivariana para las Américas) y la disposición nuevamente de insumos para la producción agropecuaria de forma convencional.

La población rural envejece y no existe motivación por parte de la juventud para insertarse a la vida campesina. A pesar del incremento de productores agrícolas con la entrega de tierras ociosas en usufructo para un total de 312 296 usufructuarios (ONEI, 2015), estos se están desarrollando principalmente desde una agricultura a distancia sin la seguridad

de un relevo generacional para garantizar la cultura y el desarrollo de la agricultura familiar en el país, mucho menos de la agroecología.

Por tanto, sobre las bases conceptuales, metodológicas y prácticas expuestas en el Capítulo I, corresponde en este segundo capítulo exponer la solución al problema científico planteado en esta investigación. El estudio se dedicará a la generación de bases metodológicas que favorezcan la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba, a partir de un estudio longitudinal en la transición agroecológica de una finca representativa del sector campesino cubano durante los últimos 20 años, y la evaluación de criterios ecológicos, tecnológicos, socioeconómicos, políticos y culturales.

En este contexto, son diversos los avances científicos existentes en la evaluación y análisis sistémico de los sistemas de producción para la transición agroecológica, principalmente los estudios de sostenibilidad (Astier *et al.*, 2008; Dellepiane y Sarandón, 2008; Sarandón *et al.*, 2006, 2014; Velásquez, 2011; Wehbe *et al.*, 2015), de biodiversidad (Funes-Monzote, 2009a; Griffon, 2008, 2009; Leyva y Lores, 2012; León, 2010; Vázquez, 2013b, Vázquez *et al.*, 2014), de procesos de conversión (Vázquez *et al.*, 2015), de eficiencia energética (Funes-Monzote, 2009a) así como, el estudio de resiliencia de Henao (2013) comparando prácticas de manejo cultural con enfoque agroecológico y convencional.

No se apreciaron antecedentes en la bibliografía para la medición de la resiliencia socioecológica de sistemas familiares, ni bajo el análisis integral de índices de soberanía alimentaria, tecnológica, energética y económica. No obstante, Altieri *et al.* (2012) plantean varios requisitos básicos de SA, ST y SE, que sirvieron de base metodológica y conceptual para la presente investigación.



## 2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.2.1 Métodos y herramientas utilizadas

Con el objetivo de capturar y recopilar la información necesaria para estudiar la evolución de una finca familiar representativa del sector campesino cubano en el medio rural, a través de 20 años de TA, y generar bases metodológicas que ofrezcan principios que puedan ser universales y extrapolables para la resiliencia socioecológica de la agricultura familiar en el país sobre bases agroecológicas, se utilizaron las técnicas y métodos que a continuación se describen.

El estudio se dividió en tres períodos de transición y valoración de la transformación del sistema campesino de la finca Del Medio, donde en cada una de ellas se determinaron principios, rasgos y elementos fundamentales para la resiliencia socioecológica y transición agroecológica de fincas familiares en el contexto cubano. Los tres períodos se definieron considerando la orientación de la finca respecto al diseño y manejo del sistema, a partir de la transición que fue realizándose, que se enmarcó en tres momentos importantes y decisivos:

- Período I: 1995-2000.
- Período II: 2001-2005.
- Período III: 2006-2015.

Para la construcción de bases metodológicas de conversión agroecológica, se abordaron las transformaciones ocurridas en un conjunto de variables, las relaciones entre ellas, y el análisis en el tiempo de los cambios de estado y de manejo que ocurrieron en la TA de esta finca, donde se recolectaron datos en cada etapa y se caracterizaron los cambios realizados, sus determinantes y consecuencias.

Para cada período se estableció la medición de un conjunto de indicadores tecnológicos y de eficiencia, que permitieron determinar los índices de soberanía alimentaria (SA), tecnológica (ST) y energética (SE), así como la eficiencia económica (EEco), generándose una nueva metodología que se valida en cada etapa del estudio para determinar la resiliencia socioecológica de una finca familiar.

Gran parte de los indicadores se proyectaron a partir de la propuesta de Altieri *et al.* (2012), quienes plantean varios requisitos básicos de soberanía alimentaria, energética

y tecnológica y límites hipotéticos para cada una de ellas (figura 17). Del mismo modo, se introdujeron en el análisis los indicadores: Intensidad Innovadora de la Finca, modificado y adaptado a partir de Suárez (2003) y Hernández (2010) y el Índice de Aprovechamiento de Fuentes Renovables de Energía asociadas a tecnologías apropiadas, que forman parte de la novedad de la investigación. Para el análisis de la eficiencia económica se midieron los indicadores: Relación Costo-Beneficio y el Índice de Dependencia de Insumos Externos propuestos por Astier *et al.* (2008) y Sarandón *et al.* (2014).

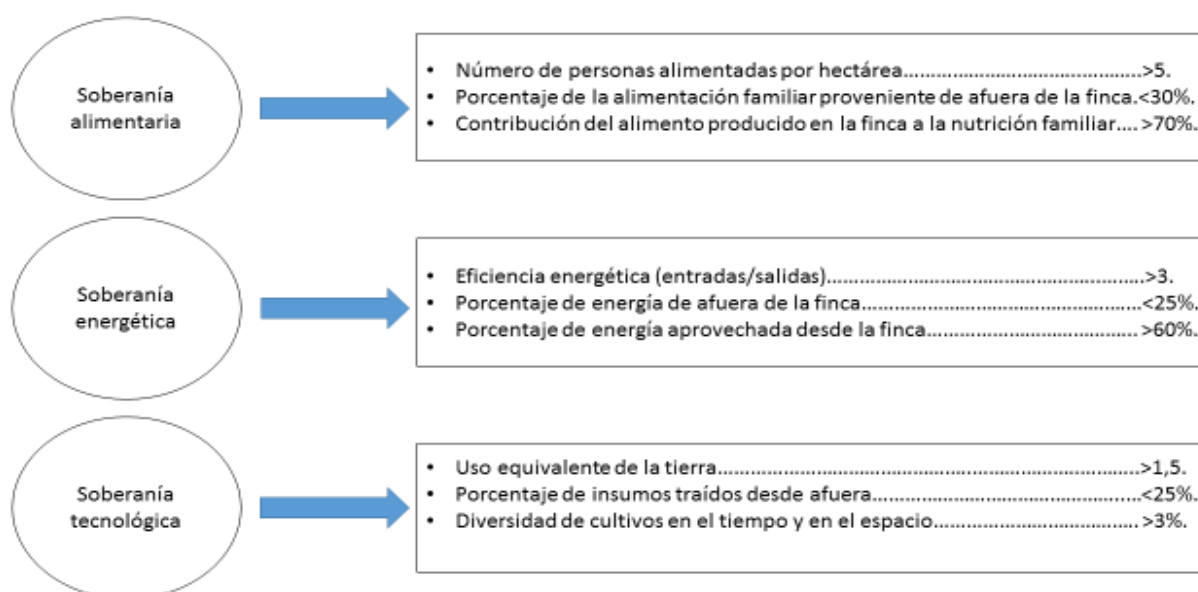


Figura 17. Valores límites hipotéticos establecidos para cada tipo de soberanía en una comunidad agrícola. Fuente: Altieri *et al.* (2012).

En general, la propuesta de medición de cada índice, la selección e idoneidad del uso de los indicadores para medir estos índices y los umbrales considerados muy favorables y muy poco favorables para cada uno de estos indicadores, fueron el resultado de un análisis valorativo en conjunto con un panel de expertos, utilizando la metodología Delphi (figura 18).

Para su estandarización y ponderación, una vez procesados los criterios de los expertos a través del Coeficiente de Concordancia de Kendall, se otorgó un grado de importancia o peso específico ( $W_i$ ) a cada variable, así como una escala de puntuación ( $P_i$ ), a partir de la utilización del Triángulo de Füller (Medina *et al.*, 2011).

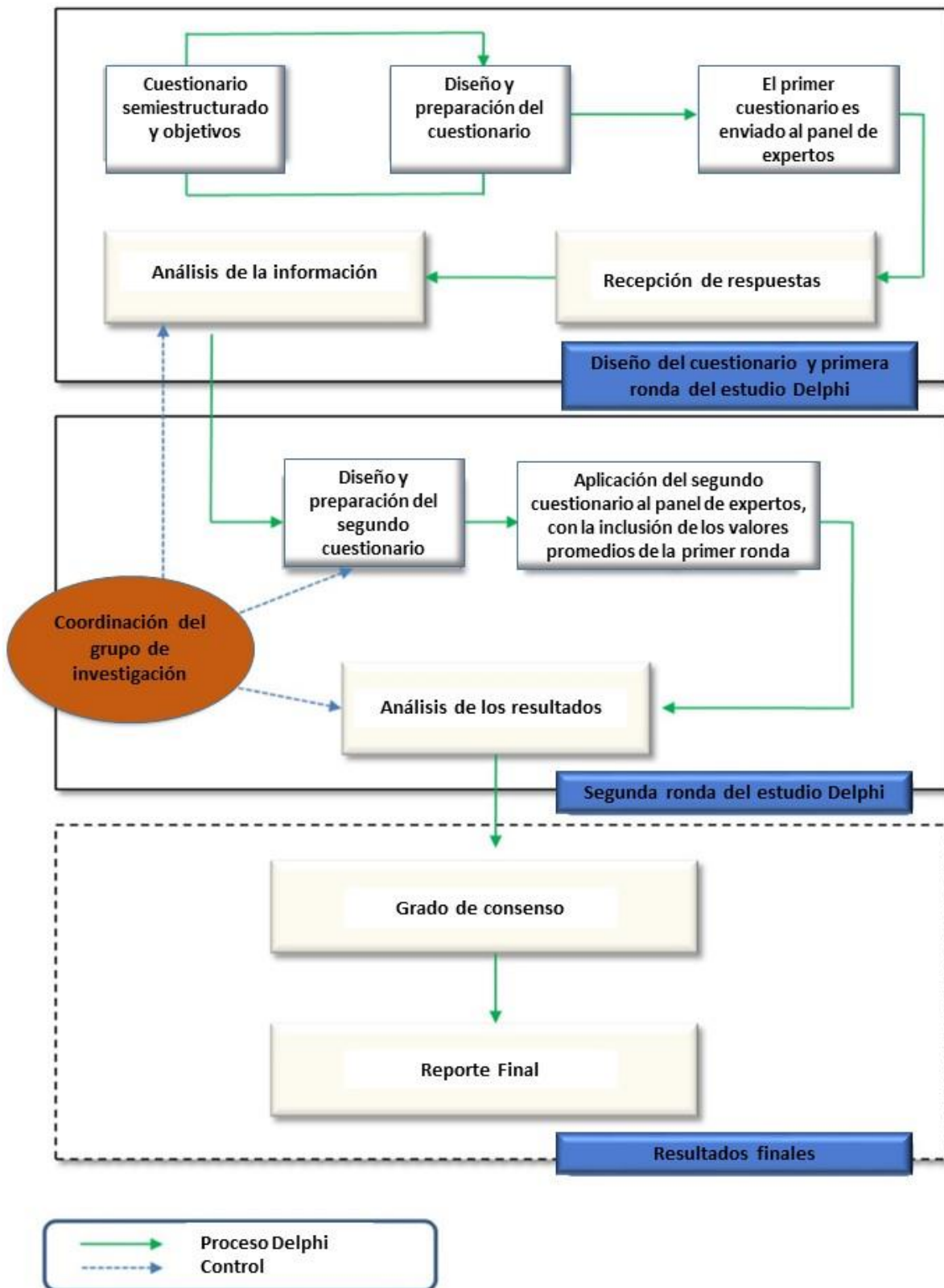


Figura 18. Metodología Delphi. Fuente: Horrillo *et al.* (2016).

Para la conformación del panel de expertos se estableció la selección de 13 especialistas en agroecología (Anexo 1).

A través del método de Kendall (Medina *et al.*, 2011) se verificó la concordancia entre los juicios expresados por el grupo de expertos. Se solicitó a cada uno emitir su criterio respecto a: la idoneidad del uso de los indicadores e índices propuestos, el ordenamiento según el grado de importancia de los mismos y los umbrales considerados muy favorables y muy poco favorables para cada uno.

Con esta información se conformó la tabla 11 para cada índice y variables correspondientes.

Tabla 11. Aplicación del Coeficiente de Concordancia de Kendall para la valoración del criterio de expertos.

Variables	Expertos					$\sum A_i$	$\Delta$	$\Delta^2$	Prioridad según importancia
	E1	E2	E3	E...	E13				
1	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>				
2	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>				
...	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>				
K						$\sum \sum A_i$			

Fuente: Modificado a partir de Medina *et al.* (2011).

A partir de esta información se calculó el Coeficiente de Concordancia de Kendall para cada índice, mediante la fórmula siguiente (expresión 1):

$$W = \frac{12 \sum \Delta^2}{[m^2 (k^3 - k)]} \quad (1)$$

Donde:

W = Coeficiente de Concordancia de Kendall.

K = Número de variables.

m = Número de expertos.

$\Delta = \sum A_i - T$

$$T = \frac{\sum(\sum A_i)}{K}$$

El peso específico ( $W_i$ ) de cada variable se determinó a partir de la utilización del Triángulo de Füller, donde los criterios fueron codificados con números naturales y se elaboró un triángulo que sirvió de base de comparación. Las características o variables de mayor peso constituyen las de mayor importancia y el valor de cada una representa su peso relativo (Medina *et al.*, 2011).

Para el cálculo del índice de SA, se utilizó un medidor ponderado que relaciona la puntuación dada por los expertos a cada variable correspondiente según el comportamiento de la finca en el período estudiado ( $P_i$ ), con los respectivos pesos según su importancia ( $W_i$ ) (expresión 2) y respecto a la máxima calificación que correspondería con el valor muy favorable de cada variable involucrada (5 puntos); asimismo, esta fórmula fue la utilizada para el cálculo de los demás índices de ST, SE y EEco.

$$SA = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times W_i)}{5 \sum_{i=1}^n W_i} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2)$$

Donde:

SA: Soberanía Alimentaria.

$W_i$ : Peso relativo o ponderación de la variable “i”.

$P_i$ : Puntuación otorgada a la variable “i”.

n: Cantidad de variables.

Para la colecta de la información se utilizó una ficha (Anexo 2) adaptada de Funes-Monzote (2009a). El apartado de la producción de la finca se expone de forma general, donde se refleja el ahorro de la familia, determinado por el valor de la sumatoria de todo lo que esta deja de importar al sistema en insumos para la producción o alimentación, porque es capaz de autoabastecerse de semillas, alimentos y energía.

En los insumos productivos, tanto energéticos como alimentarios, se incluyeron los alimentos para la familia que se importan, los gastos incurridos en servicios y mano de obra familiar o casual, entre otros. El análisis económico financiero se elaboró a partir de

datos reflejados en diferentes sesiones del cuestionario. Se incluyeron dos nuevos apartados referidos al diseño y manejo agroecológico y de residuales, presentes en la finca.

Para la medición de los indicadores Pe, Pp y los correspondientes al Índice de Soberanía Energética, se utilizaron los equivalentes energéticos y proteicos basados en los estudios de Funes-Monzote (2009a) así como el software “Energía” versión 3.01 (Anexos 3, 4, 5 y 6).

El indicador Intensidad Innovadora de la Finca (IIF) se utilizó para medir la intensidad innovadora de la finca familiar en el diseño y manejo agroecológico de su sistema, conceptualizado en este contexto como el nivel de ejecución de las actividades de innovación que existen en una finca familiar campesina para elevar la eficiencia; este indicador está compuesto por diversas variables (tabla 12). La propuesta se realizó a partir de una adecuación de los métodos y variables presentados por Suárez (2003) y Hernández (2010) consistente en la modificación de las variables, su valoración y la de sus pesos ( $W_i$ ) así como su escala de puntuación ( $P_i$ ), con la utilización de la metodología Delphi, el Coeficiente de Concordancia de Kendall y el Triángulo de Füller. El cálculo se realizó mediante la expresión 3.

$$IIF = \frac{\sum(P_i \times W_i)}{5 \sum W_i} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3)$$

Donde:

IIF: Intensidad Innovadora de la Finca Familiar.

$P_i$ : Puntuación otorgada a la variable  $i$ .

$W_i$ : Peso específico de la variable  $i$  según su grado de importancia;  $1 > W_i > 0$ .

El Índice de Aprovechamiento del Potencial de Fuentes Renovables de Energía (IAFRE) es un nuevo indicador introducido en el análisis y forma parte de la novedad de la investigación. El IAFRE está dado por el potencial de aprovechamiento de las FRE con tecnologías versus la demanda total de energía del sistema reflejada en kilowatts-horas. Para ello, se definió en cada etapa el porcentaje de energía aprovechada en un año dentro del sistema con las FRE y el uso de tecnologías apropiadas, midiéndose su equivalente en Megajoules y el costo energético en kWh que conllevaría el abastecerse igualmente de esta energía a partir de electricidad; la pertinencia y validez en el análisis

de este nuevo indicador para medir el índice de Soberanía Tecnológica fue el resultado de la consulta con el panel de expertos.

Tabla 12. Variables utilizadas para determinar la Intensidad Innovadora de la Finca.

<b>Variable</b>	<b>Conceptualización</b>
Tasa de generación de patentes, innovaciones y/o registros	Cantidad de patentes, innovaciones y/o registros que se han generado en la finca. Es una medida de la creación de conocimientos, tecnologías e innovaciones y aporta soberanía tecnológica.
Productos basados totalmente en prácticas agroecológicas	Son los productos de origen animal y vegetal que se producen en la finca y que se basan totalmente en el diseño y manejo agroecológico, sin insumos químicos, y se evalúa con respecto al total producido en la finca.
Superación del personal anualmente	Porcentaje de actores de la finca (propietario, familiares que residen en la misma y actúan –se exceptúan los niños pequeños que no participan en el proceso-, trabajadores contratados) que se capacitan anualmente, de diversas formas. La capacitación es clave para la innovación y experimentación campesina.
Estrategia de la finca	La estrategia puede estar formulada y se implementa, o no ser así pero existe un proyecto de diseño y manejo agroecológico que se aplica, o pueden estar en proceso de formulación, o no existir nada y actuar de forma reactiva al entorno. Pero una finca que sea agroecológica debe disponer de un “strategic framework” que permita visualizar a dónde se quiere llegar en un plazo mediano.
Proporción de trabajadores polivalentes	Proporción de actores (propietario, familiares que residen en la misma y actúan –se exceptúan los niños pequeños que no participan en el proceso-, trabajadores contratados) que realizan diversas labores en la finca.
Capacidad de cambio tecnológico	Valora aspectos tales como la generación de tecnologías y/o innovaciones en la finca, así como la asimilación/ adopción de tecnologías e innovaciones ajenas o desarrolladas en cooperación para el diseño y manejo agroecológico.
Contratos a largo plazo y estrecho vínculo con proveedores y clientes	Considera el grado de vinculación con proveedores (de insumos no pertinentes producir en la finca, conocimientos, tecnologías, etcétera.) y con clientes (de productos, experiencias e innovaciones), así como la formalización de estos vínculos, sea mediante contratos, alianzas, acuerdos o de otro tipo.
Nivel de vigilancia del entorno tecnológico y comercial	Considera el grado de monitoreo del entorno tecnológico (nuevos resultados científicos y tecnológicos, innovaciones, productos, servicios, acciones de capacitación) y comercial (precios, legislaciones, normativas, mercados).
Protección medioambiental en la finca	Valora el diseño y manejo agroecológico, el uso de insumos orgánicos y/o químicos para la nutrición y sanidad vegetal, el reciclaje de residuos, el aprovechamiento del potencial de las fuentes renovables de energía (FRE) existente.
Orientación de la finca	Considera el enfoque de la finca: el autoconsumo, las ventas minoristas y a mercados locales, a la industria local, provincial y nacional, y al sector turístico.
Flujo informativo interno y externo	Valora la articulación local y el grado de comunicación estable entre los actores de la finca y con el entorno de interés.
Cultura innovadora	Considera si los decisores (propietario, gestor y/o la familia) asumen riesgos e implican e incentivan a todos los actores (incluidos trabajadores).

Fuente: Adaptado de Suárez (2003) y Hernández (2010).

La información necesaria para el cálculo de los diferentes indicadores se obtuvo a partir del diagnóstico de la finca en cada período, a partir de encuestas, entrevistas y

mediciones de campo. El cálculo matemático se realizó en el marco de tiempo de un año, por tanto, los datos que se utilizaron fueron los valores promedios anuales, referentes a cada período de estudio.

Para determinar la resiliencia socioecológica, se asume que cada índice tiene una importancia relativa de igual peso, por tanto los índices de SA, ST, SE y EEco, se promediaron para calcular el Índice de Resiliencia Socioecológica (IRS) de la finca objeto de estudio en cada período analizado, a través de la fórmula matemática siguiente (expresión 4):

$$IRS = \frac{SA + ST + SE + EEco}{4} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4)$$

### 2.2.2 Representatividad de la finca objeto de estudio

La finca Del Medio es la base del presente estudio, por su representatividad en el sector de la agricultura familiar en Cuba, lo que se refleja en las características descritas a continuación.

- Pertenece al sector cooperativo cubano (este sector maneja el 71% de las tierras agrícolas en Cuba (MINAG, 2015b).
- Es una finca familiar (las fincas familiares campesinas aportan más del 65% de la alimentación del país (Machín *et al.*, 2010; MINAG, 2015b; ONEI, 2015).
- Más del 70% de las tierras en Cuba están degradadas (CPP, 2014). Esta finca en sus inicios se dedicó a los cultivos del tabaco y de maíz, los que se caracterizan por ser altos extractores de nutrientes del suelo, lo que conllevó a la degradación paulatina. Sin dejar de mencionar que dicho sistema presentaba muy baja diversidad vegetal y animal.
- El promedio de área de las fincas familiares en Cuba es de 11,5 ha, incluida la superficie que ocupa la vivienda (Fernández *et al.*, 2012). Esta finca posee un área de 10 ha.



- La mayoría de las fincas familiares en Cuba presentan una mezcla de prácticas tradicionales y convencionales (Vázquez, 2010). Esta finca transitó por las diferentes tipologías.
- La agricultura familiar campesina es practicada, por lo general, por campesinos asociados a CCS. La finca pertenece a la CCS Rolando Reina Ramos del municipio Taguasco, provincia Sancti Spíritus, Cuba.

## **2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **2.3.1 Área de estudio**

La presente investigación se realizó en la finca Del Medio, que pertenecía a la anterior finca Nueva, la cual comenzó a explotarse en 1942 y se destinó, fundamentalmente, al cultivo del tabaco y al autoabastecimiento familiar, mediante la utilización de prácticas tradicionales hasta 1975. En este año comienzan a establecerse técnicas convencionales basadas en el empleo de paquetes tecnológicos e insumos químicos.

A partir de 1994, al fallecer los propietarios originales, la finca es dividida en dos partes iguales, una de las cuales es la finca Del Medio, la cual constituye la base fundamental del presente estudio, en el período comprendido entre los años 1995 a 2015.

La finca Del Medio se caracteriza por ser familiar, cuenta con una extensión de 10 ha, pertenece a la CCS Rolando Reina Ramos y se encuentra ubicada en el municipio Taguasco, en los 22° 01' 03,75" de latitud Norte y a 79° 18' 17,34" de longitud Oeste, provincia de Sancti Spíritus, Cuba (figura 19).

El predio posee una altura promedio de 96 msnm, con una precipitación promedio anual de 1 292 mm, distribuyéndose el 92,9% en el periodo mayo-octubre y una temperatura promedio de 28°C<sup>8</sup> (figura 20). Predomina el tipo de suelo Pardo Sialítico (Hernández *et al.*, 1999) el cual se corresponde según (Hernández *et al.*, 2005) con el Orden Cambisoles (Soil Survey Staff, 2003) y se caracteriza por presentar topografía ondulada o ligeramente alomada. Los suelos de color pardo, y en ocasiones ligeramente ácidos, presentan contenidos de bajo a medio de materia orgánica, con buen drenaje superficial e interno y en general son afectados por procesos erosivos.

---

<sup>8</sup> Esta información se obtuvo a partir de un registro de precipitaciones y temperaturas existente en la finca Del Medio.

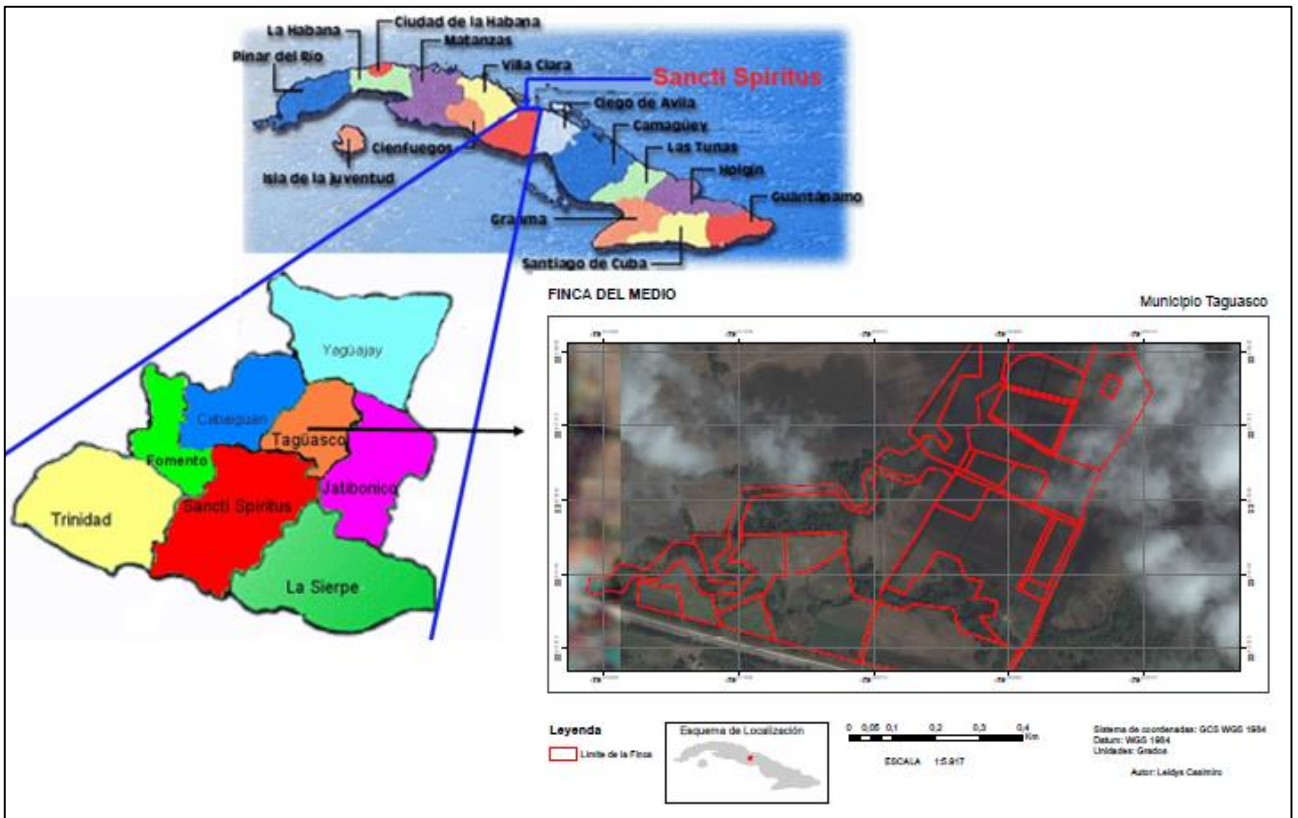


Figura 19. Ubicación geográfica de la finca Del Medio.

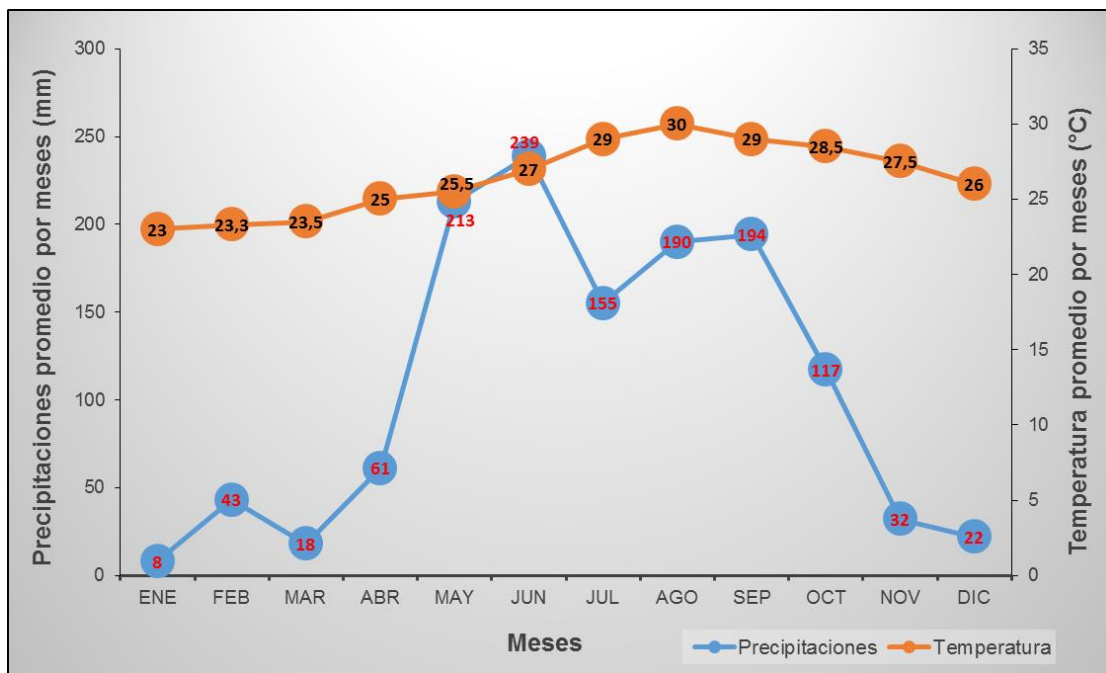


Figura 20. Promedio histórico mensual (periodo 2004-2015) de precipitaciones y temperaturas en la finca Del Medio.

Este tipo de suelos son los más extendidos en Cuba (27%) y se encuentran representados en todas las provincias, siendo más representativos en la parte Central y Oriental (Instituto de Suelos, 1999; ONEI, 2015). Entre los principales factores limitantes se encuentran: relieve ondulado, poca profundidad efectiva, compactación, hidromorfía en las zonas bajas y pedregosidad.

### **2.3.2 Períodos de transición agroecológica de la finca.**

La finca Del Medio en el proceso de transición agroecológica desde 1995 a 2015 presentó tres períodos que se diferenciaron considerablemente uno del otro, teniendo en cuenta la proyección estratégica de la familia campesina y el diseño y manejo del sistema socioecológico. Por lo que el estudio se centra en el análisis de los indicadores, índices y procesos de transformación para cada uno de estos momentos.

Los diferentes períodos evaluados en el desarrollo del estudio de caso son:

Período I (1995 a 2000): Manejo agropecuario basado en prácticas y paquetes tecnológicos de la agricultura convencional, uso de agroquímicos, desarrollo de monocultivos especializados, además de procesos de innovación y experimentación campesina, presentes en todo el estudio longitudinal.

Período II (2001-2005): Cambio de mentalidad. Agricultura enfocada a la introducción de prácticas agroecológicas, diversificación de la producción y uso de abonos orgánicos.

Período III (2006-2015): Manejo y diseño agroecológico, uso de tecnologías apropiadas para el máximo aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y los recursos localmente disponibles.

### **2.3.3 Metodología para evaluar la resiliencia socioecológica de una finca familiar (MERS)**

A partir de la propuesta y validación con panel de expertos se determinó por primera vez una metodología para determinar la resiliencia socioecológica de una finca familiar.

El panel de expertos emitió sus criterios según la encuesta y a pesar de la diversidad de las variables y el número de expertos que participaron en su valoración (13), el Coeficiente de Concordancia de Kendall en cada caso fue mayor de 0,5. Por lo que, de acuerdo con Medina *et al.* (2011), existió coincidencia de criterios entre todos los

miembros que conformaron el panel. Afirmación que permite declarar que el estudio realizado es confiable y la propuesta válida.

A partir de este análisis se determinaron los índices a evaluar y los indicadores correspondientes para el cálculo de cada uno.

En la tabla 13 se exponen los indicadores, su conceptualización y valoración, para determinar el Índice de Soberanía Alimentaria.

Tabla 13. Indicadores evaluados para medir el Índice de Soberanía Alimentaria.

Variables (i)	Conceptualización	Valoración de la variable
Personas alimentadas/ha/año, por aportes de proteína (Pp) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011; Altieri <i>et al.</i> , 2012).	Cantidad de personas alimentadas por proteína de origen animal y/o vegetal por hectárea en el año.	$P_p = \frac{\sum_{i=1}^S \frac{m_i * \frac{r_i}{100} * \frac{P_i}{100}}{A}}{R_p}$ <p>Donde:            S: Número de productos.            mi = Producción de cada producto (kg).            ri = Porcentaje del peso de producto consumible.            ei = Contenido proteico de cada producto (g/100 g).            A: Área de la finca (ha).            Rp = Requerimiento de una persona (kg/año).</p>
Personas alimentadas/ha/año, por aportes de energía (Pe) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011; Altieri <i>et al.</i> , 2012).	Cantidad de personas alimentadas por energía de origen animal y/o vegetal por hectárea en el año.	$P_e = \frac{\sum_{i=1}^S \frac{m_i * \frac{r_i}{100} * e_i}{A}}{R_e}$ <p>Donde:            S: Número de productos.            mi = Producción de cada producto (kg).            ri = Porcentaje del peso de producto consumible.            ei = Contenido energético de cada producto (MJ).            A: Área de la finca (ha).            Re = Requerimiento de una persona (MJ/año).</p>
Porcentaje de alimentos para la familia producidos en la finca (Af) (Altieri <i>et al.</i> , 2012).	Porcentaje de la alimentación de la familia que vive en la finca que se satisface por lo producido en la misma.	$Af = \frac{Aff}{ATT} . 100$ <p>Donde:            Aff = Alimentación de la familia satisfecha por la producción en la finca.            ATT: Alimentación total de la familia.</p>

Para la medición del Índice de Soberanía Tecnológica se evaluaron cinco indicadores (tabla 14) entre los que se encuentran las dos propuestas novedosas relacionadas con los procesos de innovación de la finca y el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía asociadas al uso de tecnologías apropiadas.

Tabla 14. Indicadores evaluados para medir el índice de Soberanía Tecnológica.

Variable (i)	Conceptualización	Valoración de la variable
Índice de utilización de la tierra (IUT) <sup>9</sup> (Altieri <i>et al.</i> , 2012; Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011).	Cantidad de hectáreas necesarias para sembrar en monocultivo y obtener el mismo rendimiento que se obtiene en una hectárea de policultivo.	$IUT_S = \sum_{i=1}^S \frac{P_i}{M_i}$ <p>Donde:                      S = Número de productos.                      Pi = Rendimiento del cultivo (kg) en policultivo.                      Mi = Rendimiento del cultivo (kg) en monocultivo.</p>
Porcentaje de insumos externos usados para la producción (IE) (Altieri <i>et al.</i> , 2012).	Nivel de insumos no generados o aprovechados en la finca que se utilizan en el sistema productivo (%).	$IE = \frac{IEf}{ITT} .100$ <p>Donde:                      IEf: Insumos utilizados en la producción que provienen del exterior de la finca.                      ITT: Total de insumos usados para la producción.</p>
Diversidad de la producción utilizando el índice de Shannon (H) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011; Altieri <i>et al.</i> , 2012).	Valora la diversidad de la producción, considerando su asociación y/o la rotación. Incluye la producción total de cada producto agrícola o pecuario y la total del sistema.	$H_s = -\sum_{i=1}^S \frac{p_i}{P} * \ln\left(\frac{p_i}{P}\right)$ <p>Donde:                      S: Número de productos.                      Pi: Producción de cada producto.                      P: Producción total.</p>
Índice de aprovechamiento del potencial de Fuentes Renovables de Energía asociado a tecnologías apropiadas (IAFRE).	Potencial de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía (FRE) asociado a tecnologías, considerando el potencial utilizable en la finca (%).	$IAFRE = \frac{PAFRE}{DES} .100$ <p>Donde:                      PAFRE = Potencial aprovechado de las FRE con tecnologías apropiadas.                      DES: Demanda de energía del sistema.</p>
Intensidad Innovadora de la Finca (IIF). Modificado a partir de Suárez (2003) y Hernández (2010).	Nivel de ejecución de las actividades de innovación que existen en la finca campesina para el diseño y manejo agroecológico (%).	Expresión (3).

Para el Índice de SE, se evaluaron cinco indicadores (tabla 15). Bajo el enfoque de la resiliencia socioecológica y la menor dependencia externa, la presente metodología que se propone en esta Tesis Doctoral incluye los costos energéticos de los insumos que se importan al sistema, incluyendo los alimentos para la familia. Lo que difiere de la metodología de Funes-Monzote (2009a) y Funes-Monzote *et al.* (2011), pues en los

<sup>9</sup> Para el cálculo del IUT en cada período, se tomaron como referencia los rendimientos promedio de cada cultivo por ha en el sector cooperativo cubano, tomando como fuente a ONEI (2015).

indicadores energéticos estos autores valoran los costos energéticos totales y no incluyen la importación de alimentos para la nutrición familiar.

Tabla 15. Indicadores evaluados para medir el Índice de Soberanía Energética.

Variable (i)	Conceptualización	Valoración de la variable
Eficiencia energética (EE) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011; Altieri <i>et al.</i> , 2012).	Es la relación del total de Megajoules (MJ) producidos en la finca (ya sean referentes a la producción de alimentos, al aprovechamiento de las FRE con tecnologías, a la mano de obra o trabajo animal o a la producción de fertilizantes) entre los importados al sistema.	$EE = \frac{\text{MJ producidos}}{\text{MJ importados}}$
Porcentaje de energía inyectada a la finca proveniente del exterior (EFE) (Altieri <i>et al.</i> , 2012).	Energía convencional y no convencional proveniente del entorno de la finca (%).	$EFE = \frac{EEf}{ETf} \cdot 100$ EEf = Energía inyectada a la finca proveniente del exterior. ETf = Energía total usada en la finca.
Porcentaje de energía aprovechada desde la finca (humana, animal, FRE) (EF) (Altieri <i>et al.</i> , 2012).	Energía aprovechada en la finca a partir de los recursos del propio sistema (%).	$EF = \frac{EAf}{ETf} \cdot 100$ EAf = Energía aprovechada en la finca. ETf = Energía total usada en la finca.
Balance energético (BE) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011).	Toma en cuenta el volumen de producción agropecuaria y su contenido energético, y el costo energético que implicó producir esa energía alimentaria con insumos externos.	$BE = \frac{\sum_{i=1}^S m_i * e_i}{\sum_{j=1}^T I_j * f_j}$ S = Número de productos. m = Producción de cada producto (kg). e = Contenido energético de cada producto (MJ/kg). T = Número de insumos productivos. I = Cantidad de insumos productivos (kg). f = Energía requerida para la producción del insumo (MJ/kg).
Costo energético de la producción de proteína (CEP) (Funes-Monzote <i>et al.</i> , 2011).	Costo energético total que implicó producir la proteína alimentaria con insumos externos al agroecosistema.	$CEP = \frac{\sum_{j=1}^T I_j * f_j}{\sum_{i=1}^S m_i * \frac{P_i}{100}}$ T = Número de insumos productivos. I = Cantidad de insumos productivos (kg). f = Energía requerida para la producción del insumo (MJ/kg). S = Número de productos. m = Producción de cada producto (kg). Pi = Contenido proteico del producto (%).

La energía aprovechada desde el interior de la finca, está valorada como producción energética, dígame además de la producción agropecuaria, la mano de obra familiar, el

trabajo animal, la producción de abonos orgánicos, el aprovechamiento de las FRE con tecnologías apropiadas, etc., lo que se diferencia de los trabajos de Funes-Monzote (2009a) y Funes-Monzote *et al.* (2011), que en este parámetro solo aprecian la producción de alimentos.

La tabla 16 contiene los indicadores que determinan la Eficiencia Económica, se consideran dentro de la valoración de los costos de producción, los gastos en salarios que deben percibir los miembros de la familia por sus labores en la finca; estos están incluidos en la inversión total de la finca.

Tabla 16. Indicadores evaluados para medir el Índice de Eficiencia Económica.

Variable (i)	Conceptualización	Valoración de la variable
Relación Costo/Beneficio (RCB) (Astier <i>et al.</i> , 2008; Sarandón <i>et al.</i> , 2006; 2014).	Relación que indica el costo por peso.	$RCB = \frac{C}{B}$ Donde: C = Costo total de las operaciones de la finca, incluye los gastos asumidos por la familia para su alimentación proveniente del exterior y otros gastos en operaciones. B = Total de ingresos generados.
Índice de Dependencia de Insumos Externos (IDIE) (Astier <i>et al.</i> , 2008; Sarandón <i>et al.</i> , 2006; 2014).	Relación entre la inversión en insumos externos relacionada con la inversión total (incluye recursos endógenos).	$IDIE = \frac{IIE}{ITF} .100$ Donde: IIE = Inversión en insumos externos. ITF = Inversión total de la finca.

Al aplicarse la metodología del triángulo de Füller a los criterios emitidos por el panel de expertos, se le otorgó a cada variable, para el índice correspondiente, un peso específico y una escala para su ponderación, lo que se refleja en la tabla 17.

Tabla 17. Escala de medición y peso relativo de cada indicador a medir para determinar los índices correspondientes.

Variable	Peso (Wi)	Escala de puntuación (Pi)	Índice correspondiente
Pp	0,3332	Pp > 7; 5 7 >= Pp >= 5; 4 5 > Pp >= 3; 3 3 > Pp >= 2; 2 2 > Pp > 0; 1	Soberanía Alimentaria
Pe	0,0012	Pe > 10; 5 10 >= Pe >= 8; 4 8 > Pe >= 6; 3 6 > Pe >= 4; 2 4 > Pe > 0; 1	
AF	0,6656	AF > 75%; 5 75%>= AF> 60%; 4 60%>= AF>45%; 3 45%>= AF>30%; 2 30%>= AF =0; 1	
IUT	0,0054	IUT > 1,5; 5 1,5 >= IUT >= 1,3; 4 1,3 > IUT >= 1; 3 1 > IUT >= 0,7; 2 0,7 > IUT > 0; 1	Soberanía Tecnológica
IE	0,2013	20%> IE =0; 5 20%<= IE < 35%; 4 35%<= IE <50%; 3 50%<= IE <70%; 2 70%<= IE <100%; 1	
H	0,2814	H > 2; 5 2>= H >= 1,5; 4 1,5> H >= 1; 3 1> H >= 0,5; 2 0,5 > H > 0; 1	
IAFRE	0.4011	IAFRE > 75%; 5 75%>= IAFRE > 50%; 4 50%>= IAFRE >35%; 3 35%>= IAFRE >20%; 2 20%>= IAFRE =0; 1	
IIF	0,1108	IIF > 80%; 5 80%>= IIF > 70%; 4 70%>= IIF >50%; 3 50%>= IIF >30%; 2 30%>= IIF =0; 1	



Tabla 17. Escala de medición y peso relativo de cada indicador a medir para determinar los índices correspondientes (continuación).

Variable	Peso (Wi)	Escala de puntuación (Pi)	Índice correspondiente
EE	0,4024	EE >3,5; 5 3,5 > EE >= 2,5; 4 2,5 > EE >= 1,5; 3 1,5 > EE >= 1; 2 1 > EE 1	Soberanía energética
EFE	0,1104	30% > EFE =0; 5 30% <= EFE < 40%; 4 40% <= EFE < 60%; 3 60% <= EFE < 80%; 2 80% <= EFE < 100%; 1	
EF	0,2824	EF > 70%; 5 70% >= EF > 60%; 4 60% >= EF > 50%; 3 50% >= EF > 30%; 2 30% >= EF =0; 1	
BE	0,2015	BE > 10; 5 10 >= BE >= 7; 4 7 > BE >= 4; 3 4 > BE >= 1; 2 1 > BE > 0; 1	
CEP	0,0033	30 > CEP =0; 5 30 <= CEP < 60; 4 60 <= CEP < 90; 3 90 <= CEP < 120; 2 120 <= CEP; 1	
RCB	0,1	0,35 > RCB ; 5 0,35 <= RCB < 0,50; 4 0,50 <= RCB < 0,75; 3 0,75 <= RCB < 0,95; 2 0,95 <= RCB; 1	Eficiencia económica
IDIE	0,9	20% > IDIE =0; 5 20% <= IDIE < 40%; 4 40% <= IDIE < 60%; 3 60% <= IDIE < 80%; 2 80% <= IDIE < 100%; 1	

Debido a lo novedoso de la adaptación y aplicación del IIF en el contexto de la agricultura familiar y la resiliencia socioecológica, a este indicador se le dio igual tratamiento que a los índices de SA, ST, SE y EEco. Pues al depender su cálculo de diversas variables, hubo que otorgarle, a cada una, un nuevo peso específico y escala de puntuación para su ponderación y cálculo final (tabla 18).

Tabla 18. Escala de medición y peso relativo de las variables para medir la Intensidad Innovadora de una finca familiar.

Variable (i)	Valoración de la variable	Escala de Puntuación (Pi)	Peso (Wi)
Tasa de generación de patentes, innovaciones y/o registros (IPR)	PIR/Número de trabajadores Donde: - PIR: Cantidad de patentes, innovaciones y registros	IPR > 2; 5 2 >= IPR >= 1; 4 1 > IPR >= 0,5; 3 0,5 > IPR >= 0,2; 2 0,2 > IPR > 0; 1	0,0205
Productos agropecuarios basados totalmente en prácticas agroecológicas (IPA)	PA / PT Donde: - PA – productos agroecológicos - PT – Productos totales	IPA > 80%; 5 80%>=IPA> 70%; 4 70%>=IPA >50%; 3 50%>=IPA >30%; 2 30%>=IPA =0; 1	0,1063
Superación del personal anualmente (SP)	SP > 75%	5	0,0912
	75% >= SP >= 60%	4	
	60% > SP >= 40%	3	
	40% > SP > 20%	2	
	20%> SP > 0	1	
Estrategia de la finca	Está formulada y se implementa.	5	0,1224
	No está formulada, pero existe un proyecto de desarrollo estratégico que se implementa.	4	
	Estrategia o proyecto de desarrollo en proceso de formulación.	3	
	Plan a corto plazo.	2	
	No existe plan de desarrollo de la finca.	1	
Proporción de trabajadores polivalentes (PTP)	PTP > 85%	5	0,0455
	85% >= PTP >= 70%	4	
	70% > PTP >= 60%	3	
	60% > PTP > 50%	2	
	50%> PTP > 0	1	
Capacidad de cambio tecnológico	Elevada generación de tecnologías y/o innovaciones, al grado que dispone de más de tres (3) tecnologías propias. Frecuente asimilación de tecnologías e innovaciones ajenas o desarrolladas en cooperación.	5	0,1780
	Elevada generación de tecnologías e innovaciones, al grado que posee entre 1-2 tecnologías propias. Frecuente asimilación de tecnologías e innovaciones ajenas o desarrolladas en cooperación.	4	
	No se generan tecnologías propias. Grado elevado de adopción de tecnologías e innovaciones ajenas.	3	
	No posee tecnologías propias. Grado medio de adopción de tecnologías e innovaciones ajenas.	2	
	Escasa adopción de tecnologías e innovaciones ajenas.	1	
Contratos a largo plazo y estrecho vínculo con proveedores y clientes	Práctica usual	5	0,0912
	Regularmente	4	
	No es regular, pero está en aumento	3	
	Esporádicamente	2	
	Muy escaso	1	

Tabla 18. Escala de medición y peso relativo de las variables para medir la Intensidad Innovadora de una Finca Familiar (continuación).

Variable (i)	Valoración de la variable	Escala de Puntuación (Pi)	Peso (Wi)
Nivel de vigilancia del entorno tecnológico y comercial	Excelente (E)	5	0,0303
	Bien (B)	4	
	Regular (R)	3	
	Insuficiente (I)	2	
	Mal (M)	1	
Protección medioambiental en la finca	Sólo se desarrollan y/o utilizan prácticas agroecológicas, únicamente se utilizan insumos orgánicos para la nutrición y sanidad vegetal, se reciclan residuos y se aprovecha ampliamente el potencial de FRE.	5	0,1625
	Se desarrollan y/o utilizan prácticas agroecológicas, de forma general, se utiliza una combinación de insumos orgánicos y químicos para la nutrición y sanidad vegetal, con predominio de los primeros, se reciclan residuos y se aprovecha parcialmente el potencial de FRE.	4	
	Se comienzan a desarrollar y/o utilizar prácticas agroecológicas; se utiliza una combinación de insumos orgánicos y químicos para la nutrición y sanidad vegetal, con predominio de los segundos, se reciclan residuos y se aprovecha escasamente las FRE.	3	
	Aunque puede estar desarrollando y/o utilizando algunas prácticas agroecológicas, predominan las soportadas en prácticas convencionales, la utilización de insumos químicos para la nutrición y sanidad vegetal es lo común y no se aprovechan las FRE.	2	
	Sistema productivo basado totalmente en prácticas convencionales e insumos químicos y no se aprovechan las FRE.	1	
Orientación de la finca	A satisfacer el mercado local (mercados agropecuarios, industria láctea y cárnica provincial, mini-industria alimentaria local) y al autoconsumo familiar, con ventas de productos para la industria alimentaria nacional y al sector turístico.	5	0,0608
	A satisfacer el mercado local y al autoconsumo familiar, con ventas de productos para la industria alimentaria nacional.	4	
	A satisfacer el mercado local y al autoconsumo familiar.	3	
	Al autoconsumo familiar y venta de los excedentes productivos.	2	
	Solamente enfocada a ventas, sin incluir el autoconsumo familiar.	1	
Flujo informativo interno y externo	Valorar el grado de comunicación estable entre los actores de la finca y con el entorno de interés.	E= 5; B= 4; R= 3; I=2; M= 1	0,0152

Tabla 18. Escala de medición y peso relativo de las variables para medir la Intensidad Innovadora de una Finca Familiar (continuación).

Variable (i)	Valoración de la variable	Escala de Puntuación (Pi)	Peso (Wi)
Cultura innovadora	Valorar si los decisores (propietario, gestor y/o la familia) asumen riesgos e implican e incentivan a todos los actores (incluidos los trabajadores):		0,0761
	Siempre.	5	
	Uno de los dos aspectos se hace siempre y el otro algunas veces.	4	
	Uno de los dos aspectos se cumple, el otro nunca.	3	
	Uno de los dos aspectos se cumple algunas veces, el otro nunca.	2	
	No se cumplen ninguno de los dos.	1	

El peso y la escala de valoración de cada indicador, constituyen la base para, determinado su valor, realizar el cálculo de cada índice correspondiente.

El criterio del panel de expertos refleja la importancia que cada indicador presenta para cada índice a medir y el peso que tienen para su cálculo. Este peso específico de cada variable es determinante, pues a partir de la escala que proceda en cada caso, su valor interfiere directamente en la obtención de un resultado favorable o desfavorable en el IRS.

Bajo el enfoque agroecológico y las valoraciones de los expertos se obtuvo que para la medición de la soberanía alimentaria de una finca familiar, la mayor importancia radica en el porcentaje de la alimentación de la familia que proviene del sistema. Para el logro de su soberanía energética lo fundamental es la capacidad de aprovechamiento de las FRE a partir de tecnologías apropiadas contextualizadas a su sistema socioecológico.

En el caso de la soberanía energética la mayor importancia está en la eficiencia energética y en el porcentaje de energía aprovechada desde el interior de la finca. Mientras que para la valoración de la eficiencia económica, el IDIE, mucho más que la RCB, es determinante para el IRS.

A partir de la consulta con expertos y la experiencia adquirida en el trayecto de la investigación, se estableció una denominación y una escala para categorizar la Resiliencia Socioecológica de una finca familiar (tabla 19).

Tabla 19. Grado y denominación de la Resiliencia Socioecológica presente en una finca familiar según el índice calculado.

Escala que determina el grado de resiliencia del sistema	Denominación del grado de resiliencia socioecológica del sistema	
	Valor (%)	Denominación
1	0-20	No resiliente
2	21-40	Poco resiliente
3	41-60	Medianamente resiliente
4	61-80	Resiliente
5	80-100	Altamente resiliente

Como se aprecia, se han estructurado por primera vez un conjunto de indicadores, así como su importancia relativa y escala de valoración, validados todos por el panel de expertos, para la medición de los índices de SA, ST, SE y EEco en una finca familiar; como parte de la metodología que propone la presente Tesis para medir el Índice de Resiliencia Socioecológica. Este último permite visualizar puntos críticos en el diseño y manejo del sistema socioecológico y la proyección de estrategias para momentos futuros.

Por tanto, la Metodología para la Evaluación de la Resiliencia Socioecológica (MERS) de una finca familiar consiste inicialmente en la medición de los índices de soberanía alimentaria, tecnológica, energética y de eficiencia económica, para luego promediarlos y medir el IRS (tabla 20).

Por primera vez se realiza un análisis integral que agrupa los 15 indicadores propuestos y validados por el panel de expertos, para la determinación de la resiliencia socioecológica, aunque indistintamente varios de los indicadores se han usado por otros autores en evaluaciones de sustentabilidad y eficiencia; AF (Vázquez y Martínez, 2015); Pe, Pp, EE, CEP, BE (Funes-Monzote, 2009b; Funes-Monzote *et al.*, 2011); IUT, H (Funes-Monzote, 2009a; Funes-Monzote *et al.*, 2011), IDIE, RCB (Astier *et al.*, 2008; Sarandón *et al.*, 2006; 2014).

Tabla 20. Método de cálculo para la medición del Índice de Resiliencia Socioecológica en una finca familiar.

Variable (i)	Peso (Wi)	Escala (Pi)	Índice (%)
Personas alimentadas/ha/año, por aportes de proteína	0,33	1-5	Soberanía Alimentaria $SA = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times W_i)}{5 \sum_{i=1}^n W_i} \cdot 100$
Personas alimentadas/ha/año, por aportes de energía	0,001	1-5	
Porcentaje de alimentos para la familia producidos en la finca	0,66	1-5	
Índice de utilización de la tierra	0,005	1-5	Soberanía Tecnológica $ST = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times W_i)}{5 \sum_{i=1}^n W_i} \cdot 100$
Porcentaje de insumos externos usados para la producción	0,201	1-5	
Diversidad de la producción utilizando el índice de Shannon	0,281	1-5	
Índice de aprovechamiento del potencial de FRE asociado a tecnologías apropiadas	0,401	1-5	
Intensidad Innovadora de la finca	0,111	1-5	Soberanía Energética $SE = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times W_i)}{5 \sum_{i=1}^n W_i} \cdot 100$
Eficiencia Energética	0,402	1-5	
Porcentaje de energía inyectada a la finca proveniente del exterior	0,110	1-5	
Porcentaje de energía aprovechada desde la finca	0,282	1-5	
Balance Energético	0,201	1-5	
Costo energético de la producción de proteína	0,003	1-5	Eficiencia Económica $EEco = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times W_i)}{5 \sum_{i=1}^n W_i} \cdot 100$
Relación Costo/Beneficio	0,1	1-5	
Índice de Dependencia de Insumos Externos	0,9	1-5	
<b>Índice de resiliencia socioecológica (%)</b>			
$IRS = \frac{SA + ST + SE + EEco}{4} \cdot 100$			

Esta metodología es una nueva herramienta analítica y metodológica que permite, a partir de la evaluación del conjunto de indicadores e índices propuestos, no solo determinar la resiliencia socioecológica de una finca familiar, sino también sirve de base conceptual, metodológica y práctica para la transición agroecológica.

Su aplicación permitirá en el corto plazo determinar cuán resiliente es un sistema socioecológico en el contexto de la agricultura familiar, permitiendo identificar puntos críticos del diseño y manejo del sistema, establecer sobre esa base planes estratégicos que posibiliten mejorar cada indicador desfavorable y optimizar los favorables para el futuro.

En el largo plazo y a través de aplicaciones periódicas, se puede mostrar el progreso y la dinámica de la transición agroecológica y apoyar este proceso de evolución a partir de las experiencias pasadas y proyecciones futuras (figura 21).



Figura 21. Representación esquemática de la aplicación práctica de la Metodología para la Evaluación de la Resiliencia Socioecológica (MERS) de fincas familiares.

Al comparar en el tiempo, el comportamiento de los diferentes indicadores y los cambios de estado de los recursos de la finca, se puede visualizar de forma participativa y con equidad de género, aspectos ecológicos, tecnológicos, socioculturales o políticos que puedan estar incidiendo de forma negativa en sus valores y en un bajo IRS, lo que conlleva a la formulación de estrategias locales que influyan en el mejoramiento de los

resultados y contribuyan a procesos efectivos de toma de decisiones, tanto para los agricultores que pueden tomar medidas para mejorar su resiliencia, como para los políticos que tienen la posibilidad de elaborar políticas agrarias que corrijan los puntos críticos que la ponen en peligro. Además para los investigadores que tienen la posibilidad de obtener información sistémica clave, permite comprender los problemas que afectan la resiliencia de los sistemas socioecológicos familiares, lo que concuerda con lo propuesto por Astier *et al.* (2002; 2008), Crona y Parker (2012) y Wehbe *et al.* (2015).

Por tanto, esta nueva metodología incluye una visión de sistemas complejos, abiertos y dinámicos en lugar de una perspectiva relacionada a una única unidad de observación, lo que coincide con los criterios de Chapin *et al.* (2004) para la evaluación de la sustentabilidad desde el enfoque de la resiliencia socioecológica.

El reto está en direccionar un estado pluralmente deseado para el sistema a partir de las diferentes visiones sobre resultados actuales y futuros de indicadores, índices y acciones y en la promoción de un proceso articulado de aprendizaje continuo (Moreno y Fidélis, 2012; Wehbe *et al.*, 2015).

A diferencia de lo que proponen Gliessman (1998; 2014) y Gliessman *et al.* (2014) para la transición agroecológica a partir de fases consecutivas de evolución, esta metodología contribuye a la TA como un proceso complejo donde se tienen en cuenta varios criterios en simultáneo y no necesariamente pasos secuenciales. En concordancia con lo que propone Marasas *et al.* (2014), esto determina en la metodología la necesidad de definir la resiliencia del sistema socioecológico familiar como punto de partida y a partir del escenario proponer las diferentes estrategias para el proceso de transición agroecológica.

Los procesos que se den, tanto en el nivel de finca como en el territorial, son interdependientes y se retroalimentan en forma dinámica y permanente.

A diferencia de otras metodologías y evaluaciones de sustentabilidad para la conversión agroecológica, que determinan para cada estudio las variables a medir según el contexto del sistema que van a evaluar en cuanto a la escala (regional o finca), tipos de finca, objetivos deseados, actividad productiva, tipos de agricultores, etc. (Bockstaller *et al.*, 1997; Astier *et al.*, 2002, 2008, Blandy *et al.*, 2009; Sarandón *et al.*, 2006, 2014; Funes-Monzote, 2009b, 2011), la metodología propuesta parte de un conjunto de indicadores e



índices preestablecidos para medir la resiliencia socioecológica y dar seguimiento al proceso de transición agroecológica de fincas familiares en Cuba, independientemente de sus dimensiones y enfoque tecnológico; se considera puede ser factible su aplicación en fincas familiares de otras regiones del mundo.

Esta metodología será validada en los tres períodos (1995-2000; 2001-2005; 2006-2015) que abarcan el estudio de la finca Del Medio en 20 años de transición agroecológica. Dicha validación será descrita en los epígrafes que seguidamente continúan.

### 2.3.3.1 Análisis de fiabilidad

A partir de la información generada en la encuesta realizada al grupo de expertos se determinó mediante el análisis de fiabilidad un valor de 0,722 del Coeficiente Alfa de Cronbach (tabla 21).

Este resultado muestra la correlación entre cada una de las preguntas realizadas dentro de los índices de soberanía alimentaria, tecnológica, energética y eficiencia económica; se evidencia que el valor de la consistencia interna de la escala utilizada es alto. Por todo ello se confirma estadísticamente que el instrumento aplicado para medir la resiliencia socioecológica en una finca familiar y los indicadores empleados, tienen validez y confiabilidad. El valor mínimo aceptable para el Coeficiente Alfa de Cronbach es 0,7 y de acuerdo con Celina y Campo (2005) por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja.

Tabla 21. Estadísticos de fiabilidad obtenidos a partir de la encuesta al grupo de expertos.

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,722	15

En la tabla 22 se muestran los estadísticos totales por cada elemento que evidencian los valores que alcanzan la media y la varianza de la escala, la correlación total y el Alfa de Cronbach si se suprime el elemento; es decir, si se elimina uno de los ítems. En caso de eliminar el ítem 1, o sea la variable Personas alimentadas/ha/año por aportes de proteína (Pp), el Alfa de Cronbach mejoraría de 0,722 a 0,741. Sin embargo, si se elimina el ítem 13 asociado a la variable Costo Energético de la producción de proteína (CEP) el Alfa de Cronbach disminuirá a 0,647. Lo que demuestra una fuerte consistencia del modelo,

infiéndose que este elemento y los demás que bajan por debajo de 0,722 cuando se suprimen, son decisivos al evaluar la resiliencia socioecológica de cualquier finca familiar.

Tabla 22. Estadísticos totales por variable estudiada.

Variable evaluada	Si el elemento se ha suprimido			Correlación total de elementos corregida
	Media de escala	Varianza de escala	Alfa de Cronbach	
Personas alimentadas/ha/año, por aportes de proteína (Pp)	29,62	77,756	0,741	-0,250
Personas alimentadas/ha/año, por aportes de energía (Pe)	29,23	76,192	0,732	-0,110
Porcentaje de alimentos para la familia producidos en la finca (Af)	30,69	73,397	0,720	0,186
Índice de utilización de la tierra (IUT)	27,62	74,090	0,751	-0,032
Porcentaje de insumos externos usados para la producción (IE)	29,15	68,808	0,726	0,179
Diversidad de cultivos en tiempo y espacio: índice de Shannon (H)	30,00	73,500	0,725	0,097
Índice de aprovechamiento del potencial de FRE asociado a tecnologías apropiadas (IAFRE).	30,62	75,756	0,732	-0,061
Intensidad Innovadora de la Finca	28,31	73,231	0,741	0,021
Eficiencia energética (EE)	30,77	68,192	0,705	0,362
Energía inyectada a la finca proveniente del exterior (EFE) (%)	29,08	44,910	0,683	0,778
Energía generada en la finca (humana, animal. FRE) (%)	30,38	60,923	0,676	0,581
Balance energético (BE)	29,77	57,692	0,662	0,652
Costo energético de la producción de proteína (CEP)	29,00	51,333	0,647	0,686
Relación costo/beneficio (RCB)	30,54	62,769	0,670	0,787
Índice de dependencia de insumos externos (IDIE)	31,08	67,244	0,688	0,801

## 2.3.4 Evolución en la transición agroecológica de la finca Del Medio

### 2.3.4.1 Período I (1995-2000)

#### 2.3.4.1.1 Inicio de la vida familiar en la finca

La familia Casimiro-Rodríguez decide abandonar la vida urbana en aras de producir sus propios alimentos y sustentar una vida campesina que les permitiera subsistir a la crisis alimentaria del momento. Recibieron la finca en un grado de deterioro agudizado, debido a 20 años previos de explotación convencional e intensiva del cultivo del tabaco,

fundamentalmente. Lo que se reflejó en la compactación de los suelos por el uso de maquinaria pesada, la pérdida de la capa vegetal, la invasión de plagas y plantas indeseadas, además de poca infraestructura y de recursos tecnológicos, ausencia de cercados internos y perimetrales, así como de fuentes de abasto de agua. La vivienda se encontraba en pésimas condiciones constructivas y sin suministro de electricidad. Toda esta situación agudizada por el latente compromiso de planes anuales de entrega agropecuaria a la empresa de acopio y beneficio, en contraste con la inexistencia de recursos monetarios que permitieran solventar gastos para inversiones iniciales.

Con la cultura convencional adquirida de la familia antecesora y la exigencia de cumplir con los planes de la producción agropecuaria, la finca inició sus actividades principalmente en el cultivo del tabaco, el arroz, el frijol y el maíz, además de la cría de animales con doble propósito (vacas, gallinas y cerdos). Se destinaba a la alimentación animal la producción de yuca (*Manihot esculenta* L.) y caña de azúcar, también una pequeña parcela con plantas de mango asociados con el cultivo del café, producción que se destinaba para el autoabastecimiento de la familia (figura 22).

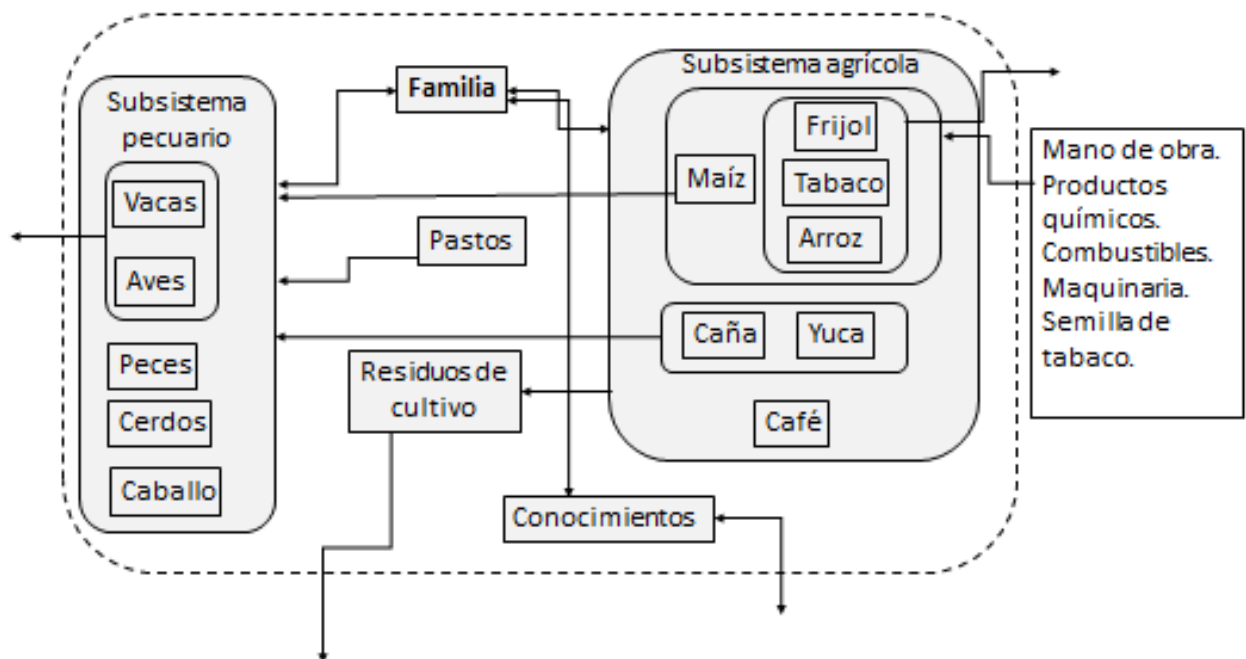


Figura 22. Diagrama de subsistemas productivos en la finca Del Medio en el Período I (1995-2000).

Esta etapa coincidió con los inicios de la crisis económica y financiera del país, debido al “Período Especial” al que se enfrentaba por la pérdida del 85% de sus mercados prioritarios, la desaparición de la Unión Soviética y del campo socialista, así como el recrudescimiento del bloqueo impuesto a Cuba por los EEUU.

#### **2.3.4.1.2 Caracterización del modelo productivo y sus resultados**

En este acápite se abordan los resultados de la aplicación de la metodología propuesta en esta investigación. La medición y valoración de indicadores e índices se realizó de conjunto con la descripción del modelo productivo aplicado en este período y los procesos de innovación y adopción de tecnologías.

Al aplicar la ficha de captura de información se recolectaron datos para cada año de este primer período, se determinaron los promedios por año de la producción e insumos utilizados, como lo reflejan las tablas 23 y 24.

El análisis se realizó en el marco de tiempo de un año, tomando como promedio los valores de cada año incluidos en el período de estudio; así para el resto de los análisis productivos y períodos.

El total de horas de trabajo humano al año se obtiene a partir del promedio diario de 8 jornales de 8 horas cada uno, a razón de 50,00 CUP el jornal. De este total, 8 760 horas corresponden al trabajo de la familia, el resto es importado al sistema.

Es importante destacar que para la alimentación de la familia sólo se importan al sistema, en los tres períodos, la sal y el azúcar, que al ser una pequeña cantidad y estar subsidiada por el Estado Cubano, no se tienen en cuenta en el análisis y por tanto no aparece en la columna “Insumos” en la tabla 23.

Tabla 23. Gastos energéticos y costos por insumos en el Período I (1995-2000), en la finca Del Medio.

Insumos	Unidad de medida	Gasto	Costo total <sup>10</sup> (CUP <sup>11</sup> )	Equivalente energético	
				Por unidad	Total
Trabajo humano <sup>12</sup>	H	23 360,00	146 000,00	1,00	23 360,00
Trabajo animal	H	160,00	2 000,00	7,55	1 208,00
Semilla	kg	230,00	1 250,00	0,71	163,65
Fertilizante P	kg	1 000,00	400,00	7,15	7 150,00
Fertilizante N	kg	1 000,00	400,00	56,50	56 500,00
Fertilizante K	kg	1 000,00	400,00	8,25	8 250,00
Insecticida	kg	1,00	20,00	184,00	184,00
Diésel	L	2 400,00	18 000,00	38,70	92 880,00
Gasolina	L	360,00	7 200,00	3,40	1 224,00
Alquiler de equipos <sup>13</sup>	H	550,00	22 000,00	-	0,00
<b>Total</b>			<b>197 670,00</b>		<b>190 919,65</b>

<sup>10</sup> A precios promedio del mercado en este período.

<sup>11</sup> Pesos cubanos.

<sup>12</sup> El equivalente energético referido a las horas de trabajo que provienen de la familia y las horas de trabajo animal con animales de la finca se tienen en cuenta para la medición del BE desde la energía aprovechada dentro del sistema.

<sup>13</sup> Para el riego de los cultivos y la preparación de los suelos con tractor, no se le pone equivalente energético puesto que se valora en los combustibles usados para estas labores.

Tabla 24. Producciones por producto e ingresos en Período I (1995-2000), en la finca Del Medio.

Producto	Unidad de medida	Producción	Ingresos totales (CUP) <sup>14</sup>	Equivalente energético (MJ)		Equivalente Proteico (kg)	
				(MJ/u)	Totales	(Kg/u)	Totales
Arroz	kg	5 529,60	60 000,00	15,10	83 496,96	0,066	364,95
Carne de cerdo	kg	720,00	6 000,00	11,00	7 920,00	0,169	121,68
Frijol colorado	kg	4 608,00	100 000,00	14,30	65 894,40	0,252	1161,22
Maíz seco	kg	2 764,00	12 000,00	15,30	42 289,20	0,094	259,82
Huevos <sup>15</sup>	kg	704,00	48 000,00	6,00	4 224,00	0,126	88,70
Miel de abejas	kg	40,00	1 600,00	12,70	508,00	0,003	0,12
Café	kg	46,00	3 493,70	1,25	57,50	0,1	4,6
Mango	kg	500,00	500,00	2,70	1 350,00	0,005	2,5
Yuca	kg	23 040,00	4 000,00	6,70	154 368,00	0,014	322,56
Caña de azúcar	kg	44 282,00	19 220,00	1,78	78 821,96	0,012	531,38
Tabaco	kg	4 147,20	13 500,00	0,96	3 981,31	0,010	41,47
Leche de vaca	kg	12 000,00	5 400,00	2,50	30 000,00	0,032	384,00
Pescado	kg	1 000,00	2 000,00	6,50	6 500,00	0,207	207,00
Subtotal			275 713,70				
Impuestos a deducir:			(22 057,10) <sup>16</sup>				
<b>Total</b>		<b>99 380,80</b>	<b>253 656,60</b>		<b>479 411,33</b>		<b>3 490,01</b>

Estos resultados y la información recopilada, contribuyeron a la evaluación de los indicadores y al cálculo de cada uno de los índices y por consiguiente del IRS como se muestra en la tabla 25.

<sup>14</sup> A precios promedio del mercado en este período.

<sup>15</sup> Huevos de gallina de 44 gramos promedio cada uno, 16 mil unidades.

<sup>16</sup> Se refiere al 8% que es descontado de los ingresos por las ventas de los campesinos, 5% por parte de la Oficina Nacional de Aporte Tributario (ONAT) y 3% de la CCS a la que pertenezca.

Tabla 25. Comportamiento de los indicadores e índices evaluados para obtener el IRS en el Período I (1995-2000), en la finca Del Medio.

Variable	Valor	Pi	Wi	Pi x Wi	Índice de soberanía	IRS (%)
Pp	13,69	5	0,3332	1,666	SA= 1	<b>57,54</b>
Pe	11,20	5	0,0012	0,006		
Af	98,00	5	0,6656	3,328		
Sumatoria			1,0000	5,000		
IUT	2,18	5	0,0054	0,027	ST= 0,42	
IE	80,00	1	0,2013	0,2013		
H	1,64	4	0,2814	1,1256		
IAFRE	0,00	1	0,4011	0,4011		
IIF	52,66	3	0,1108	0,3324		
Sumatoria			1,0000	2,0874		
EE	2,70	4	0,4024	1,6096	SE= 0,48	
EFE	94,77	1	0,1104	0,1104		
EF	5,23	1	0,2824	0,2824		
BE	2,64	2	0,2015	0,403		
CEP	1,67	5	0,0033	0,0165		
Sumatoria			1,0000	2,4219		
RCB	0,78	2	0,1	0,2	EEco=0,40	
IDIE	71,39	2	0,9	1,8		
Sumatoria			1,0	2,0		

La figura 23 muestra una representación de los resultados obtenidos de los indicadores ponderados respecto al umbral considerado muy favorable (ideal) para una alta resiliencia socioecológica.

#### 2.3.4.1.3 Manejo de suelos y cultivos

En esta etapa los rendimientos fueron de 9,938 t/ha/año, y se consideran superiores a los dos períodos posteriores, lográndose mayores “ganancias” económicas. Esta productividad se sustentó en la intensidad de la producción y al abarcar mayor área destinada a los cultivos y a un Índice de Utilización de la Tierra de 2,18.

Sin embargo el costo por peso fue de 0,78, debido fundamentalmente a los altos precios de los insumos externos, a la contratación de mano de obra foránea, así como a una intensidad de la fuerza de trabajo por ha equivalente a 2 336,00 horas/año, con un índice de dependencia externa del 71,39% donde los insumos externos usados para la producción agropecuaria representaron el 80%.

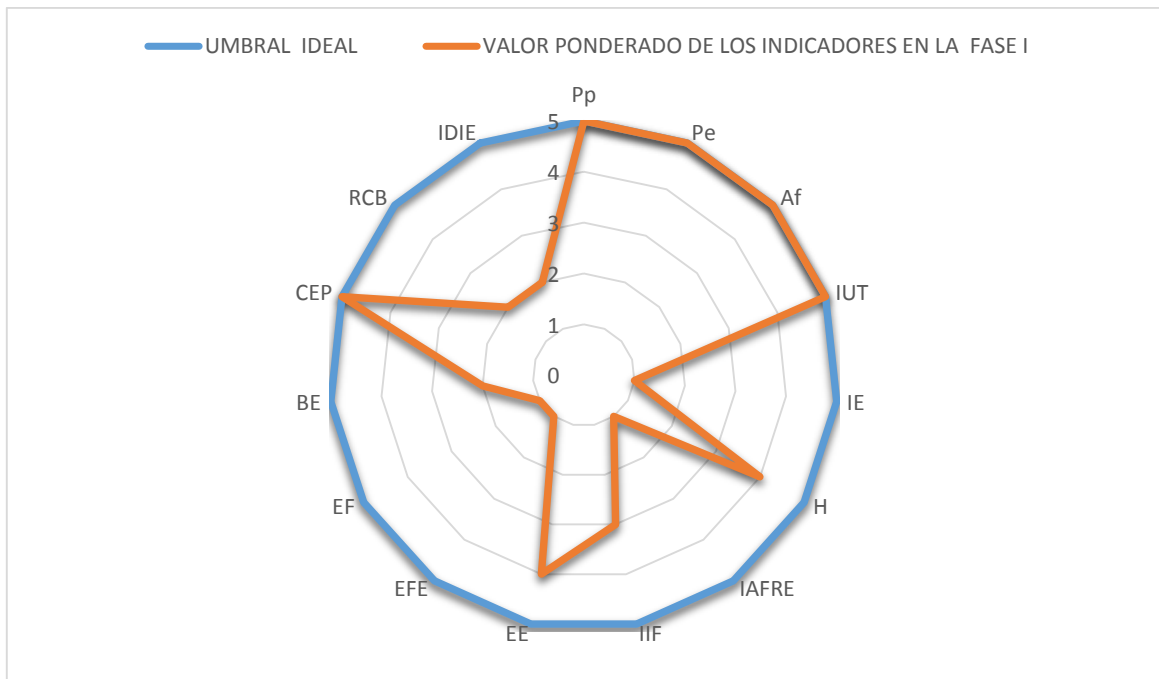


Figura 23. Resultados de los indicadores ponderados en el primer período de estudio (1995-2000) respecto al valor considerado como muy favorable para una alta resiliencia socioecológica.

Las prácticas heredadas de manejo intensivo del sistema productivo, favorecieron la degradación del suelo de forma general, y de forma particular la erosión. Lo cual estuvo caracterizado por el arrastre de partículas y la pérdida de la capa vegetal o productiva, potenciada por el hecho de encontrarse los suelos descubiertos la mayor parte del año, por la pendiente ondulada del terreno y por trazar los surcos a favor de la mayor pendiente. A todo lo cual se une el efecto de intemperismo que producen los rayos solares sobre la estructura y actividad de los microorganismos. Además, el uso de maquinaria pesada, en condiciones de excesiva humedad, incrementa la compactación del suelo, dado que el agua no infiltra a las capas internas y, por tanto, se dificulta la capacidad de retención de humedad del suelo, lo que puede provocar un rápido estrés hídrico en los cultivos, a los cuales para mantenerle condiciones óptimas de humedad se debe incrementar la norma de riego, originándose un incremento del gasto de energía.

En el cultivo del tabaco se presentaron dificultades a pesar de aplicar los paquetes tecnológicos convencionales de forma eficiente. La falta de mano de obra especializada, que por tradición era suplida por jornaleros de edad avanzada y sin remplazo (la juventud



con tantas ofertas de trabajo y educación en áreas urbanas no se sentía motivada a realizar labores agrícolas), los salarios elevados, la escasez de recursos y ausencia de mercados de insumos, imposibilitaban la mejora de infraestructuras y diseños eficientes, lo que unido a las prácticas convencionales y al desconocimiento de la agroecología, favorecían por una parte a los procesos de degradación a los suelos y por otra que los costos productivos se elevaran.

Estos factores entre otros, incidieron en una dependencia de insumos externos cada vez mayor, que unido a los bajos ingresos percibidos por su venta, hicieron insostenible ambiental y económicamente el cultivo del tabaco.

Previo a la plantación del tabaco, tradicionalmente, a las áreas destinadas a este cultivo se les realiza el proceso de preparación convencional del suelo (incluye rotura, cruce, primera grada, cruce, segunda grada, surque y otras labores), lo cual se realiza desde el mes de marzo hasta noviembre, por lo que los suelos permanecen descubiertos y expuestos primeramente a la erosión eólica (marzo y abril) y luego a la hídrica (mayo-octubre). Con el objetivo de garantizar condiciones óptimas para efectuar la plantación en noviembre, durante el proceso de preparación del suelo, se efectúan varias labores encaminadas a lograr una estructura granular o lo que comúnmente se denomina “suelo mullido” así como el control de las arvenses.

Las labores culturales ejecutadas durante la etapa del cultivo requieren mucha mano de obra profesional, principalmente en el escarde o labores de limpieza con guataca, ya que las tierras deben mantenerse libre de arvenses para que el cultivo del tabaco se desarrolle de forma adecuada. Otro elemento no menos importante es que este es altamente extractor de nutrientes del suelo, principalmente de Potasio (K), Fósforo (P) y Magnesio (Mg) y al no efectuarse un manejo óptimo repercute en la pérdida gradual de la fertilidad natural.

En el período objeto de análisis en este epígrafe, los precios estatales pagados por la producción tabacalera estaban por debajo de los costos de producción, siendo este el cultivo que más energía y recursos demandaba del sistema (tabla 26).

Tabla 26. Costos incurridos en la producción de 4 147 Kg de tabaco, en el Período I (1995-2000) en la finca Del Medio,

Insumo	Unidad de medida	Cantidad	Costos (CUP)
Semilla	Postura	40-50 mil	230,00
Mano de obra	Jornales	402	20 100,00
Combustibles	Litros	400	3 000,00
Alquiler de equipo para riego	Horas	200	4 000,00
Fertilizantes (NPK)	Quintal	40	800,00
Pesticida	Litros	1	20,00
<b>Costos Totales</b>			<b>28 150,00</b>
Ingresos			13 500,00
Margen de ganancia/déficit			(14 650,00)

Es importante resaltar que en el país los fertilizantes y productos químicos son subsidiados por la Empresa Estatal, por eso sus bajos costos, de otra forma al campesino cubano le fuera imposible acceder a tales insumos por sus altos costos en divisas. También es oportuno aclarar que la unidad de medida “quintal” equivale a 46,08 Kg.

Se considera que la familia campesina no debe producir sobre la base de pérdidas de ningún tipo, si existen, además, cultivos que por interés de seguridad nacional o aporte a la economía del país, son priorizados para los planes del Estado, estos deberán ser suficientemente estimulados en lo económico para que este atractivo sea el impulso que motive su producción agroecológica.

Ante el análisis de la problemática hasta aquí descrita y la degradación evidente de los suelos, se constató en esta etapa la necesidad de establecer un proceso de rotación y descanso de las áreas dedicadas a los diferentes cultivos, combinados con las áreas destinadas a pastos para el ganado y realizar cambios en las líneas de producción de la finca. Esto último queda sujeto a decisiones de los administrativos del territorio por directrices centralizadas de la política agraria en el país, reflejada fundamentalmente en el Decreto Ley 125/1991, que expresa que todo agricultor pequeño estará en la obligación de explotar la tierra de su propiedad o en usufructo conforme a las regulaciones sobre la posesión, uso y aprovechamiento de la tierra establecidas por el Ministerio de la Agricultura, en interés del desarrollo económico y social del país. Esto dificulta el desenvolvimiento de las familias campesinas según sus preferencias, mercados locales, caracterización y estado de los recursos suelo, agua e infraestructuras.

Al respecto, se considera, que la agroecología y el desarrollo de la cultura de cada familia en su finca no deben regirse por normas estáticas o subjetivas, sino que debe existir una espontánea elección de qué y cómo se va a producir, lo que favorecerá la creatividad y el arraigo de una cultura sustentable socioeconómica y ambiental de cada familia en su finca, tal y como expresa Nova (2014) al referirse a la plena realización de la propiedad, donde el campesino pueda decidir de acuerdo con el comportamiento del mercado y los requerimientos sociales, lo que va producir, a quién y dónde vender.

Otros cultivos, como el frijol, el maíz o el arroz, aportaron “ganancias” económicas. Sin embargo, los suelos por las inadecuadas prácticas agronómicas antes mencionadas, desde etapas anteriores y hasta este período, se encontraban expuestos a una degradación gradual, lo que limitaría la capacidad productiva en el futuro.

#### **2.3.4.1.4 La invención del multi-implemento agrícola de tracción animal JC21A<sup>17</sup>**

Para las labores agrícolas y el cumplimiento de las líneas de producción establecidas, se demandaba mano de obra especializada que la familia no podía proporcionar. Los principales problemas en este punto radicaban (y aún en la actualidad radican) en el alto precio de los jornales, la no disposición de trabajadores especializados y que los pocos disponibles eran personas prácticamente ancianas. Los jóvenes que se dedicaban y dedican a las labores agrícolas contratados por campesinos lo hacen de forma casual. Como solución a esta demanda de mano de obra y para la mayoría de las labores agrícolas, en la finca se concibió, diseñó y fabricó el multi-implemento de tracción animal JC21A, el cual recibió el Certificado de Patente de Invención 2006-0096, otorgado por la Oficina Cubana de Propiedad Industrial (Anexo 7).

El JC21A es un multi-implemento agrícola de tracción animal que puede realizar 28 labores de cultivo, con una productividad y humanización del trabajo que permite enfrentar las cosechas con una alta eficiencia y eficacia. Este equipo posee una familia de implementos, intercambiables y ajustables según el tipo de labor, cultivo, marco de siembra, tamaño del operador, etc., con una versatilidad que abre un espacio amplio de

---

<sup>17</sup> Nombre de la invención, la cual hace alusión a su creador y a la cantidad de labores que puede realizar: JC21A: José Casimiro, 21 aplicaciones (actualmente ejecuta 28).

opciones y adaptaciones a realizar, no teniendo que adquirir una cantidad inmensa de equipamiento para las mismas labores.

Desde la preparación inicial del suelo hasta las últimas labores de cultivo, las mismas se convierten en consecutivas acciones encadenadas, creando en cada una de sus aplicaciones, el espacio preciso a la que le sigue a continuación.

Otras ventajas de esta tecnología son:

- Contribuye a la descompactación del suelo.
- Disminuye la necesidad de agua para riego en un 50%, al contar en su eje central con un órgano de trabajo que funciona como un subsolador en la mayoría de las labores, mejorando la capacidad de retención de humedad del suelo.
- Favorece el laboreo mínimo.
- No requiere mano de obra especializada para operarlo.
- Evita en más de un 90% la labor de guataquea; en labores de cultivo permite el ahorro de 66 hombres en una jornada, lo que garantiza que en dos jornadas de utilización, con el ahorro en mano de obra se puede costear su adquisición.
- Permite la incorporación de los residuos de cosecha al suelo, de otra forma tradicionalmente se desechan o se queman, por la dificultad para las labores de desyerbe con la guataca al encontrarse con la materia orgánica en descomposición.
- Permite ajustarlo a cualquier marco de siembra o plantación (un surco, dos surcos o tres de cada vez); además está dotado para realizar surcos sobre camellones existentes, para sembrar o plantar en ellos, a profundidades específicas según convenga.
- Humaniza el trabajo por su productividad, al llevar casi siempre en todas sus labores tres surcos de cada vez, facilitando el trabajo también para los animales, que en un breve recorrido abarcan mayor extensión de cultivo.
- Puede asimilar nuevos implementos u otros ya existentes que se requieran para casos específicos.

A pesar de todas las ventajas de esta tecnología, y de estar validado por el Instituto Nacional de Investigación en Mecanización Agrícola en Cuba (IIMA), de obtener premios en el Fórum Nacional de Ciencia y Técnica, así como el Premio a la Innovación Tecnológica en la provincia de Sancti Spíritus, poseer Certificado de Patente de Invención y estar

validado su impacto positivo por el MACAC en esta provincia, en varios tipos de suelos y agroecosistemas, en áreas poco mecanizables por el tipo de pendiente, grado de pedregosidad, obstáculos, pequeños espacios, etc., este equipo aún continúa sin producirse en serie, lo que imposibilita que pueda utilizarse por otros campesinos, que paradójicamente lo demandan constantemente.

Durante el período que se evalúa, de forma general, no se disponía de tecnologías apropiadas para el manejo agroecológico, ya que durante mucho tiempo se estuvieron generando tecnologías para la agricultura convencional (Vázquez, 2009; Martín *et al.*, 2015). La tendencia era la transferencia e introducción de tecnologías generadas en centros científicos, subvalorándose o desconociéndose la tecnología local y los conocimientos de los agricultores, lo que generó como resultado el diseño de paquetes tecnológicos inapropiados e incongruentes con el modo de vida de los campesinos (Valverde *et al.*, 1996), que eran los actores pasivos en casi la totalidad del proceso, pues sólo al final se les permitía una acción: adoptar o rechazar la tecnología propuesta, y quedaba excluida toda su capacidad innovadora. Por estas razones muchas veces se invirtieron recursos para generar tecnologías que nunca fueron adoptadas (Machín *et al.*, 2010).

A pesar de la situación económica y la escasez de recursos e insumos que trajo consigo el “Período Especial”, la innovación realizada por los agricultores ha tenido un gran auge, a causa de la necesidad de generar nuevas tecnologías para resolver sus problemas puntuales, así como ajustar las tecnologías ofrecidas por los centros científicos a las diversas condiciones de sus sistemas de producción (Vázquez, 2008). También se crearon condiciones para que los agricultores con cualidades como experimentadores se desarrollaran como tal y tuvieran una participación activa en la investigación agropecuaria (Vázquez, 2010). Aunque, de forma general, se ha prestado muy poca atención a los aspectos mecánicos o al desarrollo de mejores herramientas (Berkel y Laate, 1997).

Por lo general, los medios mecanizados utilizados en Cuba: tractores, remolques, cosechadoras, arados y gradas de discos, son agresivos al suelo. Fundamentalmente por la compactación que producen, la cual se incrementa con el laboreo excesivo, con la consiguiente pérdida de la fertilidad natural debido a la poca infiltración del agua, la baja

capacidad de retención de humedad, presencia de obstáculos a la penetración de las raíces, mayor consumo energético, entre otras citadas por Ríos (2004; 2011; 2015).

Si el uso de procesos de mecanización adecuados en la producción agrícola ha sido uno de los factores decisivos para la modernización y obtención de logros en la producción (Cortés *et al.*, 2009), la introducción de este multi-implemento agrícola puede favorecer el escalonamiento de la agroecología a un nivel productivo y eficiencia superiores. Esta tecnología dispone de un manual de uso elaborado por la familia en la finca Del Medio.

Al respecto, se considera que se necesitan fondos y programas nacionales que posibiliten la extensión de innovaciones y tecnologías campesinas en interacción con centros científicos que favorezcan la productividad y el desarrollo agroecológico, puesto que son producto de necesidades y contextos propios de la cultura y práctica campesina cubana, lo cual podría extender sus beneficios a otras fincas del país.

#### **2.3.4.1.5 Cercas vivas**

La inexistencia de cercados condujo desde etapas anteriores a algunos problemas sociales y de relaciones de vecindad por la entrada de animales a la finca, los que provocaban afectaciones a la producción agrícola. Ello ocurría fundamentalmente en horas de la noche por lo que se convertía en algo muy difícil de controlar. Es este un aspecto al que se le debe prestar especial interés en el desarrollo de una sociedad campesina sustentable, pues existe un principio esencial para ello: “...*no perjudicar a nada ni a nadie...*” (Casimiro, 2007), por lo que se debe contar en cada predio con cercas seguras que imposibiliten el paso de animales de cualquier tamaño e incluso la entrada de intrusos al sistema.

Resulta de vital importancia que cada finca disponga de cercas perimetrales seguras que imposibiliten daños al vecino o que estos lo causen al sistema por la introducción de animales, además de evitar otros riesgos posibles. Se debe optar preferentemente por tipos de cercado que se ajusten a los principios agroecológicos, cercas vivas, frutales, árboles forrajeros, leguminosos y multipropósitos. Los límites internos del sistema preferentemente deben plantarse siguiendo las curvas a nivel y los patrones de la naturaleza.

Bajo esta necesidad puntual de establecer cercas perimetrales que eliminaran los problemas mencionados y la no existencia en el mercado de los insumos para establecer las cercas tradicionales que consisten en el cercado de alambre de púas con postes de

madera, grampas, y en los mejores casos con postes vivos intercalados, en la finca Del Medio se solucionó a partir de la incorporación, que abarca en el tiempo los períodos I y II, de un tipo de cercado con piña de ratón (*Bromelia pinguin* L.). Estas cercas, entre varias ventajas, desde el primer día de instalación imponen un orden estricto al paso de animales, permiten en su interior la incorporación para su desarrollo de árboles frutales o forestales, que en zonas de potrero no podrían establecerse con eficiencia por los daños causados por los animales.

Desde el enfoque de la agroecología estas cercas cumplen varias funciones en el diseño agroecológico, además de establecer los límites físicos de la finca y de los cuarterones, son nichos para la reproducción de una vida silvestre funcional en la regulación de plagas pues funcionan como reservorio de enemigos naturales de estas, al crearles condiciones para una reproducción y equilibrio natural.

Por otra parte funcionan como barreras vivas anti-erosivas, que impiden arrastres de partículas de suelo por las lluvias, favoreciéndose la infiltración del agua y la retención del suelo. También como cortinas rompe-vientos para disminuir el impacto de la velocidad del viento en los diferentes cultivos, además, son fuente de alimentación para animales y personas.

Una vez establecidas a pequeña escala se pueden reproducir para seguir con el programa de cercado, sin depender de recursos externos. Respecto a los demás tipos de cercado, este tipo de cerca viva genera un ahorro por metro en su instalación de 20,00 CUP. En la finca Del Medio existe una cultura en su uso, con herramientas diseñadas y validadas para un manejo eficiente.

#### **2.3.4.1.6 Abasto de agua**

El abastecimiento de agua al hogar era muy pobre en la finca, sólo a partir de un pozo artesiano se obtenían, con grandes esfuerzos, alrededor de 200 litros de agua diarios. Para la producción agropecuaria el agua de riego a los cultivos también era escasa, la fuente de abasto consistía en un pequeño arroyo que era fértil sólo en la etapa de lluvias.

A pesar de la escasez de agua en diferentes etapas del año, no existe en Cuba una cultura para el aprovechamiento y colecta del agua de lluvia que precipita sobre las instalaciones

con techo, y debe ser un principio de aplicación para la resiliencia socioecológica de cualquier sistema el aprovechar las oportunidades que ofrece la naturaleza.

Por cada milímetro de precipitación en un metro cuadrado se deposita un litro de agua, por lo que solamente aprovechando la que precipita en el techo de una vivienda, por ejemplo de 50 m<sup>2</sup>, y como es el caso de la finca Del Medio con una precipitación promedio anual de 1 292 mm, se podrían colectar para su uso, anualmente, 64 600 litros de agua (176,9 litros diarios).

Para la construcción de pozos y la infraestructura habitacional (la vivienda se encontraba en alto grado de deterioro), se requería de inversiones que fueron asumidas paulatinamente en los siguientes períodos, priorizándose el sistema productivo antes del confort habitable, por no existir ganancias suficientes que permitieran solventar todo de una vez. Esta situación se agudizó por la inexistencia de un mercado formal de bienes o servicios para la mayoría de las operaciones o proyectos que se planificaban, lo cual es un elemento que se refleja aún en la actualidad, a lo cual se agrega los altos costos de adquisición cuando intermitentemente se encontraban o encuentran dispuestos a la venta productos como materiales de construcción e instalaciones hidráulicas.

También la disposición de insumos para la producción agropecuaria, ya sea convencional o agroecológica, en todo el desarrollo de la investigación ha sido escasa e insuficiente, lo que ha frenado el desarrollo de las fuerzas productivas y de otras iniciativas que podrían contribuir al logro de una mayor eficiencia en cada etapa del estudio.

Por ello, se considera que las políticas públicas deben enfocarse en crear un mercado de insumos y servicios a todo lo largo del país donde las familias campesinas puedan adquirir, a precios justos, lo que necesiten para su reproducción social y la producción agropecuaria, en el momento requerido y en las cantidades imprescindibles.

#### **2.3.4.1.7 Manejo animal**

El manejo animal en la finca Del Medio en el primer período se caracterizó por un proceso de cruce y selección de las razas que mejor se adaptaban a las condiciones imperantes en la finca y a aquellas que la familia podía ofrecer. Este proceso se basó en la observación del comportamiento animal, lo cual arrojó a través de todo el estudio longitudinal, tipos genéticos de aves, vacas, conejos, cerdos, entre otros, que se alimentan prácticamente de



los pastos existentes en el sistema, no requiriendo atenciones especializadas ni piensos importados o medicamentos.

#### **2.3.4.1.8 Resiliencia socioecológica**

El IRS, con un valor de 57,54%, refleja el valor 3 en la escala propuesta para una finca medianamente resiliente en este período de estudio (tablas 19 y 25).

Se puede evidenciar así, que desde el Período I se lograron resultados aceptables en algunos indicadores, los cuales constituyeron adecuados puntos de partida para los posteriores procesos de transformación.

Como lo demuestran los análisis realizados, la finca mostró en este período términos medios de resiliencia socioecológica. El manejo del agroecosistema de forma convencional provocaba decadencia en los suelos y en los beneficios económicos, a tal punto que la finca se encontraba expuesta a la posibilidad de recibir impactos aún más negativos ante un evento climático extremo, o la imposibilidad de acceder al mercado de insumos externos por cualquier índole.

En 1996, la finca fue azotada por un huracán clasificado como categoría 3 en la escala de huracanes de Saffir-Simpson (de acuerdo a la velocidad de sus vientos) que trajo aparejado tornados internos que afectaron al sistema, además de lluvias torrenciales que produjeron inundaciones y deslizamientos de tierras.

La vulnerabilidad de la finca ante este evento, estuvo dada principalmente por los suelos descubiertos, ausencia de barreras protectoras, de cortinas rompe-vientos, entre otras. El cultivo del arroz y las viandas (raíces y tubérculos) tuvieron pérdidas en más de un 50% en cantidad y calidad. Las tierras en preparación para los cultivos del tabaco y el frijol fueron afectadas por arrastres considerables de suelo y por la velocidad de las aguas provocadas por las constantes precipitaciones. Algunos árboles frutales fueron derribados por los vientos, la cría de gallinas también fue afectada al destruir las crías de pollos jóvenes. La vivienda quedó prácticamente inhabitable por afectaciones en el techo y la cobija (Tipología 4, construida con paredes de tablas de madera y techo de tejas y guano en igual proporción).

A partir de ese momento la familia comenzó a reajustar algunos diseños para prepararse ante estos eventos, los que en Cuba son comunes en la etapa comprendida del 1ro de junio al 30 de noviembre de cada año.

La pendiente de 2-8% para el 100% del área del sistema productivo era una de las causas que, ante las lluvias, favorecía las escorrentías y la pérdida de los suelos, por lo que había presencia de zanjas y cárcavas en las zonas de cultivo. Se comenzaron a establecer medidas para eliminar estos problemas, contrario a las prácticas tradicionales y convencionales usadas hasta el momento, entre las que se destacaron:

- Construcción de barreras de protección de suelos en los lugares donde la fuerza del agua producía mayores daños.
- Llevar a una escala menor, divididos en cuadrantes, los espacios de cultivo, intercalando con franjas de pastos naturales.
- Abandonar la práctica del surco de desagüe que normalmente se realizaba en las cabeceras de las áreas de cultivos.
- Establecimiento de cercas vivas.
- Programa de rotación de cultivos y áreas en barbecho, con integración de ganadería-agricultura.

En 1999 otra vez fue azotada la finca por un huracán. Sin embargo, las afectaciones, excepto en la vivienda que seguía en pésimas condiciones constructivas, no fueron perceptibles a la escala para considerarse como daños. A ello contribuyó la experiencia del evento meteorológico anterior y las medidas tomadas para mitigar los efectos que pudieran provocar otros, apoyado por el conocimiento que la familia iba adquiriendo de cada espacio de la finca, de los lugares por donde la velocidad del agua era superior, donde las inundaciones eran más evidentes, etcétera.

El primer período, con todos estos análisis y resultados, arrojó elementos a la familia que hicieron visualizar la insostenibilidad del modelo productivo y la necesidad del cambio.

El alto grado de vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, la dependencia en insumos externos, los altos costos de producción, la escasa e ineficiente mano de obra casual que se podía contratar para las labores agrícolas y el grado de deterioro que se evidenciaba cada vez más en los suelos, brindaron la oportunidad de crear las bases para

avanzar hacia la utilización de un nuevo modelo de gestión basada en la introducción de prácticas agroecológicas que mejoraran el estado general del sistema socioecológico.

#### **2.3.4.2 Período II (2001-2005)**

En el año 1999 se electrificó el predio, lo que permitió tener acceso a la energía eléctrica, luego de aprobarse a nivel nacional la posibilidad de que los campesinos en sus fincas pudieran electrificar sus viviendas y sistemas de producción. Por lo que a partir de ese momento los integrantes de la familia comenzaron a tener acceso a la información transmitida por varios medios de difusión masiva (televisión y radio).

Fue este período donde se culminó el proyecto de cercados perimetrales e internos con la piña de ratón como se explicó desde el período anterior, y se continuó en la búsqueda de más información sobre este tipo de labor. Además, la familia se comenzó a documentar sobre otras prácticas agroecológicas, como la construcción de barreras para la contención de arrastres y pérdidas de suelos, que ya se implantaban desde años anteriores y permitieron con el tiempo eliminar cárcavas de gran profundidad y disminuir la velocidad de las aguas de escorrentía, además de capturar en la finca todo el material arrastrado de las áreas ubicadas por encima de ella.

Se apreció la importancia de que las familias campesinas dispongan de varias fuentes de información y capacitación que le permitan asegurar su superación constante, lo cual apoya los procesos de innovación, experimentación campesina, asimilación y validación de tecnologías agroecológicas contextualizadas a su finca.

Posteriormente, en 2001 la finca se inserta en el Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino y miembros de la familia participan en varios eventos y talleres de agroecología e intercambios de experiencias. Al convencimiento anterior de la insostenibilidad del modelo convencional y las evidencias de las ventajas de algunas prácticas que ya se implementaban en la finca, se añadió un cambio radical de mentalidad y se comenzó el desarrollo de una agricultura enfocada a la introducción de prácticas agroecológicas, la producción orgánica y la protección de los suelos como máxima prioridad.

La producción y uso de abonos orgánicos como el compost y humus de lombriz a partir de las excretas de animales y residuos de cosechas, la reforestación con frutales y plantas leguminosas asociadas con las cercas vivas, los espacios alrededor de la vivienda y en los potreros, la diversificación de la producción, la rotación y el intercalamiento de cultivos, surcos ubicados perpendiculares a la mayor pendiente y el uso continuado del JC21A, estuvieron presentes desde entonces, lo que mejoró los flujos y conexiones de los subsistemas productivos (figura 24).

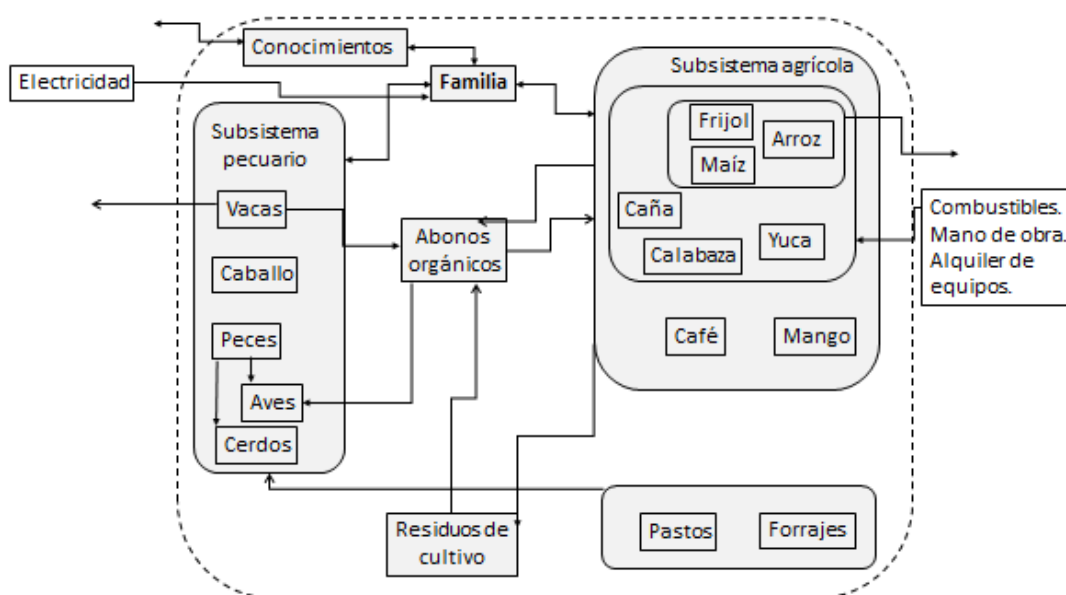


Figura 24. Diagrama de los subsistemas productivos en el Período II (2001-2005).

Bajo la aplicación de nuevas técnicas de manejo agroecológico se realizó la captura de información para el análisis del comportamiento de los diferentes indicadores e índices en el Período II, los gastos energéticos fueron considerablemente menores como se aprecian en la tabla 27.

En esta etapa se redujeron las áreas dedicadas a los cultivos de 7 a 2 ha, para poder abastecer principalmente con el trabajo familiar las labores que demandaba el sistema, sin tener que importar demasiado combustibles para las labores de riego que, además, requerían de menor tiempo, debido a que con el uso del JC21A, la humedad de los suelos era retenida por mayor tiempo y la productividad y eficiencia del trabajo era superior, a pesar de esto la diversidad de cultivos fue mayor (tabla 28).

Tabla 27. Gastos energéticos y costos por insumos en la finca Del Medio, en el Período II (2001-2005).

Insumos	Unidad de medida	Gasto	Costo total (CUP)	Equivalente energético	
				Por unidad (MJ/u)	Total (MJ)
Trabajo humano <sup>18</sup>	H	11 680,00	87 600,00	1,00	11 680,00
Trabajo animal	H	100,00	1 250,00	7,55	755,00
Semilla	kg	230,00	1 250,00	0,71	163,65
Insecticida	kg	1,00	20,00	184,00	184,00
Diésel	L	200,00	500,00	38,70	7 740,00
Gasolina	L	100,00	2 500,00	3,40	340,00
Electricidad	Kilowatts	3 000,00	270,00	3,60	10 800,00
Alquiler de equipos	H	200,00	8 000,00	0,00	0,00
<b>Total</b>			<b>101 390,00</b>		<b>31 662,65</b>

Tabla 28. Producciones por productos e ingresos en la finca, en el Período II (2001-2005).

Productos	Unidad de medida	Producción	Ingresos totales (CUP)	Equivalente energético		Equivalente proteico	
				Por unidad (MJ/u)	Total (MJ)	Por unidad (Kg)	Total (Kg)
Arroz	kg	1 382,40	9 000,00	15,10	20 874,24	0,066	91,24
Carne de cerdo	kg	552,96	14 400,00	11,00	6 082,56	0,169	93,45
Frijol colorado	kg	2 304,00	30 000,00	14,30	32 947,20	0,252	580,61
Maíz seco	kg	276,48	1 200,00	15,30	4 230,14	0,094	25,99
Huevos	kg	176,00	6 000,00	6,00	1 056,00	0,126	22,18
Miel de abejas	kg	80,00	1 600,00	12,70	1016,00	0,003	0,24
Café	kg	46,00	3 493,70	1,25	57,50	0,100	4,60
Mango	kg	500,00	500,00	2,70	1 350,00	0,005	2,50
Yuca	kg	4 147,20	3 600,00	6,70	27 786,24	0,014	58,06
Caña de azúcar	kg	11 520,00	5 000,00	1,78	20 505,60	0,012	138,24
Tabaco	kg	3 686,40	12 000,00	0,96	3 538,94	0,010	36,86
Leche de vaca	kg	12 000,00	24 000,00	2,50	30 000,00	0,032	384,00
Carne de pollo	kg	150,00	5 000,00	7,20	1 080,00	0,209	31,35
Carne bovina	kg	1 000,00	2 000,00	6,50	6 500,00	0,207	207,00
Calabaza	kg	2 000,00	2 000,00	1,10	2 200,00	0,010	20,00
Pescado	kg	2 000,00	4 000,00	6,50	13 000,00	0,207	414,00
Subtotal			123 793,7				
Impuestos			(9 903,496)				
<b>Total</b>		<b>41 821,44</b>	<b>113 890,20</b>		<b>172 224,43</b>		<b>2 110,32</b>

<sup>18</sup> En esta etapa el trabajo humano correspondiente a la familia era de 8 760 horas al año.

El índice de resiliencia socioecológica obtuvo un valor superior que en el primer período, en la tabla 29 se reflejan los valores de cada indicador e índice evaluado.

Tabla 29. Comportamiento de los indicadores e índices evaluados para obtener el IRS en la finca, Período II (2001-2005).

Variable	Valor	Pi	Wi	Pi x Wi	Índice de soberanía	IRS (%)
Pp	8,27	5	0,3332	1,666	SA= 0,99	<b>75,37</b>
Pe	4,02	2	0,0012	0,0024		
Af	98,00	5	0,6656	3,328		
Sumatoria			1,0000	4,9964		
IUT	3,35	5	0,0054	0,027	ST= 0,54	
IE	50,00	2	0,2013	0,4026		
H	2,01	5	0,2814	1,407		
IAFRE	0,00	1	0,4011	0,4011		
IIF	78,77	4	0,1108	0,4432		
Sumatoria			1,0000	2,6809		
EE	8,20	5	0,4024	2,012	SE= 0,72	
EFE	69,95	2	0,1104	0,2208		
EF	30,05	2	0,2824	0,5648		
BE	7,77	4	0,2015	0,804		
CEP	0,49	5	0,0033	0,0165		
Sumatoria			1,0000	3,6201		
RCB	0,90	2	0,1	0,2	EEco= 0,76	
IDIE	35,83	4	0,9	3,6		
Sumatoria			1,0	3,8		

La figura 25 muestra una representación de los resultados obtenidos de los indicadores ponderados en este segundo período y respecto al umbral considerado muy favorable para una alta resiliencia socioecológica.

Desde la etapa anterior, la necesidad de fuentes de abasto de agua para los cultivos y la vivienda se hizo cada vez más evidente. Desde el 1999 y hasta el 2007 la familia estuvo inmersa en una inversión de capital y esfuerzo para la construcción de un embalse de mayor capacidad, que luego de concluido en el 2007, alcanzó una capacidad de 55 mil m<sup>3</sup>. Esta micro-presa se sembró de tilapia criolla para reproducirla y utilizarla en la alimentación animal y de la familia, así como depósito de las tierras que pudieran ser arrastradas de la finca o llegar de otros predios vecinos para posteriormente ser

recogidas, en el período poco lluvioso, cuando disminuía la cantidad de agua embalsada, las cuales se recogían y utilizaban como abonos orgánicos en las áreas de cultivo.

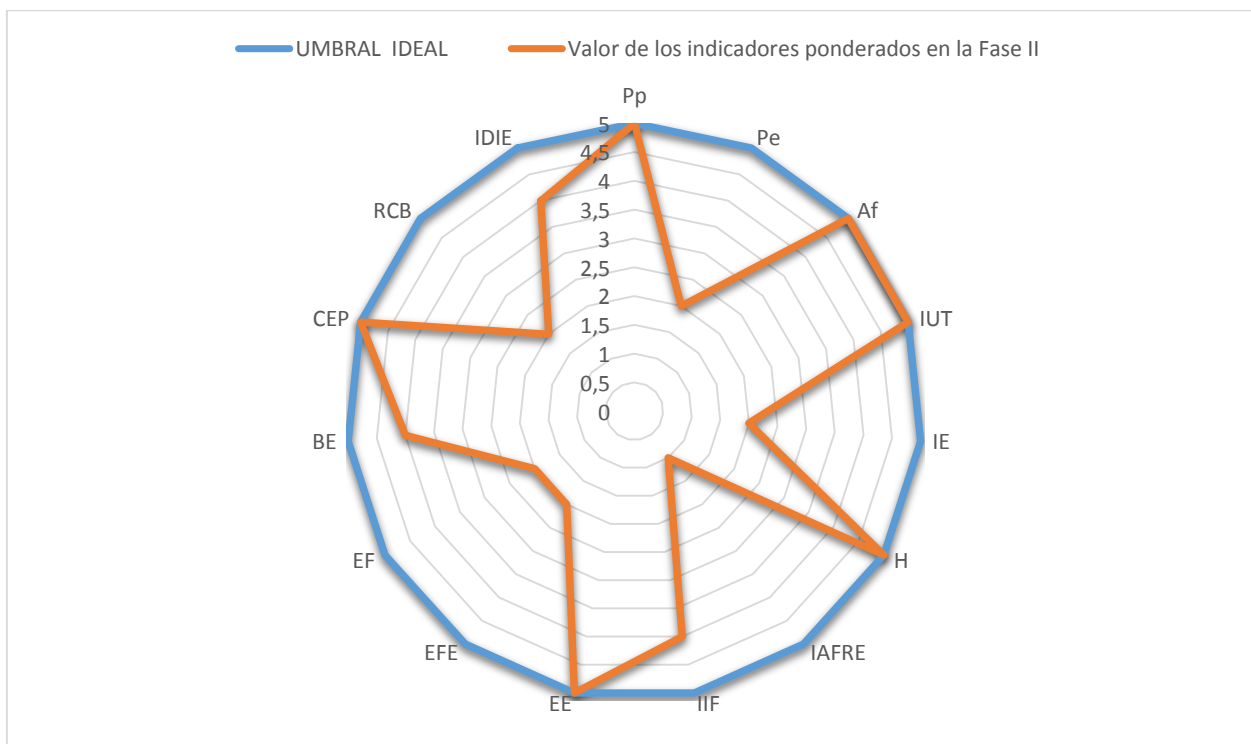


Figura 25. Resultados de los indicadores ponderados en el segundo período de estudio (2001-2005), respecto al valor considerado como muy favorable para una alta resiliencia socioecológica.

En los años 2004 y 2005, a pesar de disponer del embalse con una capacidad considerable para la captación y conservación de agua para cultivo, esta fuente no pudo ser aprovechada, pues la zona sufrió una intensa sequía que provocó daños considerables en la mayoría de las fincas del municipio y la provincia.

Para sostener tal impacto se construyeron cuatro pozos artesianos y uno de brocal, por lo que en adelante se logró disponer de agua para las labores agrícolas y el abastecimiento de los animales y la familia.

El ganado mantuvo la misma producción lechera, pues el espacio que anteriormente estaba cubierto con agua, en ese momento fue destinado al desarrollo de pastos ricos en nutrientes que permitieron la alimentación animal. La finca fue sede de acogida temporal para animales de amigos que comenzaron a sufrir en sus fincas muertes de crías vacunas

y querían preservar las de mayor valía. Al mismo tiempo, la finca Del Medio abasteció de agua para el consumo de animales y familias a fincas colindantes.

En este período se mejoró la intensidad innovadora de la finca, el índice de utilización de la tierra y la diversidad de la producción. El porcentaje de insumos externos usados para la producción disminuyó de un 80 a 50% con relación al período anterior. El índice de dependencia externa se redujo de 71,39% (en el primer período) a un 35,83%. La eficiencia energética fue muy superior (de 2,7 a 8,2). Todo esto conllevó a una resiliencia socioecológica superior al período anterior. Sin embargo, el margen de ganancias fue inferior y el costo por peso mayor (\$ 0,90).

Las principales causas de los resultados desfavorables en la economía de la finca estaban determinados por los costos de producción del tabaco (como ya se explicó anteriormente, por lo que en 2003 se decidió eliminar este cultivo) y los bajos precios de las producciones agropecuarias, los que no se ajustaban a los costos de producción agroecológica, que dependía de mayor intensidad de fuerza de trabajo.

Como se puede apreciar, en este período, la agroecología, para las condiciones de la finca objeto de estudio, fue más costosa que la agricultura convencional, lo que puede suceder en otros contextos o fincas, pues las labores y horas de trabajo al año que requieren labores como la producción de humus de lombriz, la recogida periódica del estiércol para que fermente, su traslado al cantero de las lombrices, el cual hay que regar diariamente durante meses hasta comenzar el proceso inverso (cernir, separar lombrices, echar en sacos, transportar al campo) para la fertilización de un pequeño espacio de cultivo, conlleva más energía que la necesaria al aplicar, en un sólo día, fertilizante químico subsidiado en toda el área de cultivo que se desee.

Con 50,00 y 200,00 CUP de petróleo y salario, respectivamente, un tractorista puede alistar 10 000 m<sup>2</sup> (1ha). Es decir, con 250,00 CUP, en cualquier estado que esté el terreno, un tractorista realiza la labor de un hombre con su yunta de bueyes en 15 días, lo que reportaría en salarios 1 500,00 CUP, además de la demora, atenciones y riesgos. Un molino a viento que extrae 10 000 litros de agua diarios cuesta mucho más como tecnología y para su mantenimiento que una turbina diésel, que puede bombear esa misma cantidad en 10 minutos.



Además de esto, se añadían las dificultades al tratar de incorporar propuestas en la construcción de tecnologías apropiadas como los biodigestores, porque resultaba muy difícil acceder a los recursos materiales necesarios, igualmente para la adquisición de jaulas para la cría de conejos, planchas de hierro fundido para la construcción de fogones eficientes, etcétera.

Por ello, se considera que la propuesta agroecológica no debe quedar a expensas solamente de la promoción de Campesino a Campesino, debe ser asumida y apoyada por los diversos actores, a partir de proyectos viables que hagan posible las expectativas creadas por ese importante movimiento en Cuba desde 1997.

Si la opción fuera sólo en el orden económico, optar por la agroecología en Cuba no sería una decisión acertada, esta es defendible si se presenta como una fórmula que le añade valor a los suelos que ya no lo tienen, que pueda hacerse en lugares donde no es posible la mecanización, aquellas áreas que por su grado de pendiente, se erosionaron y permanentemente lo siguen haciendo y quemándose todos los años en el período seco. Sin competir con la agricultura convencional, permitiría la recampesinización de espacios ociosos y el desarrollo de una cultura de independencia y de soberanía, salvándose lo que está perdido y preservándose lo que está por perderse. Todo esto requiere de políticas públicas que apoyen el desarrollo de familias campesinas cultas, imitando los patrones de la naturaleza, sin ser carga social para el Estado y como aportadoras de una variedad de productos logrados de forma humanamente posible, disfrutable y decorosa. Se necesitan créditos para que las pequeñas fincas familiares prosperen y generen un intercambio justo en correspondencia con el verdadero valor de sus producciones y los demás servicios que prestan a la sociedad. Si se proporcionan condiciones de vida y materiales en las zonas rurales, donde tanto mujeres y hombres, jóvenes y ancianos, encuentren un espacio para aportar y ganarse la vida honradamente con la mayor autosuficiencia posible, ellos estarán contribuyendo a la soberanía y seguridad alimentaria de estas mismas poblaciones y de la sociedad en general.

El estudio en este período evidenció que la agricultura basada en técnicas agroecológicas puede ser más costosa que la agricultura convencional, pero lleva implícita mejoras en la protección de los suelos y el ambiente en general, además de minimizar la dependencia de recursos externos. Lo anterior originó la necesidad de introducir tecnologías más

apropiadas que permitieran mejorar la eficiencia económica y energética, lo cual constituye objeto del Período III.

#### **2.3.4.2.1 Resiliencia socioecológica**

El IRS con un valor de 75,37% refleja el valor de 4 en la escala propuesta para una finca con resiliencia socioecológica en este momento del estudio (tablas 19 y 29).

La mejoría resultó a partir de una menor dependencia de insumos externos, una mayor diversidad de la producción, un índice de utilización de la tierra superior a la etapa anterior y mejores resultados en la eficiencia energética. Sin embargo, en el Período II los costos económicos fueron superiores respecto a los beneficios percibidos.

Las prácticas agroecológicas permitieron ir mejorando las condiciones del suelo, el paisaje y la biodiversidad en general, la calidad de las semillas y la no incidencia de plagas. Desde el primer período la familia se autoabastecía de alimentos, por lo que el índice de soberanía alimentaria tuvo valores muy favorables, los índices de dependencia externa, entre otros, debían ser mejorados, por tanto, se visualizó la necesidad de disponer de bases metodológicas que, más allá del uso de prácticas agroecológicas, contribuyeran a una mayor resiliencia socioecológica con el logro de la soberanía energética, tecnológica y la eficiencia económica.

Coincide el final de este período con el encuentro de la familia con el Movimiento de Permacultura en Cuba, promovido por la Fundación de la Naturaleza y el Hombre “Antonio Núñez Jiménez”, que insertó a la familia en cursos de introducción y de avanzada en permacultura y afianzó una nueva filosofía de vida en la familia a partir de la apropiación de sus principios éticos y de diseño, para una nueva concepción en el manejo eficiente de la energía y los recursos con el uso de tecnologías apropiadas.

#### **2.3.4.3 Período III (2006-2015)**

Este período comienza su desarrollo con la implementación de una estrategia formulada para el diseño y manejo agroecológico, con el objetivo del autoabastecimiento en recursos, alimentos y energía, sin la necesidad de importar insumos externos y con el máximo aprovechamiento de los recursos localmente disponibles, la diversificación de la producción y una mayor eficiencia a partir de incrementar los flujos e interrelaciones entre cada elemento del sistema socioecológico (figura 26).

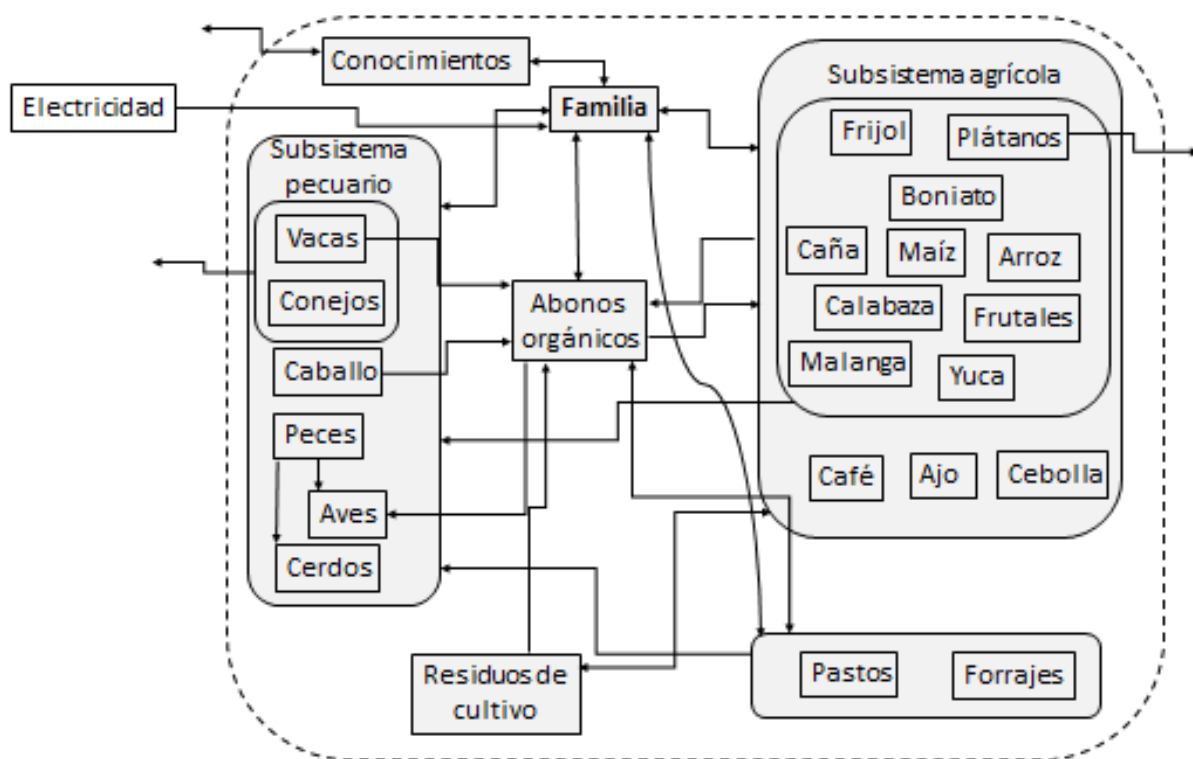


Figura 26. Subsistemas productivos en la finca Del Medio en el Período III (2006-2015).

La superación de la familia que participaba periódicamente en talleres, cursos y eventos científicos, la capacidad de cambio tecnológico y de cada miembro para asumir diversas labores, permitieron presentar un alto Índice de Intensidad Innovadora, lo que apoyó en alto grado la innovación, la experimentación, la adopción y la validación de tecnologías apropiadas que posibilitaron incrementar en eficiencia cada proceso llevado a cabo y mejorar los resultados en la mayoría de los indicadores e índices.

En la tabla 30 se reflejan los gastos energéticos y los costos por insumos importados a la finca en este período.

Tabla 30. Gastos energéticos y costos por insumos en la finca en el Período III (2006-2015).

Insumos	Unidad de medida	Gastos	Costo total (CUP)	Equivalente energético	
				Por unidad (MJ/u)	Total (MJ)
Trabajo humano <sup>19</sup>	H	7 300,00	63 875,00 <sup>20</sup>	1,00	7 300,0
Trabajo animal	H	746,00	9 325,00	7,55	5 632,3
Gasolina	L	30,00	750,00	3,40	102,0
Electricidad	kWh	6 660,00	600,00	3,60	23 976,0
<b>Total</b>			<b>74 550,00</b>	-	<b>37 010,3</b>

El incremento en el consumo de electricidad estuvo dado por el aumento del número de integrantes de la familia y la mejora de la calidad de vida en cuanto al confort de la vivienda en equipos electrodomésticos. No obstante, el consumo per cápita de los miembros es de 69,38 kWh /mes, que equivale al 39,31% del consumo promedio mensual per cápita (kWh /cliente) de los cubanos en sus hogares (176,5 kWh /mes) de acuerdo a las estadísticas de ONEI (2015).

El cambio de estado del suelo con la fertilización orgánica continuada desde el 2001, el mínimo laboreo, las labores de subsolación con el JC21A, el equilibrio hídrico, curvas a nivel, barreras, mulch y coberturas, entre otras prácticas agroecológicas, unidas a la cultura en el diseño y manejo agroecológico que iba adquiriendo la familia, al conocimiento de cada espacio en la finca, al aprovechamiento de las FRE con tecnologías apropiadas y a la biodiversidad funcional enriquecida, incidieron en que la productividad fuera mayor (tabla 31), que no hubiera incidencia de plagas, que la disposición y uso del agua para riego y abastecimiento familiar y de los animales incrementara en eficiencia y eficacia y que la familia dispusiera de mayor tiempo para el intercambio y el ocio.

<sup>19</sup> En esta etapa todo el trabajo humano proviene de la familia.

<sup>20</sup> Salario de cinco miembros de la familia a partir del autoempleo generado desde el sistema, equivale a un salario per cápita por mes de \$ 1 064,58.

Tabla 31. Producciones por productos e ingresos en la finca Del Medio en el Período III (2006-2015).

Productos	Producción (Kg)	Ingresos totales (CUP)	Equivalente energético (MJ/u)	Equivalente Proteico (Kg/u)	Energía total (MJ)	Proteína Total (Kg)
Arroz	1 152,00	12 500,00	15,10	0,066	17 395,2	76,03
Frijol	460,80	10 000,00	14,30	0,252	6 589,44	116,12
Malanga	1 382,40	9 000,00	4,70	0,015	6 497,28	20,74
Yuca	2 304,00	10 000,00	6,70	0,014	15 436,80	32,26
Calabaza	1 382,40	4 500,00	1,10	0,010	1 520,64	13,82
Boniato	460,00	2 500,00	3,60	0,016	1 656,00	7,36
Cebolla	46,08	500	1,70	0,011	78,34	0,51
Ajo	42,00	2 000,00	6,20	0,064	260,40	2,69
Caña de azúcar	11 520,00	5 000,00	1,78	0,012	20 505,60	138,24
Plátano	25 000,00	30 000,00	3,70	0,011	92 500,00	275,00
Café	46,08	3 493,70	1,25	0,100	57,60	4,60
Mamey	1 000,00	14 492,75	3,60	0,017	3 600,00	17,00
Guayaba	500,00	2 500,00	2,90	0,026	1 450,00	13,00
Mango	1 000,00	5 000,00	2,70	0,005	2 700,00	5,00
Tomate	1 000,00	5 000,00	0,80	0,009	800,00	9,00
Piña	1 000,00	5 000,00	2,10	0,005	2 100,00	5,00
Limón	96,20	721,00	1,20	0,011	115,44	1,06
Naranja	1 000,00	4 340,00	2,00	0,009	2 000,00	9,00
Toronja	200,00	600,00	1,30	0,006	260,00	1,20
Coco	1 300,00	5 200,00	14,80	0,033	19 240,00	42,90
Carne bovina	1 000,00	10 000,00	6,50	0,207	6 500,00	207,00
Carne de pescado	2 000,00	4 000,00	6,50	0,207	13 000,00	414,00
Carne de conejo	500,00	16 275,00	5,70	0,201	2 850,00	100,50
Carne de pollo	75,00	3 000,00	7,20	0,209	540,00	15,68
Carne de cerdo	600,00	15 624,00	11,00	0,169	6 600,00	101,40
Leche de vaca	12 000,00	52 800,00	2,50	0,032	30 000,00	384,00
Huevos <sup>21</sup>	160,60	5 475,00	6,00	0,126	963,6	20,24
Miel de abejas	500,00	10 000,00	12,70	0,003	6 350,00	1,50
Subtotal		237 021,45				
Impuestos		(18 961,72)				
<b>Total</b>	<b>67 227,56</b>	<b>218 059,73</b>			<b>261 566,34</b>	<b>2 034,84</b>

<sup>21</sup> Huevos de gallina de 44 gramos promedio, 3 mil 650 unidades.

La producción integrada de alimentos y energía influyó en el mejor comportamiento de cada indicador e índice evaluado, respecto a etapas anteriores (tabla 32).

Tabla 32. Comportamiento de los indicadores e índices evaluados para obtener el IRS en el Período III (2006-2015).

Variable	Valor	Pi	Wi	Pi x Wi	Índice de soberanía	IRS (%)
Pp	8,00	5	0,3332	1,666	SA= 0,99	<b>99,98</b>
Pe	6,11	3	0,0012	0,0036		
Af	98,00	5	0,6656	3,328		
Sumatoria			1,0000	4,9976		
IUT	2,74	5	0,0054	0,027	ST= 1	
IE	10,00	5	0,2013	1,0065		
H	2,15	5	0,2814	1,407		
IAFRE	83,61	5	0,4011	2,0055		
IIF	95,44	5	0,1108	0,554		
Sumatoria			1,0000	5,0000		
EE	17,26	5	0,4024	2,012	SE= 1	
EFE	15,06	5	0,1104	0,552		
EF	84,94	5	0,2824	1,412		
BE	10,86	5	0,2015	1,0075		
CEP	0,58	5	0,0033	0,0165		
Sumatoria			1,0000	5,0000		
RCB	0,34	5	0,1	0,5	EEco= 1	
IDIE	1,81	5	0,9	4,5		
Sumatoria			1,0	5,0		

#### 2.3.4.3.1 Caracterización del modelo productivo y sus resultados a partir de la experimentación, innovación, validación y adopción de tecnologías y el aprovechamiento de las FRE

Bajo los fundamentos del diseño y manejo agroecológico, la estrategia en el Período III estuvo proyectada a fortalecer las interrelaciones benéficas entre la familia y la finca, desde una filosofía de cooperación y cuidado de la naturaleza, y con un diseño focalizado en la diversidad, la estabilidad y la resiliencia socioecológica. De forma tal que permitiera funcionar permanente e indefinidamente el sistema, sin agotar o sobrecargar los elementos fundamentales de los que dependía.

A partir del vínculo con importantes centros de investigaciones en Cuba y proyectos de desarrollo local, tales como el Centro Integrado de Tecnologías Apropriadas (CITA) de

Camagüey y la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (EEIH) y su proyecto BIOMAS-CUBA, la finca pudo validar, innovar e implementar nuevas tecnologías que favorecieron el uso de las FRE, tales como arietes hidráulicos, molinos a viento y el biodigestor. El indicador IAFRE, que en los períodos anteriores reportó los valores mínimos, con el uso continuado de estas tecnologías reportó en este período un valor de un 83,61%. Lo que significa que en la finca, de la energía utilizada, el 83,61% procede de las FRE asociadas a tecnologías apropiadas.

La tabla 33 muestra el porcentaje de energía generada y aprovechada en la finca durante un año a partir de las FRE y el uso de tecnologías apropiadas; además de las mediciones equivalentes en MJ y el costo energético en kWh que conllevaría el abastecer a la finca de estas energías a partir de electricidad importada desde el exterior.

Para la interpretación de la tabla 33 es necesario dejar por sentado los siguientes elementos:

- Un kWh equivale a 3,6 MJ de acuerdo con Funes-Monzote (2009a).
- El cálculo del fogón eficiente de leña se realizó sobre la base de cuatro hornillas de 1 500 watts que requieren como promedio 10 horas diarias de trabajo para poder realizar todas las labores de cocción, deshidratación, horneado, calentamiento de agua, entre otros que realiza este fogón eficiente construido en la finca.
- La base de cálculo en el caso del ariete hidráulico y molinos a viento fue a partir de la energía que consumiría en kWh una turbina eléctrica de medio caballo de fuerza (500 watts) para abastecer la cantidad de agua abastecida en la actualidad con esas tecnologías.
- El consumo per cápita de los miembros de la familia en la finca Del Medio es de 2,28 kWh /día, que equivale al 39,31% del consumo promedio diario per cápita kWh /cliente) de los cubanos en sus hogares que es de 5,8 kWh /día de acuerdo con las estadísticas de ONEI (2015).

Tabla 33. Caracterización de las tecnologías apropiadas, su uso y efectos en un año en la finca Del Medio en el Período III (2006-2015).

Tecnología apropiada	Usos	Descripción	Gastos equivalentes en kWh /año	Equivalente en MJ
Fogón eficiente de leña	Cocción de alimento animal, deshidratado de frutas, condimentos, horneado, calentamiento de agua.	A razón de 50 kWh diarios.	18 250,00	65 700,00
Biodigestor	Producción de bioabonos y biogás para la cocción de alimentos, secado, deshidratador, horneado, refrigeración, generación de electricidad.	Consumo de 6 m <sup>3</sup> de biogás diario. 1 m <sup>3</sup> de biogás equivale aproximadamente a 6 kWh (Hilbert, 2003; Cepero <i>et al.</i> , 2012).	13 140,00	47 304,00
Ariete Hidráulico	Abastecimiento de agua.	A razón de 12 kWh diarios por siete meses del año las 24 horas del día (junio a diciembre).	2 568,00	9 244,8
Molinos a viento	Abastecimiento de agua.	A razón de 1 kWh diario por cinco meses del año restante; cuatro horas promedio/día (enero a mayo).	151,00	543,60
PAFRE	Abastecimiento de agua, energía para la cocción, deshidratación y horneado de alimentos, refrigeración, alumbrado, etcétera.	Potencial aprovechado de las FRE con tecnologías apropiadas.	34 109,00 (93,45 kWh /día)	122 792,40
Consumo de energía externa.	Electrificación de la vivienda.	Se refiere a la energía importada, en este período equivalente al consumo en electricidad para la electrificación de la vivienda.	6 660,00 (18,25 kWh /día)	23 976,00
DES	PAFRE+ Consumo de energía externa al sistema	Demanda total de energía en el sistema, tomando en cuenta el consumo en kilowatts que conllevaría abastecerse de la energía que es aprovechada en la finca con las FRE y las tecnologías apropiadas (PAFRE) y el consumo externo.	40 769,00	146 768,40
IAFRE		$IAFRE=(PAFRE/DES) \times 100$	83,66%	83,66%
Equivalente en USD de PAFRE		El costo de un kWh entregado en Cuba es de 0,211 USD (Martín, 2016).	7 196,99	



En el proceso de experimentación, innovación y adopción de estas tecnologías, la familia constató la ausencia en el entorno local de especialistas en servicios de reparación tecnológica integral, lo que influyó en que los integrantes de la familia se especializaron en cada una de las tecnologías y obtuvieron como resultado: 22 innovaciones en el sistema de los arietes hidráulicos, lo cual ha contribuido con el CITA en la fabricación de equipos eficientes y en investigaciones pertinentes al desarrollo de esta tecnología en la región. Al mismo tiempo se logró un sistema de captación de agua con los molinos a viento que mejoró la eficacia de éstos, así como el cuidado de la tecnología. Obtuvieron nuevos métodos para el montaje y desmontaje de molinos a viento, con herramientas novedosas y acordes que contribuyen a la rapidez y eficiencia de esta operación para mantenimiento o en caso de tormentas, ciclones o fuertes vientos. Sin dejar de mencionar los diseños mejorados para la construcción de biodigestores y el manejo de los efluentes líquidos y sólidos del mismo.

Estas innovaciones permitieron demostrar el importante rol de los procesos de contextualización, adopción y perfeccionamiento de resultados científicos a la vez que demostró la importancia de los vínculos entre el sector académico y este tipo de agricultura, lo que demuestra la relevancia de la innovación campesina para contribuir con el desarrollo rural local, lo que coincide con lo señalado por Vázquez (2010) y Martín *et al.* (2015).

La finca se abastece en el período de máximas precipitaciones de 20 mil litros de agua diarios como promedio con los arietes hidráulicos (Anexo 8), situados en la parte más alta de la finca (400 metros de distancia y 18 metros de altura respecto a donde están instalados), es importante resaltar que si el aforo se realiza en distancias menores esta disponibilidad de agua se multiplica. El agua se lleva a la parte más alta para aprovechar la pendiente y por gravedad se riegan los cultivos (Anexo 9) cuidando no dañar el suelo y sin usar otro tipo de energía convencional.

En el período de menores precipitaciones (seis meses) el ciclo del agua se complementa en la finca con los dos molinos a viento en pozos artesianos, que abastecen al sistema con 4 000 litros diarios como promedio (Anexo 10).

La utilización de agua para riego y el abastecimiento de animales y de la vivienda es un ciclo cerrado logrado con estas infraestructuras y con diseños realizados desde el mismo

sistema. Se prevé en el futuro el uso de otras tecnologías, como los sistemas de riego accionados por celdas fotovoltaicas y los aerogeneradores.

El tener una disponibilidad constante de agua, pero limitada, favorece el ahorro y el aprovechamiento óptimo del recurso hídrico, por lo que la cultura de usarlo en el momento preciso y en la cantidad requerida forma parte del diseño y manejo socioecológico. Además se aprovecha el agua de lluvia a partir de las precipitaciones caídas en los techos de la vivienda, con colectas que existen para tal fin y que forman parte de los procesos de innovación generados por esta familia en su interactuar con el agroecosistema.

El fogón eficiente es una nueva tecnología diseñada en la finca (construido, derrumbado y vuelto a construir 13 veces, para llevarlo al nivel máximo de eficiencia) que con poca energía tiene la capacidad de realizar, a la vez, varias funciones: la cocción de alimentos, la deshidratación de frutas y especias, el calentamiento del agua, el tratamiento para la conservación de carnes, entre otras.

Dos biodigestores en serie (Anexo 11) propician disponer de la energía suficiente para la refrigeración, la cocción de alimentos, el horneado y la deshidratación de alimentos, con un consumo promedio de 6 m<sup>3</sup>/día de biogás. Además de una producción de biofertilizantes a partir de sus efluentes (650 kg/día) que se utilizan en el fertirriego por gravedad en los cultivos. La producción de bioabonos se complementa con 10 t/año de humus de lombriz y 20 t/año que se extraen del fondo del embalse en el período de menores precipitaciones (tabla 34). Los bioabonos también se utilizan para nutrir los diferentes cultivos y las áreas agrícolas de la finca, con el objetivo de restaurar la fertilidad natural del suelo sin deteriorar el recurso y bajo el principio de que por cada kilogramo que se obtiene de alimentos se debe aportar 5 kg de abonos orgánicos a los suelos.

Para la interpretación de la tabla 34 es necesario dejar por sentado los siguientes elementos:

- 1 kg de fertilizante orgánico equivale a 0,3 MJ de acuerdo con Funes-Monzote (2009a), este dato se usó en el cálculo del Balance Energético.
- Según el contenido de nitrógeno, 7,5 t de bioabonos (efluentes del biodigestor) equivalen a 1 t de fertilizante completo (NPK: 12:10:10 %) según Suárez *et al.* (2012).
- El Mulch de la presa es un depósito rico en nutrientes que se deposita en el fondo del embalse y es extraído cada año en el período seco.

- Para el cálculo del equivalente en USD se tomó como referencia que QUIMIMPORT (Empresa importadora cubana) paga por una tonelada de fertilizante 650,00 USD (Suárez *et al.*, 2012).

Tabla 34. Producción anual de fertilizantes orgánicos y su equivalente energético y en USD en la finca Del Medio.

Fuente de producción	Producción (kg)	Equivalente a fertilizante orgánico (kg)	Equivalente a Megajoules
Lombricultura	10 000,00	10 000,00	3 000,00
Efluentes-biodigestor (650 kg/día)	237 250,00	31 630,00	9 489,00
Mulch de la presa	20 000,00	20 000,00	6 000,00
<b>Total</b>		<b>61 630,00</b>	<b>18 489,00</b>
<b>Equivalente USD</b>		<b>40 059,50</b>	

La edificación de la casa de vivienda forma parte de las innovaciones realizadas, pues ante la escasez de recursos como el acero se decidió realizar un diseño en forma de domo o cúpula, permitiendo una construcción fundamentalmente a partir de ladrillos de barro y cemento. Diseño que contiene en su conjunto las colectas de agua de lluvia. Por su forma y fortaleza, estas construcciones no sufrirán los impactos de las tormentas tropicales o los ciclones que suelen afectar la zona, además favorece la aireación y la prevalencia de espacios frescos que garantizan el confort en su interior.

El que la familia tenga una vivienda bonita, fuerte, confortable, segura, funcional, contribuye a su resiliencia socioecológica y a la mitigación de los efectos del cambio climático.

#### 2.3.4.3.2 Resiliencia socioecológica

El IRS obtuvo un valor de 99,98% lo que refleja el valor de 5 (tablas 19 y 32) en la escala propuesta para una finca con una alta resiliencia socioecológica, lo cual está fundamentado por la obtención de resultados considerados muy favorables en la mayoría de los indicadores evaluados (figura 27).

A estos resultados positivos contribuyó en gran medida el aprovechamiento de las FRE con tecnologías apropiadas. Esto influyó directamente en la mejoría de los índices de eficiencia tecnológica, energética y económica, que en los períodos anteriores no presentaron los mejores resultados.

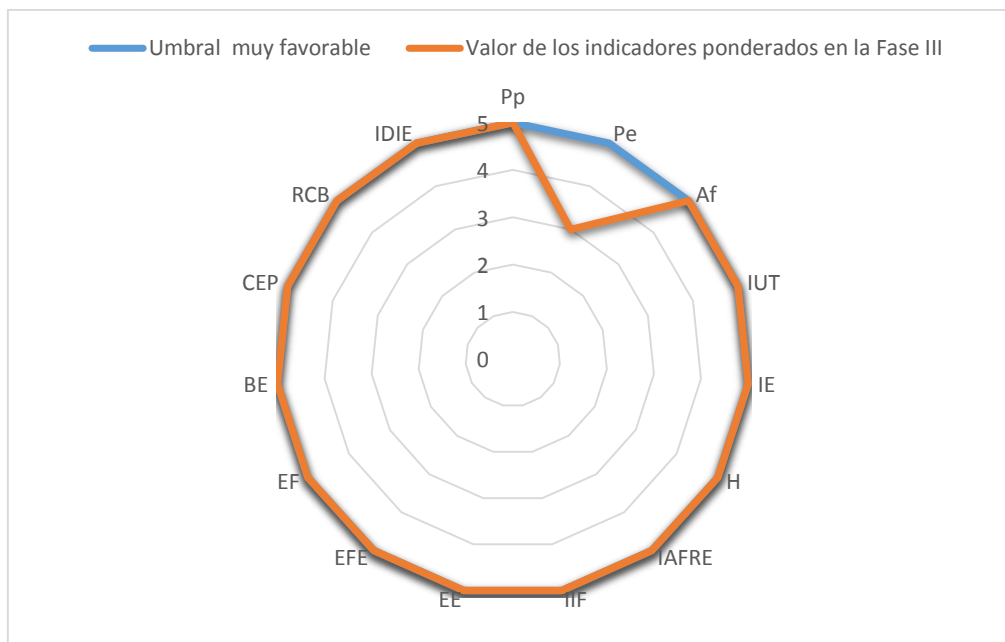


Figura 27. Resultados de los indicadores ponderados en Período III (2006-2015), respecto al valor considerado como muy favorable para una alta resiliencia socioecológica.

En la tabla 35 se muestran los valores de los indicadores para cada período, de forma tal que se percibe la evolución a lo largo de todo el estudio.

La eficiencia energética, de un valor de 2,7 y 8,2 en el primer y segundo período, respectivamente, llegó a 17,26 en el Período III. Fue así que se disminuyó el costo energético de la producción y la intensidad de la fuerza de trabajo por hectárea (730 horas/ha/año).

Estos resultados corroboran los obtenidos por Rodríguez (2009) quien efectuó una comparación con el sistema convencional establecido en áreas aledañas a la finca Del Medio mediante un balance energético en el cultivo del maíz. Este autor obtuvo una eficiencia energética de 6,3 kcal de producto/kcal de insumo por solo 0,75 kcal de producto/kcal de insumo para el caso de la finca vecina. Todo lo cual evidencia la ineficiencia energética de este sistema que, además, presenta un valor por debajo de lo obtenido como media en México, donde la ineficiencia de los agroecosistemas, por lo general, es alta por el uso de insumos de alto contenido energético (SEMIP, 1989; WRL, 1990), la demanda de alimentos altamente procesados (Pimentel *et al.*, 1989; Goswami,

1986) y el crecimiento del número de zonas agrícolas con alta especialización (Calva, 1988).

Al respecto se destaca lo planteado por Pimentel *et al.* (1983), Funes-Monzote (2009a), Funes (2013) y Nicholls *et al.* (2016) en cuanto a que el empleo de paquetes tecnológicos tipo Revolución Verde ha incidido en la disminución considerable de la EE de los sistemas productivos.

Tabla 35. Resumen de indicadores evaluados en la finca Del Medio para cada período durante los años 1995 a 2015.

Indicador	Finca Del Medio		
	Período I (1995-2000)	Período II (2001-2005)	Período III (2006-2015)
Personas alimentadas, por aportes de proteína, pers./ha/año.	13,69	8,27	8,00
Personas alimentadas, por aportes de energía, pers./ha/año.	11,20	4,02	6,11
Porcentaje de alimentos para la familia producidos en la finca, %.	98,00	98,00	98,00
Índice de utilización de la tierra.	2,18	3,35	2,74
Porcentaje de insumos externos usados para la producción, %.	80,00	50,00	10,00
Diversidad de la producción.	1,64	2,01	2,15
Índice de aprovechamiento del potencial de FRE asociado a tecnologías apropiadas (%).	0,00	0,00	83,61
Intensidad Innovadora de la finca, %.	52,66	78,77	95,44
Porcentaje de energía aprovechada desde los recursos de la finca, %.	5,23	30,05	84,94
Eficiencia energética, MJ producidos/MJ insumidos del exterior de la finca.	2,70	8,20	17,26
Costo energético de la producción de proteína, MJ/ kg.	1,67	0,49	0,58
Total de insumos energéticos importados al sistema, MJ/año.	180 951,64	22 147,65	24 078,00
Intensidad de la fuerza de trabajo, hrs./ha/año.	2 336,00	1 168,00	730,00
Rendimiento de la producción, t/ha/año.	9,94	4,18	6,72
Relación Costo-Beneficio.	0,78	0,90	0,34
Índice de dependencia externa, %.	71,39	35,83	1,81
Ganancia (CUP)	55 986,00	12 500,00	143 509,73

El rendimiento de la producción (6,7 t/ha/año), que en este período también estuvo más diversificada (H=2,15), fue superior al segundo (4,182 t/ha/año). Estos resultados están en correspondencia con los de Funes-Monzote (2009a) y Blanco (2012), quienes han referido una mayor productividad por unidad de área cultivable y área total del sistema a mayor tiempo de conversión del proceso. Esta tendencia al incremento productivo también es similar a lo encontrado por Abreu (2011), quien detectó en un sistema en conversión agroecológica un aumento de hasta un 150%, al final de los tres años de su evaluación. Asimismo, en un estudio de 208 proyectos en todo el mundo subdesarrollado, Pretty *et al.* (2011) documentaron un aumento claro en la producción de alimentos en 29 millones de hectáreas a partir de la reconversión agroecológica.

En la finca Del Medio, para el Período III, la Relación Costo-Beneficio presentó los mejores resultados con un valor de 0,34, respecto a 0,78 en el primer período y 0,90 en el segundo. Pero los costos reflejados son principalmente el de los salarios devengados por la mano de obra familiar, considerados dos veces superior al promedio en Cuba (aproximadamente 600 CUP/mes). Además, con un índice de dependencia externa del 1,81%, muy inferior al del primer período (71,39%) y con una ganancia 11 veces superior al segundo.

La agricultura convencional desarrollada en el primer período, con escasas prácticas agroecológicas y poca diversidad de especies y cultivos, a pesar de su mayor productividad (9,9 t/ha/año) y la posibilidad de alimentar a 13,69 personas en proteína por hectárea al año y a 11 en energía, no favoreció la resiliencia socioecológica del sistema al provocar daños a los suelos por las formas de manejo de los diferentes cultivos, además requería de una intensidad de fuerza de trabajo de 2 336 hrs./ha/año, de la importación al sistema del 80% de los insumos necesarios para la producción y con altos costos que provocaron, a pesar de una entrada de ingresos considerables, que las ganancias por año fueran menores y con un alto índice de dependencia externa.

En los períodos siguientes la biodiversidad fue considerablemente mayor, mejorando con los demás procesos del manejo agroecológico y la interrelación entre cada componente, el estado del suelo, la cantidad y uso óptimo del agua, la no incidencia de plagas y el incremento paulatino de la productividad. Esto corrobora los estudios de Funes-Monzote *et al.* (2011) y Koohafkan *et al.* (2011), quienes sostienen que la diversificación de los

sistemas agropecuarios en sí misma no es un factor que determina un incremento de la productividad, sino el diseño de la biodiversidad funcional en términos de la utilización de recursos como los nutrientes, el agua y la energía.

La intensidad innovadora en el Período I fue limitada, pues al desarrollarse sobre la base de paquetes tecnológicos, estos indicaban lo que había que hacer, dejando poco espacio a la creatividad y al aporte de la innovación para mejorar los procesos y hacerlos más eficientes desde los puntos de vista ecológico, tecnológico y económico. Por tanto, los análisis en esta etapa demuestran la insostenibilidad del modelo de agricultura convencional en la finca objeto de estudio, que, además, era muy vulnerable ante los eventos climatológicos extremos que pudieran influenciar al sistema.

El segundo período, enfocado en la introducción y desarrollo de prácticas agroecológicas, conllevó a una menor productividad por hectárea y una demanda de fuerza de trabajo mayor respecto al área de cultivo, los costos por peso se incrementaron, lo que fue base para visualizar la necesidad de aprovechar con mayor eficiencia los recursos disponibles y el desarrollo de tecnologías apropiadas que posibilitaran el máximo uso viable de las FRE y mejoraran los indicadores económicos y energéticos. Aun así, el sistema mejoró su IRS al disminuir la dependencia de recursos externos, incrementar en eficiencia ecológica a partir de procesos de adopción e innovación agroecológica e ir mejorando la base de los recursos naturales y humanos.

En el último período evaluado, con la introducción de tecnologías apropiadas y un aprovechamiento de las FRE que abastecían en un 83,61% las necesidades de energía para el sistema socioecológico, la intensidad de la fuerza de trabajo fue significativamente menor (730 hrs./ha/año), lográndose rendimientos de 6,7 t/ha/año. Con el diseño y manejo agroecológico se priorizó la recuperación de los suelos, la restauración del paisaje y se logró una eficiencia energética seis veces superior respecto a la primera etapa; el índice de dependencia externa disminuyó de un 71,39 a un 1,81%; los costos de producción se redujeron considerablemente y las ganancias se incrementaron en un 256%. Resultados similares fueron encontrados por Vera (2011), quien sostiene que la diversidad de cultivos y animales contribuye al incremento de la productividad, la eficacia y los indicadores financieros de los sistemas integrados.

El reto de esta última etapa está en aumentar la productividad para poder alimentar más personas por hectárea en energía, sin agotar o sobrecargar los elementos fundamentales de los que depende, ni comprometer su resiliencia. Al respecto, Funes-Monzote *et al.* (2011) señalan que se debería lograr una alta productividad equiparable a una alta eficiencia en el uso de la energía.

Al analizar la relación entre las variables Índice de Dependencia Externa y la Relación Costo-Beneficio se evidencia que ambas disminuyeron en el periodo evaluado, obteniéndose un Coeficiente de Correlación de Pearson ( $r=0,738$ ) que evidencia una relación lineal de tipo positiva debido a que se mueven en la misma dirección y un grado de asociación medio; sin embargo la disminución de entrada de insumos externos al sistema a través de los diferentes períodos fue significativa, en cambio el costo-beneficio en la segunda etapa presentó el valor más alto a pesar de una dependencia de insumos externos menor, debido fundamentalmente a los costos de los insumos productivos que en ese período aumentaron y a la mayor intensidad de la fuerza de trabajo por hectárea, tomándose en cuenta la disminución de las áreas dedicadas a los cultivos. No obstante y como se percibe en los resultados del tercer período, los beneficios económicos son mayores y se obtiene el mejor resultado en la relación costo-beneficio, lo que está directamente relacionado a una mínima dependencia de insumos externos y al aprovechamiento de los recursos disponibles en el sistema (figura 28).

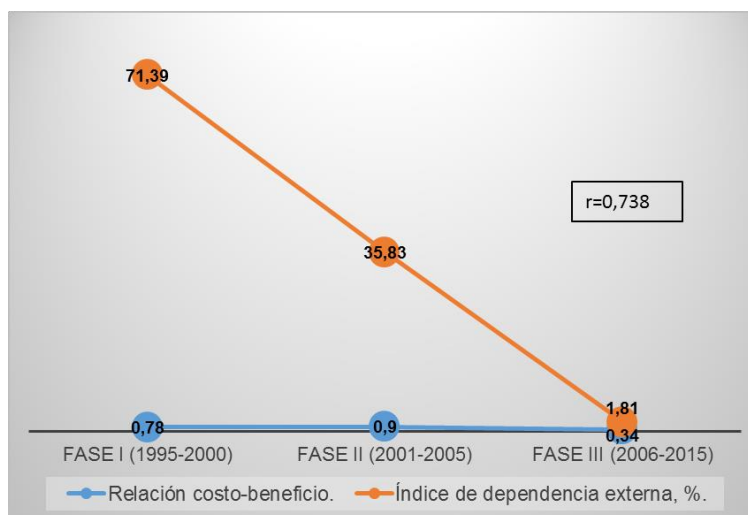


Figura 28. Grado de asociación entre las variables Relación Costo-Beneficio y el Índice de Dependencia Externa en la finca Del Medio en el periodo 1995-2015.



La prueba de Correlación de Pearson realizada para las variables Índice de Aprovechamiento del Potencial de Fuentes Renovables de Energía asociado a tecnologías apropiadas (IAFRE) y la Intensidad de la fuerza de trabajo (hrs./ha/año) mostró un valor del coeficiente igual a  $-0,711$ , lo que evidencia una relación lineal de tipo negativa, debido a que se mueven en dirección contraria y un grado de asociación medio, lo que explica que al existir un alto aprovechamiento de las fuentes renovables de energía asociadas a tecnologías apropiadas, la productividad del trabajo se multiplicó en eficiencia y por tanto las horas de trabajo humano por hectárea en el tercer período disminuyeron en 3,2 veces respecto a la primera. Las tecnologías apropiadas y los diseños agroecológicos implementados en la finca Del Medio han posibilitado un ahorro sustancial de energía humana y animal, que permiten lograr una mayor eficacia en las diferentes labores realizadas en la finca y obtener resultados productivos y económicos incluso mayores con menos jornadas de trabajo (figura 29).

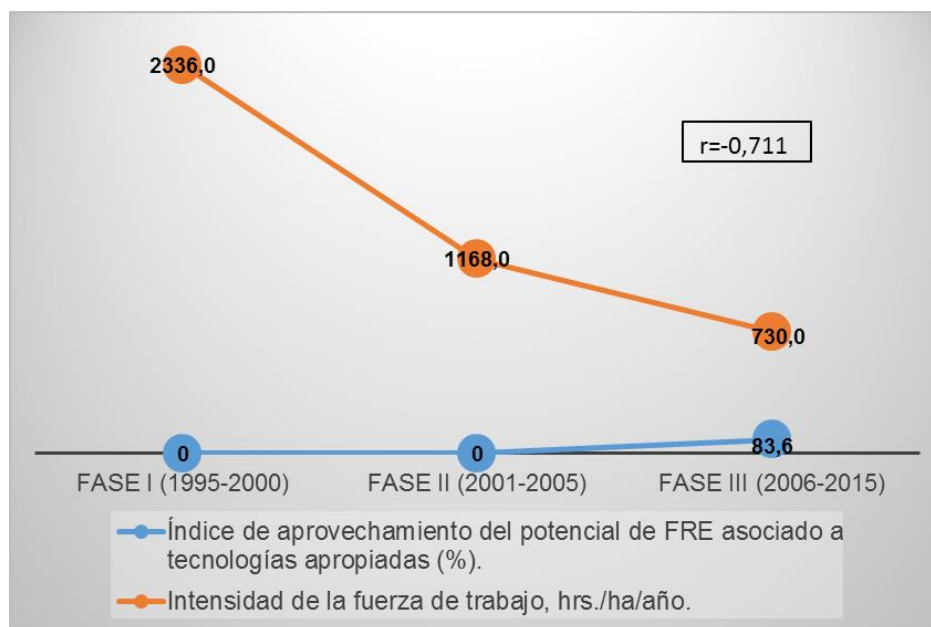


Figura 29. Grado de asociación entre las variables Índice de Aprovechamiento del Potencial de Fuentes Renovables de Energía (IAFRE) y la Intensidad de la fuerza de trabajo (hrs./ha/año) en la finca Del Medio en el periodo 1995-2015.

El comportamiento de la eficiencia energética presentó condiciones favorables debido a un incremento directamente proporcional del aprovechamiento de los recursos existentes en la finca. Al relacionar las variables Energía aprovechada desde los recursos de la finca

(%) y la Eficiencia Energética (MJ producidos/MJ insumidos del exterior de la finca), mediante la determinación de Coeficiente de Correlación de Pearson, se obtuvo un valor de  $r=0,997$  que evidencia una relación lineal de tipo positiva, debido a que se mueven en la misma dirección y se presenta un grado de asociación muy fuerte entre ambas variables, lo que puede atribuirse además a que el uso de las fuentes renovables de energía, el trabajo animal y humano, los diseños eficientes con tecnologías apropiadas y el cierre de ciclos permitieron el incremento de la eficiencia en cada período, multiplicándose en más de seis veces en la tercera etapa respecto a la primera (figura 30).

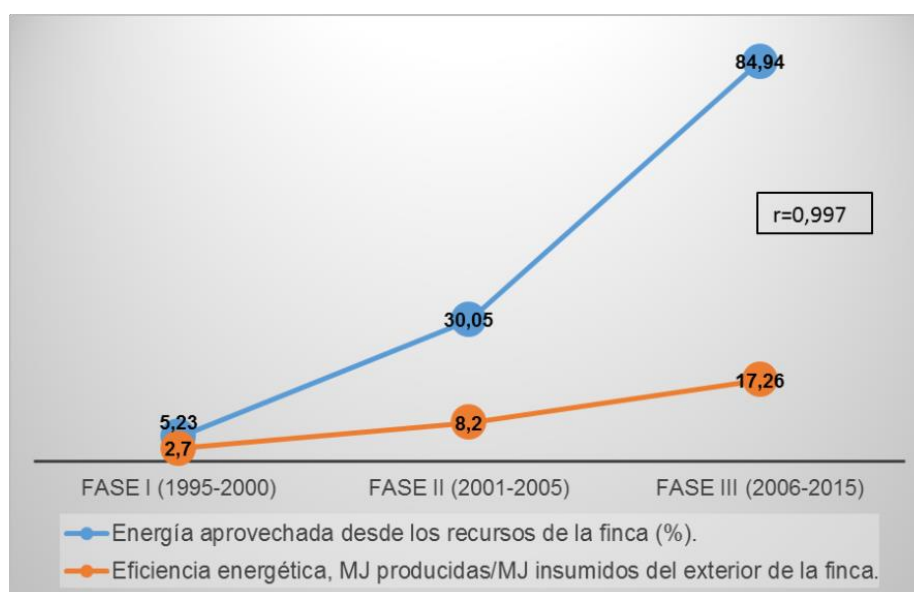


Figura 30. Grado de asociación entre las variables Energía aprovechada desde los recursos de la finca (%) y la Eficiencia Energética (MJ producidos/MJ insumidos del exterior de la finca) en la finca Del Medio en el periodo 1995-2015.

El rendimiento de la producción (t/ha/año) disminuyó considerablemente en la segunda etapa en relación con la primera. Se presentó un índice de dependencia externa menor y un diseño y manejo agroecológico que abarcó la aplicación de un grupo de prácticas de conservación de suelos no implementadas en el primer período. Para la tercera etapa, la productividad aumentó respecto a la segunda, disminuyendo en igual proporción la dependencia de insumos provenientes del exterior, gracias a la introducción de tecnologías apropiadas y al aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, unos índices de utilización de la tierra y de diversidad mayores.

Estos elementos son verificados mediante la determinación del Coeficiente de Correlación de Pearson, el cual arrojo un valor de  $r=0,568$ , que evidencia una relación lineal de tipo positiva entre ambas variables, que determina que se mueven en la misma dirección, aunque con un grado de asociación débil (figura 31).

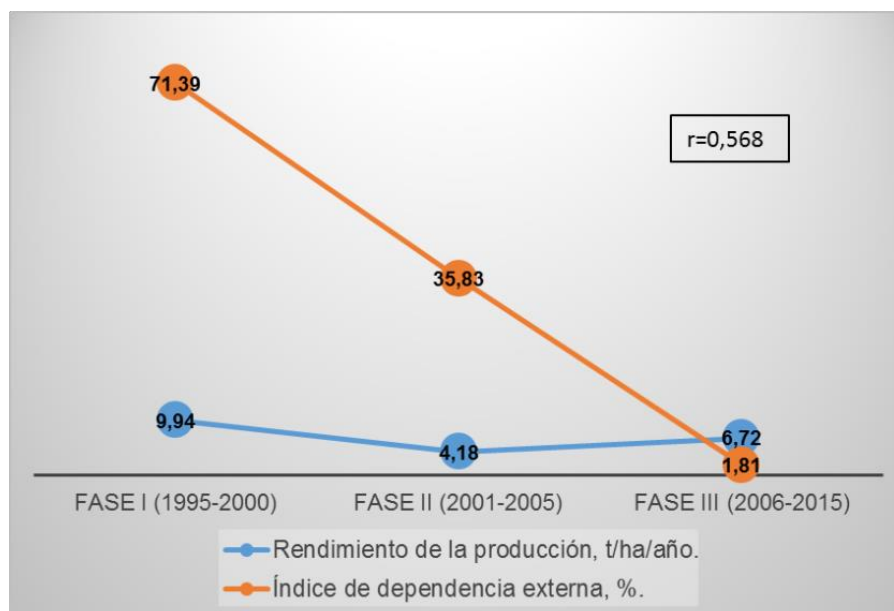


Figura 31. Grado de asociación entre las variables Rendimiento de la producción (t/ha/año) y el Índice de Dependencia de Insumos Externos (IDIE), en la finca Del Medio en el periodo 1995-2015.

En el primer período, dada una mayor productividad, la cantidad de personas alimentadas por hectárea fue superior a cualquier otra, pero la energía aprovechada desde el sistema fue mínima. Con la introducción de diseños agroecológicos los recursos disponibles localmente fueron aprovechados con mayor eficiencia, y a pesar de seguir siendo relativamente menores los resultados en este indicador en las etapas siguientes, se realizó sobre la base de la protección y recuperación de los suelos, del aprovechamiento de los recursos endógenos, de la creatividad y capacidad innovadora de la familia y del uso de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía; argumentos justificados con la prueba de Correlación de Pearson, realizada para ambas variables, que muestra un valor de  $r=0,962$  que evidencia una relación lineal de tipo positiva, y un grado de asociación muy fuerte (figura 32).

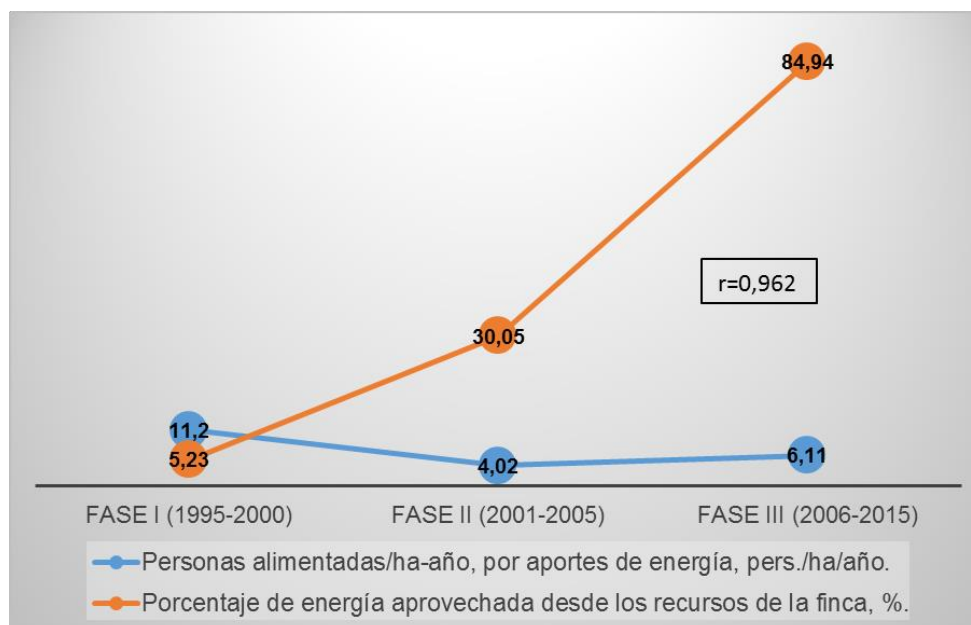


Figura 32. Grado de asociación entre las Personas alimentadas/ha/año, por aportes de energía (Pe) y el Porcentaje de energía aprovechada desde los recursos de la finca (%) en la finca Del Medio en el periodo 1995-2015.

Además, se relacionó el resto de las variables del estudio dentro de cada indicador y para todo el estudio longitudinal de 20 años (Anexo 12) evidenciándose en la mayoría de los casos que las mismas presentan una correlación positiva o negativa fuerte.

### 2.3.5 Bases metodológicas y lecciones aprendidas

En la finca Del Medio, la transición de una agricultura familiar convencional a una agroecológica enfocada en la máxima resiliencia socioecológica, permitió lograr una mejor interrelación con el entorno, proteger y recuperar los suelos, usar más eficientemente los recursos localmente disponibles, multiplicar la eficiencia y productividad del trabajo familiar y obtener ventajas económicas muy superiores a las que se tenían antes con una agricultura dependiente.

Estos resultados están fundamentados, además, porque cada elemento del sistema realiza varias funciones y cada función está soportada por varios de ellos, corroborando lo señalado por Cruz y Cabrera (2015). En la tabla 36 se ilustran algunos elementos del sistema y las funciones que cumplen. Se hace necesario destacar que la función de

abastecimiento de agua está suplida por el embalse, los pozos, las colectas de agua de lluvia, o sea, está garantizada por varios elementos.

Tabla 36. Algunos elementos del sistema y las funciones que realizan.

Elemento	Funciones
Cercas vivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar los espacios.</li> <li>• Fuente de alimentación para personas y animales ya que en su interior contiene árboles frutales y forrajeros.</li> <li>• Cortinas rompe-viento.</li> <li>• Barreras de contención para controlar la erosión.</li> <li>• Refugio de fauna silvestre.</li> <li>• Captación de agua.</li> <li>• Mejoramiento del paisaje y los microclimas (Anexo 13).</li> <li>• Diversifica la producción.</li> <li>• Hospedero de enemigos naturales de plagas.</li> </ul>
Embalse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colecta de agua y disponibilidad de agua para riego.</li> <li>• Bebedero de animales domésticos y fauna natural.</li> <li>• Regula la humedad de forma positiva para el entorno inmediato.</li> <li>• Cría de peces para la alimentación familiar y animal.</li> <li>• Depósito de abonos orgánicos.</li> <li>• Fuente de pastos ricos en nutrientes en el período seco.</li> <li>• Espacio de esparcimiento de la familia.</li> </ul>
Vivienda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confort y seguridad de la familia.</li> <li>• Colecta de agua de lluvia.</li> <li>• Paredes con posibilidad para los cultivos de condimentos, medicinales; de forma vertical aprovechando los espacios.</li> </ul>

La eficiencia en el uso de la energía está apoyada en el diseño de los espacios y la ubicación relativa de sus componentes, según la frecuencia de uso o la necesidad de trabajar con ellos, para que no se pierda energía y que esta se conserve; la vivienda está construida de forma tal que se aproveche la circulación de aire para refrescarla y las entradas de luz para la iluminación, así como el ahorro de la energía humana por no tener que caminar distancias innecesarias, en concordancia con lo expuesto por Cruz y Cabrera (2015).

El respeto de la sucesión y los ciclos naturales apoya la resiliencia del sistema, pues influye en la flexibilidad y la capacidad de adaptación a los cambios o situaciones externas o internas; la incorporación de los residuos de cosechas, la renovación de los paisajes, la adición de materia orgánica a los suelos y el manejo agroecológico, forman parte de este principio (Cruz y Cabrera, 2015).

Asimismo, con el enfoque de agregar los valores máximos a los productos, las viandas se procesan y conservan en harinas para elaborar panes o tortas. De la misma manera se elaboran quesos, yogurt y mantequilla con la leche destinada al consumo familiar. De la caña de azúcar se produce melado para la confección de vinos o postres y del coco, además de otros usos, se extrae aceite para elaborar jabones (Anexo 14). El estiércol vacuno tiene diferentes usos (tabla 37), lo que contribuye en gran medida a realizar aportes de nutrientes al suelo de forma orgánica y a la eficiencia energética (Anexo 15). Para la interpretación de la tabla 37 es necesario dejar por sentado los siguientes elementos:

- El cálculo de los fertilizantes se realizó sobre la base de la producción de efluentes del biodigestor. El estiércol vacuno depositado en la noche (15 kg por vaca) se colecta y se mezcla con una proporción de 1kg estiércol: 1,5 de agua, para la introducción al biodigestor, su digestión anaeróbica y la producción de biogás y efluentes usados para el fertirriego por gravedad y la mejoría de los suelos y cultivos (7,5 kg de efluentes equivalen a 1 kg de fertilizante (Suárez *et al.*, 2012). Según Suárez *et al.* (2012) QUIMIMPORT paga la tonelada de fertilizante en 650,00 USD y  $1\text{USD} = 1\text{CUC}^{22} = 25,00\text{CUP}$ .
- El valor del aporte del biogás se calculó según las producciones de biogás diario en la finca Del Medio: 6 m<sup>3</sup> y 11 vacas que, como promedio, depositan el estiércol en las noches que se recoge al día siguiente para alimentar el biodigestor.
- Para el cálculo de la reducción de emisión de CH<sub>4</sub>, se partió del criterio de Cepero *et al.* (2012) quienes plantean que el 60% de 1m<sup>3</sup> de biogás equivale a Metano.
- Para la estimación de la reducción del aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> se partió del criterio de Cepero *et al.* (2012) quienes plantean que el 40% de 1m<sup>3</sup> de biogás equivale a CO<sub>2</sub>.

---

<sup>22</sup> Moneda libremente convertible en Cuba.

Tabla 37. Valoración de los aportes promedio, directos e indirectos, que proporciona una vaca lechera en la finca Del Medio en un año.

Aportes	Unidad de medida	Cantidad (anual)	Valor en CUP
Leche	L	1 200,00	5 280,00
Añojo (a)	Unidad	1,00	1 000,00
Fertilizantes	Kg	1 095,00	17 793,75
Biogás (0,5454 m <sup>3</sup> diario por vaca equivale a 3,2724 kWh /día que tienen un costo para Cuba de 0,211 USD cada uno o 5,275 CUP)	m <sup>3</sup>	199,07	6 300,57
Reducción de emisión de CH <sub>4</sub>	m <sup>3</sup>	119,44	
Reducción del aumento de la concentración de CO <sub>2</sub>	m <sup>3</sup>	76,63	
<b>Total</b>			<b>30 374,32</b>

Otro principio es no producir desechos contribuyendo al cierre del ciclo natural de los nutrientes y a la recuperación de los suelos (Cruz y Cabrera, 2015). A modo de ejemplo las aguas grises en la finca son filtradas a través de filtros naturales para que salgan limpias del sistema y las aguas negras, con un diseño de conductora, son llevadas al biodigestor para su aprovechamiento y conversión en biogás y bioabonos (Anexo 16).

La finca está diseñada bajo el principio de no sobrecargar el ecosistema con cada propuesta que se realice. Entre las premisas fundamentales del sistema se encuentra la protección máxima de los suelos y los recursos naturales, para permitir que se recupere lo que estaba perdido; sobre la base del ahorro máximo del agua y la energía y el funcionamiento permanente e indefinido con la capacidad de adaptación y de encontrar estados posibles y deseados desde el punto de vista ecológico y social, preservando sus atributos esenciales ante la posibilidad de ser afectado por alguna perturbación.

La subida de los precios o la ausencia en el mercado de insumos químicos, la escasez o altos precios del petróleo, la imposibilidad de recibir el fluido eléctrico, entre otros aspectos indeseables, no afectará directamente la evolución socioecológica de fincas como la Del Medio, pues ésta podría seguir siendo favorable en el tiempo, desde todos los puntos de vista.

Además, como forma de vida familiar, puede generar recursos que aportan bienestar, abundancia y prosperidad a toda la sociedad.

Ante la actual situación de suelos muy degradados, clima cada vez más adverso, escasa

presencia de trabajadores agrícolas, una población mayoritaria en la ciudad y la rural en su mayoría con más de 60 años, además de un marcado desapego social hacia la agricultura con jóvenes bien preparados y con expectativas de vida diferente; se requieren políticas públicas y acciones concretas que lleven a todos los niveles una corriente cultural agroecológica, y a la creación de expectativas con familias capacitadas y preparadas para iniciar una corriente hacia el campo, que como a la de este estudio, le permitan la construcción conjunta y su permanencia en la finca agroecológica, para así lograr una vida creativa e interesante, llena de satisfacción y motivaciones (Anexos 17 y 18).

Una vez analizadas los períodos que propiciaron la transformación de una agricultura convencional a una agroecológica en la finca Del Medio, reflejando en el análisis las bases conceptuales y metodológicas (figura 33) que la fundamentan y que pueden aplicarse a otras fincas familiares en Cuba para incidir directamente en su resiliencia socioecológica, se destacan las siguientes lecciones aprendidas, las que apoyarán estos procesos:

- Continua y permanente educación agroecológica a toda la sociedad, orientada a que los conocimientos, valores, habilidades y capacidades adquiridas, propicien la orientación de los procesos de innovación y adopción de tecnologías hacia la resiliencia de los sistemas socioecológicos.
- Permanencia de la familia en la finca agroecológica, aportando al enriquecimiento de la cultura agroecológica de cada lugar y gran parte de la fuerza de trabajo necesaria para la producción.
- El tamaño de la finca debe estar ajustado a lo que la fuerza familiar puede soportar. Pequeñas fincas beneficiarían el desarrollo de un número mayor de familias en el campo.
- Prioridad máxima a la protección, conservación y mejoramiento de los suelos.
- Aseguramiento del abasto de agua, energía y fertilizantes a partir de los recursos generados por el propio sistema.
- Tipos genéticos de especies animales o cultivos adaptados a la cultura del lugar, la familia y los recursos del sistema.
- Máxima interrelación funcional entre los componentes y funciones del sistema



socioecológico.

- Diseño de viviendas e infraestructuras que permitan confort a la familia, el ahorro de la energía, el reciclaje y la imposibilidad de daños por la influencia de eventos climáticos extremos.
- Existencia de un mercado de insumos y servicios donde las familias campesinas puedan adquirir lo que necesiten a precios justos, con posibilidades de créditos blandos.
- Precios acordes a los costos de producción agroecológica.
- Existencia de políticas, programas y fondos que incentiven el arraigo de familias en sus fincas y a la contextualización, validación y extensión de innovaciones y tecnologías agroecológicas.

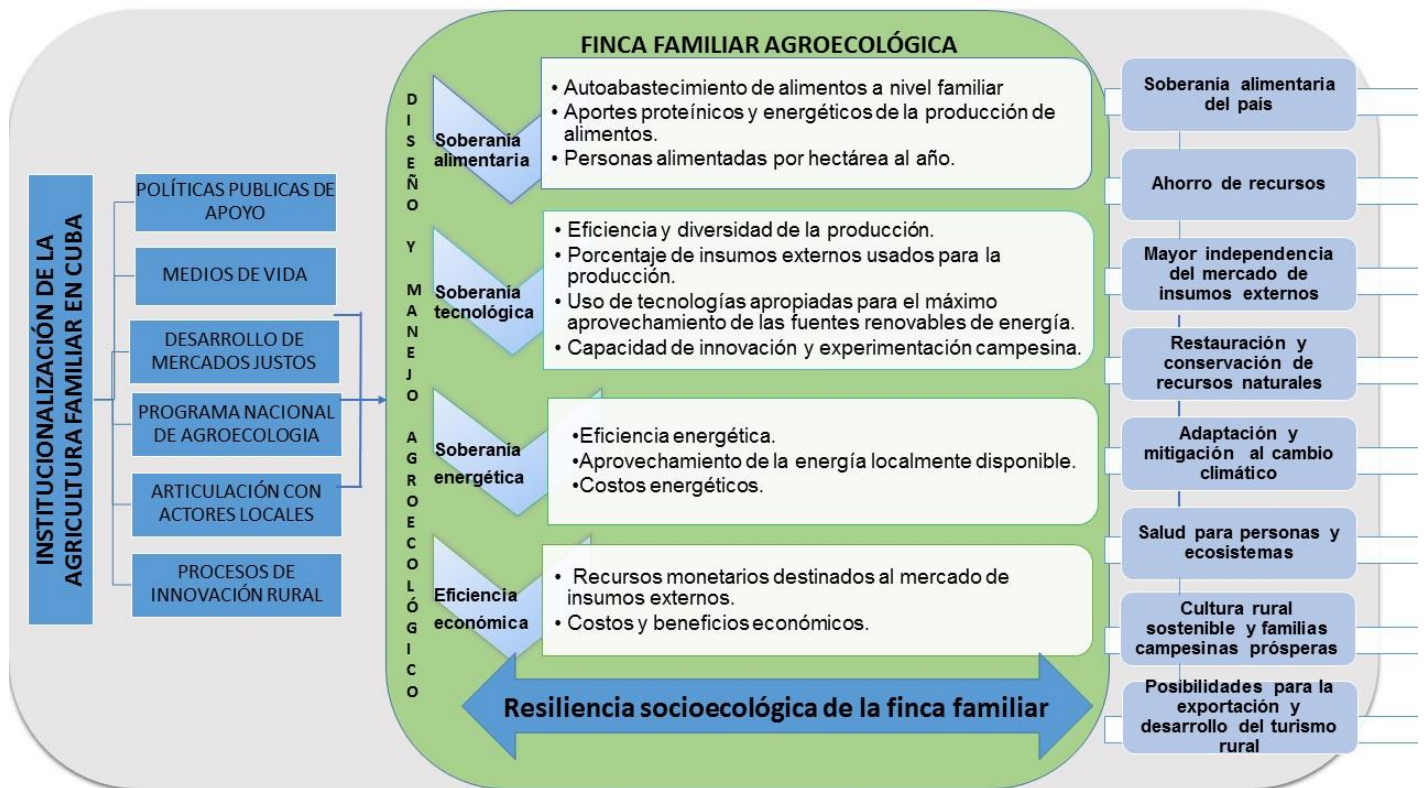


Figura 33. Esquema de bases metodológicas propuestas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba.

La figura 33 refleja un esquema conceptual para la aplicación de la metodología propuesta y el logro de la resiliencia socioecológica en una finca familiar, que no depende

solamente de la eficiencia en el diseño y manejo agroecológico para lograr índices favorables de soberanía alimentaria, tecnológica, energética y eficiencia económica, sino también del contexto sociocultural y político en el que se desenvuelve.

Pues la resiliencia socioecológica estará condicionada por políticas públicas, por procesos de articulación local y medios de vida, por la capacidad de innovación y emprendimiento de los campesinos, entre otros elementos que desde un proceso articulado y dinámico, incidirán entonces en mayor o menor grado en la soberanía alimentaria del país, el ahorro de recursos y la sustitución de importaciones, la menor dependencia de recursos externos y el aprovechamiento de los localmente disponibles, en la mitigación y adaptación al cambio climático y en la consolidación de una sociedad rural culta y próspera.

Una aplicación extensiva de la metodología en varias fincas del país, puede contribuir a un análisis más profundo y a concebir estrategias políticas y de articulación local para la resiliencia y transición agroecológica, lo que forma parte de los objetivos del Capítulo III.

## **CAPÍTULO III. Resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba**

### **3.1 INTRODUCCIÓN**

La crisis financiera mundial y las consecuencias evidentes para Cuba del aumento del costo de la energía y los alimentos importados, reafirman la necesidad de cambios en un modelo agrícola dependiente de importaciones e insumos externos. Así como posicionar a la agricultura como un sector estratégico para el futuro de la isla (Altieri, 2009; García *et al.*, 2014).

En Cuba existe la conciencia y la necesidad de alternativas viables desde el punto de vista social, económico y ecológico para la transformación del modelo de agricultura actual, pero urge la concreción de acciones prácticas que conlleven, entre sus prioridades, al desarrollo y fortalecimiento de la agricultura campesina, máxima aportadora de alimentos en el país con los mejores índices de eficiencia, biodiversidad y sostenibilidad y de sistemas agropecuarios familiares que usen los recursos endógenos y sean menos dependientes del petróleo, para el abastecimiento alimentario de la población y el logro de la soberanía alimentaria, tecnológica y energética sobre bases sostenibles (Altieri, 2009; García *et al.*, 2014).

La agricultura familiar, como máximo aportador de alimentos en Cuba y en el mundo, necesita políticas diferenciadas que apoyen su fortalecimiento y desarrollo sostenido enfocado a su resiliencia socioecológica; a la recampesinización en el país de los lugares baldíos, estériles, tierras ociosas (Casimiro, 2007) y del “...*nicho dejado por la agricultura industrial allí donde se desactiva...*” (van der Ploeg, 2008).

Ante estos argumentos y dando continuidad al desarrollo del capítulo anterior, en el presente capítulo se propone, a partir de la valoración de la resiliencia socioecológica de 15 fincas familiares cubanas a las que se le aplicó la metodología generada en el Capítulo II, contrastando los resultados con los de la finca Del Medio, un modelo de finca familiar agroecológica para el contexto cubano. Además, se estimó el impacto de su escalonamiento, complementado con un análisis jurídico en torno a la agricultura familiar y su posible institucionalización.

### **3.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

Sobre la base de los resultados expuestos en el Capítulo II y la evaluación de 15 fincas familiares cubanas con la metodología de medición del IRS, se propuso un modelo de finca familiar agroecológica, con elementos que pueden favorecer la transición y resiliencia socioecológica de la agricultura familiar en Cuba.

Las fincas evaluadas se encuentran en las provincias de Las Tunas (2), Holguín (1), Sancti Spíritus (3), Matanzas (8) y Mayabeque (1).

Los criterios de selección de la muestra no probabilística (15 fincas) se basaron en la representatividad de varias provincias y municipios, con fincas vinculadas a los proyectos BIOMAS-CUBA y PIAL, las cuales estuvieran en transición agroecológica y con alta heterogeneidad entre ellas en cuanto a los diferentes niveles de diversidad de especies de cultivos, animales y forestales.

Cada finca representa un caso especial que no es comparable con el resto por sus propósitos de producción, relaciones de mercado, características de manejo, tipos de suelo, de propiedad, etcétera.

Las fincas fueron caracterizadas en detalle para conocer su estructura y funcionamiento tanto como fue posible, se describieron de forma detallada los límites y superficie (área) del sistema, los subsistemas, sus interacciones principales, así como las entradas y salidas, para la medición de su resiliencia socioecológica tal y como se planteó en el segundo capítulo y se aplicó en la finca Del Medio en tres períodos de transición.

La validez de los resultados se comprobó a través del análisis estadístico multivariado como se expone en la metodología general de la presente investigación para el Capítulo III.

A partir de la aplicación de la metodología para el total de fincas y del análisis estadístico realizado, corroborado con los resultados del Capítulo II, se propuso un modelo de finca familiar agroecológica con alta resiliencia socioecológica para el contexto cubano; estimándose posibles impactos que pudieran obtenerse en la soberanía alimentaria del país a partir de la aplicación del modelo a escalas mayores y se abordó la posible estrategia a seguir para que los resultados obtenidos en la finca Del Medio puedan ser extendidos a otras fincas familiares de Cuba.

La estimación de los impactos se realizó sobre la base de 100 mil fincas de 10 ha cada una (superficie escogida debido a que abarca el área declarada actualmente como ociosa, alrededor de 1 millón de ha (ONEI, 2015; MINAG, 2015b). Para todo lo cual se tuvieron en cuenta los elementos siguientes:

- Cuatro personas como promedio por núcleo familiar (400 mil personas), que logren autoabastecerse del total de alimentos necesarios para la reproducción de su familia. El Estado Cubano otorga en subsidios a través de la canasta básica, per cápita por año, al menos, el valor de 39,1 USD<sup>23</sup>; este número se determinó según el costo, flete y transportación hasta Cuba de los datos ofrecidos por BCC (2015) de los alimentos subsidiados a través de la libreta de abastecimiento a cada cubano, sin contar los costos de almacenamiento, distribución, transportación, etc., hasta llegar al consumidor.
- El ahorro en consumo de kWh de los residentes, o sea, la energía consumida en las labores y servicios del hogar, cocción de alimentos, alumbrado y refrigeración, entre otros. Como promedio un residente en Cuba consume 2 118 kWh/año (ONEI, 2015). El costo de un kWh entregado en Cuba es de 0,211 USD (Martín, 2016), el consumo máximo, como en la finca estudiada, sería de 832,5 kWh/año por persona, por lo que el análisis se realiza sobre la base de un ahorro de 1 285,5 kWh/año por persona.
- Cantidad de personas que pueden ser alimentadas en energía y en proteína por hectárea.
- Producción de abonos orgánicos; a razón de 60 t/año/finca.
- Producción y uso de biogás, con un consumo promedio de 6m<sup>3</sup> diario por finca.
- Producción de alimentos, a razón de un rendimiento de 6,7 t/ha/año, que en USD, según los precios promedio del mercado de alimentos en la actualidad, se estiman pueden representar por finca, alrededor de 9 480 USD.

Se realizó, además, un análisis crítico del ordenamiento jurídico cubano en torno a la agricultura familiar y a la agroecología. En este punto, la investigación realizada se clasifica como exploratoria, utilizando métodos de investigación teóricos, con el auxilio del teórico jurídico y jurídico comparado.

---

<sup>23</sup> Según BCC y productos ofertados a través del subsidio.

En el nivel empírico se aplicó el análisis de documentos consistente en la revisión de textos de doctrina jurídica de varios países de la región y otros artículos, y un análisis más amplio de la legislación cubana. Además, se utilizaron consultas a expertos (especialistas del Ministerio de la Agricultura e investigadores de la rama agropecuaria).

### 3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.3.1 Evaluación de la resiliencia de fincas familiares en transición agroecológica

La tabla 38 muestra la caracterización de las fincas seleccionadas, en cuanto al área, objeto social y evolución de la transición agroecológica.

Tabla 38. Fincas familiares evaluadas.

Provincia	Municipio	Nombre de la finca	Área (ha)	Objeto social	Tecnologías apropiadas vs FRE	Evolución de la TA*
Mayabeque	San José	El Mulato (1)	14,5	C. varios	-	3
Matanzas	Jovellanos	La Coincidencia (2)	23	C. varios	B, MV	3
	Perico	La Palma (3)	13,42	Vacuno	-	3
	Perico	Mercedita (4)	5,07	Frutales	-	3
	Calimete	La Arboleda (5)	7	C. varios	MV	3
	Calimete	Godínez (6)	3,49	Porcino	B	2
	Colón	Huerto Escolar (7)	13,42	Vacuno	-	2
	Colón	La Quinta (8)	33	Vacuno	B	3
	Colón	La Cantera (9)	3	C. varios	-	4
Sancti Spiritus (SS)	Cabaiguán	Flor del Cayo (10)	9,64	Tabaco	B	3
	Cabaiguán	Las Dos Rosas (11)	12,42	Tabaco	B	3
	SS	San José (12)	9,2	Tabaco	B	4
Holguín	Gibara	Santa Ana (13)	5	C. varios	B	5
Las Tunas	Manatí	Los Pinos (14)	19,05	C. varios	B, MV	3
	Las Tunas	Recompensa (15)	9	Porcino	B	2

\*Evolución de la TA: 1 Totalmente agricultura convencional 2: Desarrollo de algunas prácticas agroecológicas 3: Desarrollo de prácticas agroecológicas combinadas con el uso de agroquímicos y concentrados externos; 4: Predominan el diseño y manejo agroecológico aunque utilicen algunos agroquímicos y concentrados externos. 5: Total manejo y diseño agroecológico.

A pesar de la heterogeneidad entre las fincas, se destacan varios elementos y rasgos comunes entre todas, entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

- Escasez de fuerza de trabajo rural, lo cual ha sido informado además en otras investigaciones (Figuerola, 2005; García *et al.*, 2014).

- Altos costos de los jornales (como promedio 100 pesos la jornada de ocho horas).
- No reflejan en los costos de producción los salarios que deben recibir los familiares por aportar su fuerza de trabajo a las labores de la finca.
- Integración (en mayor o menor grado) ganadería-agricultura.
- Presencia de arboleda de frutales cercana a la vivienda de la finca.
- Abastecimiento familiar en un gran porcentaje con los alimentos producidos, en concordancia con lo planteado por van der Ploeg (2013).
- Venta a “pie de finca”; son los campesinos los que más baratas venden las producciones agropecuarias, que luego entran en una cadena de intermediarios (estatales o privados), que elevan considerablemente los precios del producto para la venta al consumidor final (Figueroa, 2005).
- No agregan valor a las producciones, pues las venden brutas al sector estatal o privado, ya sea por normativas establecidas o por la falta de cultura para enriquecer y alargar el ciclo productivo de alimentos.
- Incremento de las temperaturas en los últimos años, así como el desfasaje de las diferentes estaciones, con etapas de fuertes lluvias y extensos períodos de sequía en momentos atípicos, lo que concuerda con los datos publicados por IPCC (2007) y Henao (2013), donde advierten que durante los últimos 50 años se han observado cambios generalizados en las temperaturas extremas, con un incremento de la frecuencia de precipitaciones fuertes e intensas sequías en la mayoría de las áreas terrestres, en concordancia con el calentamiento y los aumentos observados del vapor de agua atmosférico.
- Son capaces de alimentar como promedio, a más de 10 personas por hectárea al año, similar a los resultados de Funes- Monzote *et al.* (2011) y Márquez *et al.* (2011).
- Los límites de las fincas y los cuartones internos son con cercas vivas (alambre de púas y postes vivos), pero no bajo el diseño agroecológico.
- Pobre acceso al mercado de insumos agropecuarios, dado por la poca oferta o la carestía de los existentes.

- Ausencia en el entorno local de especialistas en servicios de instalación o reparación tecnológica.
- Pérdida de tradiciones y ofertas de servicios en el entorno rural. Escasa presencia de herreros, mecánicos, arrieros, boyeros, domadores de animales, talabarteros, entre otros.
- Se desperdician volúmenes de la producción, debido a ineficiencias en los mecanismos de comercio, beneficio, empaque, transportación, conservación, y almacenamiento, lo que refuerza los resultados de la investigación de Funes-Monzote (2009a).

A partir del estudio de cada finca, su estructura, funcionamiento, subsistemas, interacciones principales, entradas y salidas, se determinó el comportamiento de los diferentes indicadores y el valor de los índices de SA, SE, ST, EEco y el IRS, usando para ello la metodología MERS (figura 34 y Anexo 19).

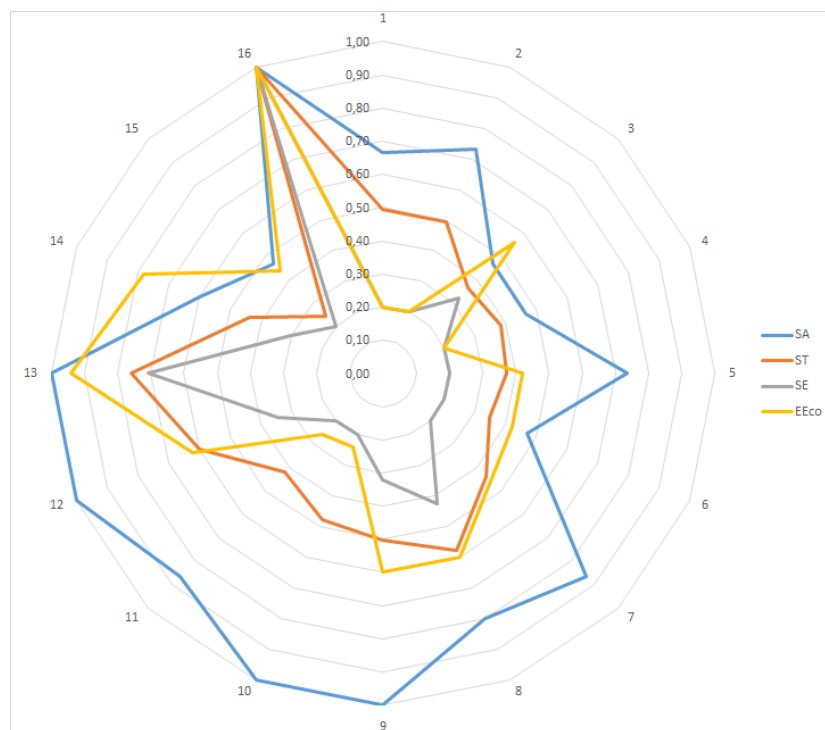


Figura 34. Representación gráfica del comportamiento de los diferentes índices para el total de fincas evaluadas. \* La número 16 corresponde a la finca Del Medio.

En la discusión de este experimento se relacionaron los resultados de MERS, la técnica estadística empleada y la explicación del comportamiento a través de ella. Sin embargo,



se necesita precisar que el procedimiento estadístico es original en su conjunto para el caso particular de la estimación de la resiliencia socioecológica, ya que en la literatura nacional e internacional no se apreciaron antecedentes. No obstante, numerosos son los estudios donde se ha aplicado esta técnica que propicia la estimación de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria (Torres *et al.*, 2008).

Algunos de los trabajos que emplean el MEMI (Modelo Estadístico de Medición del Impacto) como herramienta de análisis son: la clasificación dinámica de cooperativas lecheras en la provincia de Ciego de Ávila, en Cuba (Martínez *et al.*, 2011), el estudio de sistemas de producción de alimento animal en un municipio del Estado de Hidalgo, en México (Ruiz *et al.*, 2012), la medición del impacto de la producción de leche en el desarrollo local de una provincia de Cuba (Torres *et al.*, 2013), la caracterización de cooperativas de producción agropecuaria en Angola (Chivangulula y Varela, 2014), así como la evaluación medioambiental y socio-económica de una empresa genética en Mayabeque, Cuba (Rodríguez *et al.*, 2014).

A esto se une que la mayoría de los indicadores considerados en la expresión de la resiliencia, exceptuando el IIF y el IAFRE que son novedosos en esta investigación, provienen de criterios aislados de un conjunto de autores; Altieri *et al.* (2012) y Vázquez y Martínez (2015) emplearon el autoabastecimiento familiar de alimentos, mientras que Funes-Monzote (2009b) y Funes-Monzote *et al.* (2011) realizaron análisis de eficiencia energética a partir del uso de indicadores como Pe, Pp, EE, CEP, BE.

Por otra parte, Altieri *et al.* (2012) propusieron EF, EFE e IE para evaluar la soberanía tecnológica y los indicadores IUT y H fueron empleados en la medición de la diversidad en fincas de producción agropecuaria por Funes-Monzote (2009a) y Funes-Monzote *et al.* (2011). En algunos estudios de medición de sostenibilidad con enfoque económico se trabajó con IDIE y RCB (Astier *et al.*, 2008; Sarandón *et al.*, 2006 y 2014).

Como se mencionó inicialmente, un análisis integral en el que se agrupan 15 indicadores con vistas a la estimación de la resiliencia socioecológica de una finca familiar, no ha sido conducido con anterioridad. Es así, que esta Tesis Doctoral propone no solamente combinar todos los indicadores relacionados hasta aquí en un mismo estudio sino también procesar, analizar e interpretar los resultados a través del MEMI; para lo cual se consideraron los cuatro pasos básicos de dicha técnica multivariante.

### **3.3.1.1 Comprobación de las premisas de aplicación de los métodos multivariados**

Las premisas a verificar fueron analizadas. La primera relacionada con la matriz de datos se cumple, pues la dimensión es de 15x15, es decir, el número de indicadores en estudio (15) es igual que el número de fincas (15). La segunda correspondiente a la matriz de correlación indicó cierto grado de correlación dado los porcentajes de coeficientes superiores a 0,40 (Anexo 20).

Del análisis realizado en las 15 fincas para definir las componentes principales obtenidas de la correspondiente matriz de correlación, se observó que los valores propios y la varianza explicada evidencian que el 85% de la variabilidad total fue explicada por las cuatro primeras componentes principales (tabla 39).

### **3.3.1.2 Identificación del orden de importancia de los indicadores en la explicación de la variabilidad de la resiliencia socioecológica**

La determinación de la variabilidad de los indicadores asociados a la resiliencia (tabla 39), indicó que los valores propios y la varianza explicada evidencian que la variabilidad fue de 85% cuando se agruparon en las cuatro primeras componentes principales (CP) (Anexo 21). Según Obis (1998), esto se interpreta en el sentido de que se llevó a cabo una selección acertada de los indicadores que pudieran estar relacionados con la RS.

Se detectó que en la componente principal 1 (CP1) se destacan de igual manera los indicadores: IE, EE, EFE, EF, BE, CEP e IDIE. En dicha componente se entrelazan tres dimensiones: la tecnológica, la energética y la económica; excluyendo totalmente a los indicadores asociados a la soberanía alimentaria.

En la CP2, las variables más importantes resultaron ser: AF, IUT, H e IIF; con excepción de AF, el resto de los indicadores corresponden a la “soberanía tecnológica”. Mientras que en la CP3 sobresalieron Pp y Pe, los cuales están asociados a la dimensión “soberanía alimentaria”. La CP4 fue dominada por IAFRE, por lo que en lo adelante esta componente podría tipificarse como “Potencial de aprovechamiento de las FRE”.

Debido a que los indicadores mencionados son los que más varían, en términos numéricos, se puede afirmar que a través de su análisis se puede estimar la resiliencia.

Tabla 39. Matriz de factores de preponderancia entre las componentes principales (CP) y los indicadores asociados a la resiliencia socioecológica.

<b>Indicadores</b>	<b>CP 1</b>	<b>CP 2</b>	<b>CP 3</b>	<b>CP 4</b>
Personas alimentadas/ha-año, por aportes de proteína.	-0,473	-0,032	<b>0,811</b>	0,297
Personas alimentadas/ha-año, por aportes de energía.	-0,477	0,077	<b>0,804</b>	0,290
Porcentaje de alimentos para la familia producidos en la finca.	0,608	<b>0,672</b>	0,063	-0,309
Índice de utilización de la tierra.	-0,021	<b>0,829</b>	-0,120	0,128
Porcentaje de insumos externos usados para la producción.	<b>-0,877</b>	0,073	-0,136	-0,073
Diversidad de la producción utilizando el índice de Shannon (H).	0,598	<b>0,736</b>	-0,130	-0,094
Índice de aprovechamiento del potencial de Fuentes Renovables de Energía asociado a tecnologías apropiadas.	0,295	-0,240	0,436	<b>-0,695</b>
Intensidad Innovadora de la finca.	0,390	<b>0,699</b>	0,241	0,290
Eficiencia energética.	<b>0,892</b>	-0,176	0,201	0,242
Porcentaje de energía inyectada a la finca proveniente del exterior.	<b>-0,947</b>	0,148	-0,174	0,051
Porcentaje de energía aprovechada desde la finca (humana, animal, FRE).	<b>0,947</b>	-0,148	0,174	-0,051
Balance energético de la producción.	<b>0,892</b>	-0,179	0,172	0,268
Costo energético de la producción de proteína.	<b>-0,653</b>	0,284	0,342	-0,013
Relación costo/beneficio.	0,100	-0,179	-0,552	0,569
Índice de dependencia de recursos externos.	<b>-0,849</b>	0,174	-0,093	-0,153
<b>Valor propio</b>	6,732	2,490	2,167	1,348
<b>% varianza explicada</b>	44,879	16,600	14,449	8,990
<b>% varianza acumulada</b>	44,879	61,480	75,929	84,919

Por otro lado, no se debe aplicar el criterio de eliminar indicadores de manera definitiva en estudios subsiguientes, puesto que un análisis de la tabla 39 indica que los que aparecen en las cuatro primeras componentes representan el 93,3% del total, al considerar valores de preponderancia mayores e iguales a 0,65. Únicamente el indicador

“relación costo/beneficio” quedó fuera de la selección realizada a través del análisis factorial.

### 3.3.1.3 Clasificación de las fincas

La tabla 40 muestra la eficiencia de cada uno de los indicadores para la estimación de la resiliencia, cuando se realizó el mismo estudio en las 15 fincas. Navarro *et al.* (2012) plantearon que el índice de eficiencia depende de las variables de mayor preponderancia, estos autores definieron que los valores positivos más altos indican cuáles tienen más influencia en cada caso particular.

Tabla 40. Eficiencia de los indicadores relacionados con la resiliencia socioecológica.

Fincas	Matriz de eficiencia			
	EfCP1	EfCP2	EfCP3	EfCP4
1	<b>-0,98</b>	<b>1,06</b>	-0,47	<b>-1,07</b>
2	-0,49	0,16	<b>-0,94</b>	-0,01
3	0,59	<b>-1,42</b>	0,01	<b>-1,86</b>
4	-0,36	-0,41	-0,56	<b>-1,80</b>
5	-0,85	0,93	0,54	-0,34
6	-0,45	-0,64	<b>3,15</b>	0,51
7	-0,71	0,12	-0,02	0,05
8	0,71	0,44	-0,80	0,55
9	0,18	<b>1,20</b>	0,72	-0,76
10	-0,59	0,24	-0,46	0,90
11	-0,54	0,14	-0,02	<b>1,02</b>
12	0,42	0,64	-0,22	<b>1,11</b>
13	<b>3,05</b>	0,31	0,34	-0,15
14	0,36	-0,08	-0,70	<b>1,14</b>
15	-0,34	<b>-2,68</b>	-0,57	0,70

Según los índices de eficiencia, en la finca 13 los indicadores tridimensionales (tecnológicos-económicos-energéticos) fueron más eficientes en la estimación de la

resiliencia, o sea, que en esta finca es donde más sobresalientemente se expresaron los indicadores de la CP1.

Coincide este resultado con que la finca 13 (Santa Ana) es la única que en la caracterización, relaciones de mercado, estructura y funcionamiento de subsistemas e interacciones principales, presenta un diseño y manejo totalmente agroecológico, con la mayor cantidad de familiares insertados en el sistema de producción de alimentos y una alta capacidad de cambio tecnológico.

Del mismo modo, la alta eficiencia energética está dada porque alrededor del 50% de la energía usada para la producción agropecuaria y reproducción familiar, se abastece a partir de los recursos endógenos de la finca y solo el 25% de los insumos necesarios provienen del exterior y, como consecuencia, esta finca posee un bajo índice de dependencia de recursos externos.

Las fincas en que mejor se expresaron los indicadores asociados a la Soberanía Tecnológica (CP2) fueron la 1 y la 9, destacándose esta última con el índice más alto, y en la peor situación se encontraron la 3 y la 15, sin dejar de mencionar a la finca 6.

Estos resultados estuvieron influenciados por la diversidad de la producción y la asociación de cultivos, las fincas El Mulato (1) y La Cantera (9) presentan una alta eficiencia productiva, lo que se refleja en el aprovechamiento de los espacios y el correcto ensamblaje en el diseño de programas de rotación y asociación de cultivos, con una alta diversidad de los mismos y con integración ganadería-agricultura. No así en La Palma (3) y La Recompensa (15), que mostraron escasa variedad de cultivos con relación al área de la finca y, además, un bajo autoabastecimiento de alimentos para la familia, semejante situación muestra la finca Godínez (6).

Resulta interesante el hecho de que precisamente en la finca 6 los indicadores que tipifican a la CP3 (Soberanía Alimentaria) mostraron el mayor efecto positivo. O sea, a pesar de ser la finca con mayores índices de productividad por área, lo que es un componente importante para la obtención de ganancias económicas, esto no se obtuvo sobre la base de la eficiencia energética y el manejo y diseño agroecológico, pues fue esta finca la que mostró el mayor índice de dependencia de recursos externos, mayores costos energéticos para la producción y nivel bajo de resiliencia socioecológica.

Esto corrobora los estudios de Funes-Monzote *et al.* (2011) y Koohafkan *et al.* (2011), que refuerzan la noción de que la eficiencia depende de la diversificación de los sistemas agropecuarios y del diseño de la biodiversidad funcional en términos de la utilización de recursos como los nutrientes, el agua y la energía, lo que no se traduce necesariamente en una mayor productividad.

Los altos valores de los indicadores Pp y Pe en la finca 6 estuvieron dados en que la producción de esta finca se centra fundamentalmente en la cría porcina, que tiene alto potencial calórico y proteico, y no en la diversidad de la producción, que en esta finca mostró los niveles más bajos.

Por lo general, las fincas cuyo objeto social es la producción porcina, mostraron alta productividad respecto al área, pero presentaron los niveles más bajos de eficiencia energética y los mayores índices de dependencia de recursos externos, puesto que basan su modelo productivo en una constante importación de concentrados y medicamentos, aunque parte de la producción de cultivos en la finca (yuca, maíz, boniato, etc.) se usa también para la alimentación animal y no en la oferta a la población, lo que ha influido, además, en que en los mercados locales no presentan disponibilidad de alimentos que, como la yuca, han formado tradicionalmente parte de la comida típica de los cubanos (Casimiro, 2014). Estas fincas perciben la mayoría de sus ingresos por la venta de la producción porcina; al no estar sustentada su economía con variedad de opciones, pueden ser más vulnerables a los embates de cualquier choque externo, ya sea climatológico o de mercado.

Precisamente en las fincas con mayor diversificación y una mejor estrategia en el diseño y manejo agroecológico (fincas 1, 5, 9, 12 y 13), los aportes energéticos y proteicos no fueron los más destacados, a esto contribuyó que parte de la producción, como el caso de los frutales, son bajos en los aportes de energía y proteína, por lo que afectan además el balance energético, sin embargo, el autoabastecimiento familiar obtuvo porcentajes muy favorables y la interrelación con el mercado local de alimentos se caracteriza por su variedad, dinámica y flujo constante.

En estas fincas el uso de insumos químicos para la producción fue menor que el resto, debido a la menor incidencia de plagas y/o enfermedades y suelos mejor conservados. De acuerdo con Altieri (1999), Vázquez (2015) y Vázquez *et al.* (2014), la importancia de

la biodiversidad para los sistemas agrícolas radica en el freno de la homogeneización y simplificación de los agroecosistemas, aportando mayor resistencia a las perturbaciones, menor vulnerabilidad a enfermedades y plagas, así como beneficios en la prevención de la erosión del suelo.

Al respecto, Vázquez (2015) señaló que los sistemas de producción agropecuaria con base agroecológica, integran diversidad de especies de cultivos agrícolas, animales y árboles, mediante diseños complejos, en campos de diferentes dimensiones, para favorecer multifunciones que reducen prácticas degradativas e insumos externos, así como aumentan los servicios ecológicos.

Según el índice de eficiencia de la CP3, se exhibió el valor más negativo en la finca 2, sin menospreciar un comportamiento similar en las fincas 8 y 14; estas fincas son las de mayor tamaño en la muestra seleccionada y las que menor rendimiento por ha/año obtuvieron, debido, fundamentalmente, al poco aprovechamiento de los espacios, a tener áreas improductivas y a la baja intensidad de la producción, lo que coincide con los estudios de Toledo (2002); Pretty (2008); ETC (2009), Altieri (2009), Machín *et al.* (2010), de Schutter (2010), Altieri y Toledo (2011), Funes-Monzote *et al.* (2011) y Rosset *et al.* (2011), estos autores aseguran que las fincas de menor tamaño son las que mejores índices de diversidad, productividad y eficiencia presentan.

El aprovechamiento de las FRE resultó más eficiente en las fincas 11, 12 y 14, con el valor más alto positivo para la finca 14. Por otra parte, en las fincas 3 y 4 se evidencia el peor comportamiento para este indicador.

Tal comportamiento estuvo dado por el aprovechamiento de las FRE con tecnologías apropiadas, las fincas que mejores resultados obtuvieron cuentan con biodigestor y molino a viento, que le permiten hacer uso del biogás para la cocción y refrigeración de alimentos y el aprovechamiento de la energía eólica para el abastecimiento de agua a la familia y los animales.

Por lo general, en todas las fincas este resultado es desfavorable, pues el potencial para el aprovechamiento de las disímiles FRE se está desperdiciando.

A esto contribuye la inexistencia en el mercado nacional de tecnologías apropiadas y recursos para su instalación, puesta en marcha y mantenimiento, así como los altos

costos de adquisición de aquellas tecnologías que se comercializan en el país, lo que imposibilita el acceso de éstas por parte de las familias campesinas.

Se hace necesario resaltar el hecho de que las fincas con biodigestor y molino a viento, son beneficiarias del proyecto de cooperación internacional BIOMAS-CUBA y, por ende, la entrada de estas tecnologías a las fincas no ha sido un proceso natural.

Otro aspecto relevante se centra en que todas las fincas muestreadas tienen un Índice de Innovación alto, capacidad de cambio tecnológico y articulación local. Lideran procesos comunitarios en un sistema de innovación con acceso permanente al conocimiento que permite la adopción y generalización de este, como parte importante del diseño y manejo agroecológico para la producción integrada de alimentos y energía con enfoque de género.

A esto contribuyen proyectos como BIOMAS-CUBA y PIAL, reforzando la vinculación efectiva con centros de investigaciones, universidades y espacios de concertación a través de las plataformas municipales. Al respecto, Vázquez *et al.* (2015) consideran que esta vinculación favorece la creación de capacidades, la adopción de nuevas tecnologías, entre otros procesos que, a su vez, favorecen la reconversión agroecológica.

Después de identificar aquella o aquellas fincas en las que más eficientemente se expresan los indicadores asociados a la resiliencia o donde peor se manifiestan, es importante destacar que alrededor del valor del índice de eficiencia (Ef) positivo más alto, que se corresponde con una finca determinada, deben estar las otras fincas que pueden presentar un comportamiento similar y aceptable de la resiliencia. Para verificar esta consideración se realizó el análisis de conglomerados.

#### **3.3.1.4 Formación de los grupos**

A partir de los índices de eficiencia se procedió a analizar la existencia de fincas con comportamientos similares, para que las respuestas fueran lo más eficaces y eficientes posible en la estimación de la resiliencia.

En el proceso de aglomeración se decidió realizar el corte para un valor determinado del coeficiente de disimilitud (tabla 41), dando lugar a la clasificación de las fincas (evaluaciones) y la formación de los grupos. La representación espacial del coeficiente de disimilitud es lo que se conoce como dendrograma (Anexo 22) y según Hair *et al.*



(1999) es un estimador cuantitativo que describe el grado de asociación o semejanza entre los elementos comparados.

Tabla 41. Grupos formados por el análisis de conglomerados.

<b>Grupos formados</b>	<b>Coefficiente de disimilitud</b>	<b>Evaluaciones (fincas)</b>
I	1,35	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y 15
II		6
III		13

Para la elección de los grupos donde se expresó más eficientemente la resiliencia, se seleccionó aquel o aquellos en que existió mejor comportamiento global en las variables con mayor preponderancia en la CP1. La figura 35 muestra los valores promedios de cada variable para cada grupo en específico. A través de su análisis se logró identificar las categorías para el comportamiento bajo, intermedio y aceptable de la resiliencia socioecológica.

En la finca 13 (grupo III) se presentaron los promedios más altos para los indicadores: EE, EF y BE, al mismo tiempo se registraron en este grupo los promedios más bajos para IE, EFE, CEP e IDIE (figura 35), lo cual resulta provechoso ya que en el contexto de la resiliencia socioecológica a menores costos energéticos para la producción agropecuaria y mejor aprovechamiento de los recursos internos como la mano de obra familiar y animal, las FRE, la producción de abonos orgánicos, el aprovechamiento de residuales, la alta biodiversidad en tiempo y espacio (que en esta finca obtuvo los índices más altos) etc., la finca será menos dependiente y mostrará los mejores índices de resiliencia al poder responder con mayor capacidad a disturbios debido a la alta eficiencia y diversidad de opciones productivas y al depender de recursos de los que dispondrá continuamente.

Las interacciones socioecológicas generan reajustes y cambios constantes en las dinámicas y estructuras de las fincas, a su vez éstas interacciones favorecieron que las fincas con mejores resultados logren ajustarse adaptativamente por su capacidad de aprendizaje, innovación, novedad y auto-organización (Salas *et al.*, 2011; Montalba *et al.*, 2013; Ríos *et al.*, 2013).

Además, de acuerdo con los resultados de la tabla 40 el valor más alto positivo del índice de eficiencia se registró justamente en la finca 13. Un comportamiento totalmente contrario se refleja en la finca 6 (grupo II), lo que permite identificarla como la de peor expresión de la resiliencia.

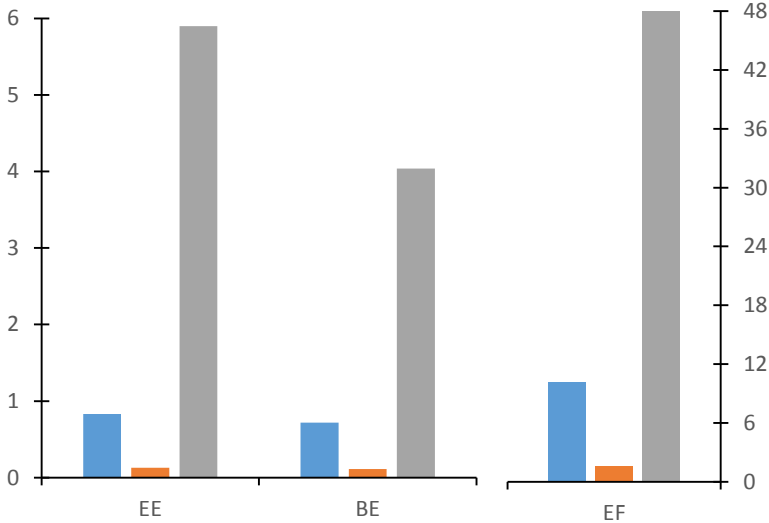
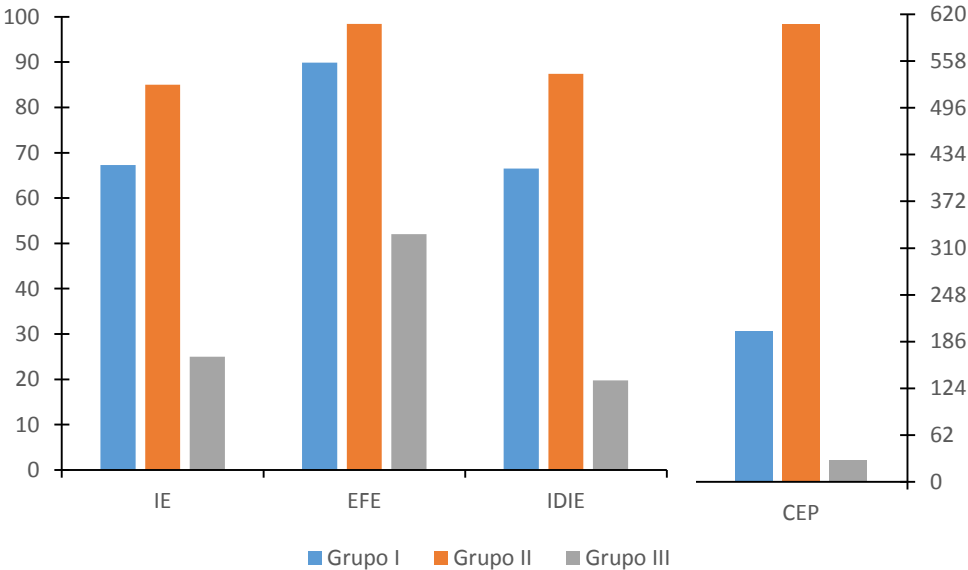


Figura 35. Promedio de las variables con mayor preponderancia en la CP1 para cada uno de los grupos formados para la resiliencia socioecológica.

En el grupo I se encontraron valores intermedios para los indicadores de mayor preponderancia en la CP1. En todos los casos, dichos valores se acercaron más al grupo II que al III. No obstante, el valor promedio del IUT fue mayor para las fincas del grupo 1 y los indicadores Pp, Pe, AF y H (relacionados con CP2 y CP3) fueron más cercanos a la finca 13 que a la finca 6 (figura 36); sin dejar de mencionar que el valor de IAFRE (CP4) fue semejante al registrado por la finca 13.

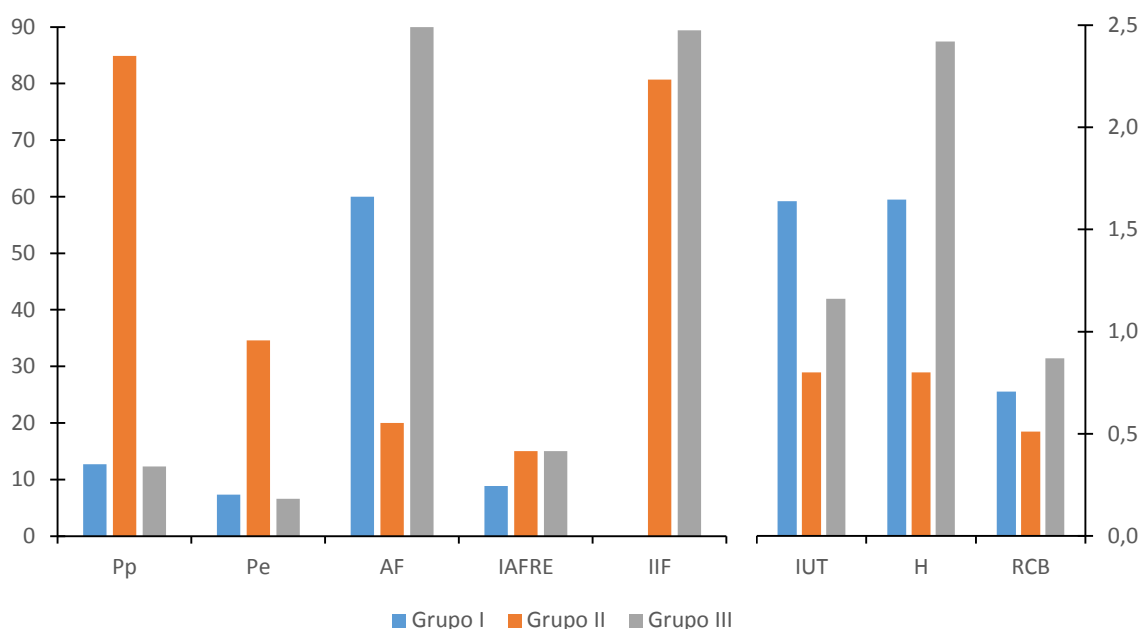


Figura 36. Promedio de las variables asociadas a la Soberanía Tecnológica (CP2), Alimentaria (CP3) y aprovechamiento de las FRE (CP4) para cada uno de los grupos formados para la resiliencia socioecológica.

Todo este razonamiento permite declarar al grupo I como aquel en que las fincas alcanzan una resiliencia intermedia. Esto nos conduce a afirmar que entre las 15 fincas en estudio, la resiliencia se expresa en mejores condiciones en la finca 13, más baja en la finca 6 e intermedia en aquellas contenidas en el grupo I. Esta interpretación se apoya en el análisis de las fincas incluidas en los tres grupos y en el índice de eficiencia.

La finca 13 a partir de MERS entra en la escala de finca con alta resiliencia socioecológica, sin embargo, la ganancia económica y los medios de vida no son favorables para la continuidad de esos resultados, algo similar en varias de las fincas estudiadas. Se considera que en este aspecto deben influir nuevas políticas públicas y

actividades de fomento para incentivar la permanencia de familias campesinas y la producción sostenida de alimentos sobre bases agroecológicas, de igual forma para que eleven sus índices de eficiencia, productividad y resiliencia.

Para que el resto de las fincas logre aumentar sus índices de Resiliencia Socioecológica (RSE), deben aprovechar con mayor eficiencia los recursos endógenos y rediseñar sus sistemas bajos los principios de la agroecología, disminuir considerablemente la entrada de recursos externos, tales como concentrados, combustibles y productos químicos, además de contextualizar diferentes tecnologías apropiadas para el máximo aprovechamiento de las FRE.

A pesar de los resultados en la estimación de la RSE de la finca 13 no es posible categorizarla como una finca de comportamiento alto, debido en lo fundamental a las diferencias entre esta finca y la Del Medio para los mismos indicadores identificados en la CP1 como los de mayor preponderancia (tridimensionales). La tabla 42 permite identificar las magnitudes en que las fincas de los tres grupos formados necesitan mejorar en indicadores claves para elevar el IRS.

Tabla 42. Comportamiento de los indicadores tridimensionales en la finca Del Medio y su relación con los grupos conformados para la estimación de la RSE.

<b>Finca</b>	<b>Categoría</b>	<b>IE</b>	<b>EE</b>	<b>EFE</b>	<b>EF</b>	<b>BE</b>	<b>CEP</b>	<b>IDIE</b>
Del Medio	Referencia	10,00	17,30	15,10	84,85	10,90	0,60	1,80
Grupo III	Aceptable	25,00	5,90	52,00	48,00	4,04	28,10	19,80
Grupo I	Intermedia	67,31	0,83	89,81	10,19	0,72	199,98	66,52
Grupo II	Baja	85,00	0,13	98,40	1,60	0,11	606,90	87,40

Los indicadores IE, EFE, EF y IDIE se expresan en porcentaje por tanto el análisis se basa directamente en las diferencias entre las magnitudes matemáticas. Es así que la finca 13 (grupo III) debe disminuir un 15,00, 36,90 y 18,00% para IE, EFE e IDIE, respectivamente. Al mismo tiempo, esta finca debe aumentar un 36,85% para igualar el comportamiento de EF en la finca Del Medio.

El resto de los indicadores tiene niveles de apreciación diferentes, es así que los menores valores de CEP son los deseados, tal y como ya fue discutido con anterioridad. Para

estos indicadores la finca 13 debe disminuir 27,50 unidades. Mientras que los aumentos están relacionados con EE (11,40) y BE (6,86).

Además, la interpretación de la tabla 42 permite hacer recomendaciones concretas a la finca 6 (grupo II) para que inicie un proceso de transición orientado a la RSE, así como a aquellas fincas del grupo I para que la mejora de sus procesos tecnológicos, productivos, energéticos y económicos propicie avanzar hacia un comportamiento similar a la finca 13. La mejora de los indicadores de la tabla 42 permitirá trazar estrategias certeras en las 15 fincas en estudio en función del desempeño de la RSE en la finca Del Medio.

Como la transición agroecológica y el logro de sistemas socioecológicos resilientes, depende de un proceso continuo de cambio y adaptación, cada grupo de finca, para transitar a estadios superiores debe concretar acciones y diseños que mejoren paulatinamente los resultados.

El grupo III (finca 13) debe incrementar el aprovechamiento de las FRE para disminuir la entrada de insumos externos que radica fundamentalmente en energía convencional para el riego a los cultivos, así como usar tecnologías apropiadas para elevar la eficiencia del trabajo familiar; agregar valor a sus producciones para incrementar su portafolio de productos, ampliar los procesos de producción dentro de la finca y, por tanto, obtener mayores ganancias económicas.

Las fincas pertenecientes a los grupos I y II deben establecer una estrategia de rediseño, sobre bases agroecológicas, para elevar la eficiencia económica, productiva y energética en la producción de alimentos, estableciendo cierres de ciclos e interrelaciones funcionales de cada componente, aprovechamiento de los residuales para la fabricación de abonos orgánicos y la sustitución de fertilizantes químicos. Deben centrarse en el uso máximo posible de las FRE con tecnologías apropiadas para disminuir el uso de combustibles fósiles y elevar la productividad de la fuerza de trabajo.

Las fincas que tienen biodigestor deben hacer un uso más eficiente del biogás como energía y de los efluentes líquidos y sólidos para la fertilización de los diferentes cultivos, que en muchos casos se desperdician.

Por lo general, las familias campesinas estudiadas tienen alta capacidad de cambio tecnológico, y esas capacidades para innovar, experimentar y explorar ante diferentes situaciones, pueden constituir un facilitador para trabajar conjuntamente en nuevas

estrategias de diseño y manejo del agroecosistema, potenciando el proceso de transición (Blandi *et al.*, 2011; 2013).

### **3.3.2 Modelo de finca familiar agroecológica**

Para la transición agroecológica de fincas familiares en Cuba y el desarrollo de una alta resiliencia socioecológica en las mismas, es fundamental, como demuestra el estudio, a partir del manejo agroecológico, lograr altos índices de Soberanía alimentaria, tecnológica, energética y de eficiencia económica.

A partir de los resultados expuestos en el Capítulo II, validados por el panel de expertos, se presenta en la tabla 43 un modelo de finca familiar agroecológica con alta resiliencia socioecológica. La discusión de los resultados de la evaluación de las 16 fincas estudiadas apoya la propuesta.

El modelo resulta de la validación con el panel de expertos, las bases conceptuales y la metodología MERS y puede constituir un horizonte (situación deseada) para la proyección de fincas en transición agroecológica, aportando los requisitos fundamentales de eficiencia, soberanía alimentaria, energética y tecnológica que deben lograr para considerarse altamente resilientes.

Tabla 43. Modelo de finca familiar agroecológica y criterios tecnológicos y de eficiencia para el logro de altos índices de resiliencia socioecológica.

Finca Familiar Agroecológica	Fines	Bases	Resultados
Soberana en la alimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Autoabastecimiento de la familia.</li> <li>-Máxima productividad por área para la participación en el mercado local.</li> <li>-Aseguramiento del funcionamiento del sistema permanente e indefinidamente sin agotar o sobrecargar los elementos fundamentales de los que depende.</li> <li>-Participación en canales cortos de comercialización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diseño y manejo agroecológico.</li> <li>-Diversidad y eficiencia productiva.</li> <li>-Existencia de canales cortos de comercialización.</li> <li>-Economía solidaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Producción agropecuaria suficiente para alimentar a más de siete y 10 personas por hectárea al año en proteína y en energía respectivamente.</li> </ul>
Soberana en el uso de la tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Producción agropecuaria sobre bases agroecológicas.</li> <li>-Mínima utilización de insumos externos.</li> <li>-Máximo aprovechamiento de las fuentes renovables de energía con tecnologías apropiadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Manejo agroecológico enfocado en la diversidad, el reciclaje, la integración y el cierre de ciclos.</li> <li>-Adecuaciones tecnológicas en la finca según sus potencialidades locales para el aprovechamiento máximo de las FRE con tecnologías apropiadas.</li> <li>Disponibilidad de tecnologías y posibilidades de adquisición a nivel local.</li> <li>Acceso permanente a servicios técnicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Un alto IUT y diversidad funcional de especies de cultivos y animales.</li> <li>-El porcentaje de insumos externos usados para la producción representa menos del 20%.</li> <li>-A través del manejo agroecológico, la innovación y adopción de tecnologías apropiadas para el uso de las FRE, el sistema se abastece de energía en más de un 75%.</li> </ul>
Soberana en el uso de la energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máximo aprovechamiento de la energía presente en el sistema.</li> <li>Incremento de los flujos e interconexiones entre cada elemento del sistema socioecológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alta variedad y producción de alimentos y fertilizantes.</li> <li>-Alta productividad y eficiencia del trabajo animal y humano.</li> <li>-Aprovechamiento máximo de las FRE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Máxima eficiencia energética con el aprovechamiento de las FRE y un uso de energía externa menor a un 30%.</li> </ul>
Con alta eficiencia económica	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Obtención de ganancias económicas sobre la base de la mínima dependencia de insumos externos, la alta eficiencia en el uso de la energía y los recursos endógenos y bajos costos de producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Uso eficiente de la energía.</li> <li>-Alta productividad del trabajo.</li> <li>-Aprovechamiento y uso de los recursos de la finca sin necesidad de importar otros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bajos costos de producción y una inversión en insumos externos que represente menos del 20% de la inversión total.</li> </ul>

En la tabla 44 se muestran resultados estimados del impacto que pudiera tener la multiplicación de estas experiencias en Cuba para un millón de hectáreas de tierras ociosas (MINAG, 2015a).

Tabla 44. Estimación del impacto de la aplicación del Modelo de Finca Familiar Agroecológica en un millón de hectáreas de tierras ociosas.

Indicador	Unidad de medida	Total	Equivalente en USD
Fincas	Unidad	100 000	
Pequeños agricultores	Unidad	400 000	
Valor en subsidios dejados de otorgar en la canasta básica	USD		15 640 000,00
Número de personas alimentadas en energía	Unidad	6 000 000	
Número de personas alimentadas en proteína	Unidad	8 000 000	
Ahorro en kWh en electrificación de la vivienda	kWh	514 200 000	108 496 200,00
Consumo de biogás <sup>24</sup>	m <sup>3</sup>	219 000 000	
Producción de abonos orgánicos	Toneladas	6 000 000	3 900 000 000,00
Producción de alimentos	Toneladas	6 700 000	948 000 000,00
<b>Total</b>			<b>4 972 136 200,00</b>

\* Se toman como referencia los valores obtenidos en la finca Del Medio (año 2015).

Se estima entonces que con la recampesinización de tierras ociosas en el país, sobre bases agroecológicas y altos índices de resiliencia socioecológica, se podrían llegar a abastecer a más de la mitad de la población cubana en energía y proteína, lo que reafirma los resultados de Funes-Monzote *et al.* (2011).

Si a estos productos agropecuarios se le agregaran valores a partir del desarrollo de minindustrias locales, se estaría aportando una ganancia mayor para las familias campesinas y para el país, generando empleos por la ampliación de las etapas de los procesos de producción.

La administración pública dejaría de otorgar a partir de subsidios a la canasta básica y la electrificación de viviendas 124 136 200,00 USD/ año. Cifra que pudiera ser utilizada para el desarrollo de tecnologías apropiadas en fincas como pueden ser celdas fotovoltaicas para la generación de electricidad, molinos a viento para el uso de la energía eólica y la

<sup>24</sup> El equivalente en USD para la producción de biogás no se refleja puesto que este está incluido en el ahorro energético para la electrificación de la vivienda fundamentalmente.



construcción de biodigestores, entre otras, que paulatinamente aportarán a la independencia total del consumo energético convencional en las viviendas de estos campesinos e incrementarán los niveles de ahorro de electricidad en Cuba.

Otras ventajas que pueden alcanzarse a partir del desarrollo de la AF agroecológica, con el modelo planteado pudieran ser:

- Activación de nuevas familias de agricultores, las que actualmente permanecen en las zonas rurales, pero sin ningún interés o disposición para dedicarse a la agricultura como actividad económica y principal fuente de ingresos.
- Agroecosistemas resilientes con capacidad para la mitigación y adaptación al cambio climático.
- Ahorro en importación de alimentos e insumos químicos.
- Ahorro en transportación, almacenamiento y distribución de alimentos.
- Activación y recampesinización de espacios ociosos y otros que no resultan de interés a la gran empresa agrícola.
- Recuperación de suelos degradados y conservación de los recursos naturales.
- Nueva corriente cultural basada en la resiliencia socioecológica, el uso de los recursos locales y de las fuentes renovables de energía.
- Posibilidad del desarrollo del turismo rural ecológico.
- Satisfacción de espacios del mercado de alimentos aún insatisfechos en la actualidad, mejorando además la calidad de la oferta.
- Disminución de los precios de los alimentos en los mercados locales, simplificando la cadena de valor con menos intermediarios.

Estas bases metodológicas permitirán a familias campesinas manejar de forma holística, con opciones tecnológicas válidas para cada contexto, los recursos que posee en su entorno, incorporando acciones colectivas y participativas. Sin embargo, para la garantía de estos resultados se requiere de políticas públicas que favorezcan su desarrollo escalonado y una transición agroecológica fundamentada en la institucionalización de la agricultura familiar en el país.

### **3.3.3 La agroecología y la agricultura familiar en el ordenamiento jurídico cubano**

A través del estudio de los diferentes cuerpos legales en torno a la agricultura familiar y a la agroecología, se visualizaron espacios vacíos y normas en blanco que posibilitan concebir la necesidad de crear o reforzar una institucionalidad focalizada en la finca familiar cubana a través de marcos regulatorios específicos y cambios de base jurídicos necesarios para la implementación de la tipología de finca familiar con resiliencia socioecológica.

Como construcción socioecológica, los agroecosistemas son producto de relaciones de poder, por tanto, existe una estrecha vinculación entre la dinámica de los agroecosistemas y la política, ocupando esta un destacado lugar en el proceso de transición agroecológica; el poder institucionalizado en las organizaciones civiles y en el Estado tiene una importancia decisiva en la organización de los sistemas socioecológicos y su sostenibilidad, que no estaría dada sólo por el conjunto de propiedades físico-biológicas, sino como reflejo de determinadas relaciones de poder (González de Molina, 2012; López, 2014).

La estabilidad económica de la agricultura campesina, depende de ámbitos de decisión y de normas establecidas. La creación de condiciones económicas, fiscales y de mercado favorables al desarrollo de la agroecología resulta de vital importancia para su supervivencia y generalización, pues la adopción de tecnologías e, incluso, el mismo proceso de innovación es algo que depende de los arreglos institucionales y su capacidad de fomentarlas, promocionarlas y difundirlas (González de Molina, 2012).

En este contexto, para el desarrollo de la AFA no existe articulado específico en alguna norma cubana, no obstante, a la vista de diversas regulaciones, se refleja indistintamente el fomento de actividades en torno a la protección medioambiental, que pueden llevar implícito el desarrollo de la agricultura familiar agroecológica.

En Cuba, se carece de una norma común administrativa, lo que es elemento discordante para el desarrollo de la actividad de fomento por parte de la Hacienda Pública (Casimiro Rodríguez y Reyes, 2013). Además no existe cuerpo legal específico que regule dentro de las actividades de la administración, la de fomento, sino que se halla dispersa en varias normas. Algunos ejemplos se mencionan a continuación:

- Resolución No.13/1999 del Ministerio de Finanzas y Precios (MFP), fomentando la protección medioambiental, bonifica el 50% del pago del Arancel de Aduanas por las importaciones de tecnologías ambientalmente limpias.
- Resolución Conjunta No. 1/2000 del Ministerio de Economía y Planificación (MEP) y MFP, en el fomento de la actividad forestal, establece bonificación a personas naturales y jurídicas que ejecuten plantaciones forestales, manejos silvícolas y de fauna, de hasta un 30% sobre los costos tecnológicos.

Las manifestaciones prácticas de la actividad administrativa de fomento que existen en el país, como acción de la Administración encaminada a proteger o promover aquellas actividades de los particulares que satisfacen necesidades públicas o se estiman de utilidad general, podrían contribuir en mayor medida al desarrollo de estas si disponen de un régimen jurídico propio y coherente (Casimiro Rodríguez y Reyes, 2013).

En la legislación cubana, como actividad de fomento, se encuentran fundamentalmente las figuras de las exenciones y bonificaciones tributarias. Las que están presentes en varios cuerpos legales como vía para estimular determinadas actuaciones. En relación con el régimen agropecuario y la protección medioambiental se hallan las siguientes:

- En la Ley 81/1997 del Medio Ambiente, el artículo (art.) 63 expresan la posibilidad de otorgar beneficios fiscales o financieros a determinadas actividades que favorezcan el medio ambiente y el establecimiento de mecanismos de regulación económica que estimulen la conservación de la diversidad biológica y el empleo de prácticas agrícolas favorables al medio ambiente, que tiendan a evitar el uso inadecuado de los suelos, demás recursos naturales y el empleo irracional de agroquímicos.
- En la Ley 113/2012 del Sistema Tributario Cubano, queda facultado el MFP, cuando circunstancias económicas y sociales a su juicio así lo aconsejen para otorgar beneficios parciales o totales con carácter temporal en el pago de los diferentes tributos para el sector agropecuario, ante situaciones climatológicas adversas, para estimular el rendimiento agrícola y los diferentes tipos de cultivo, en función de los territorios y cuando las condiciones económicas propias de este sector así lo requieran.

En estos supuestos se pueden incluir diversos procederes en relación con las características propias de los diferentes sistemas productivos o para el desarrollo de actividades que incidan sobre el medio ambiente. El hecho de no precisarse cuáles, hace que la posibilidad de otorgar estos estímulos sea confusa, y se convierta en un saco en el que entran distintos comportamientos. Unido a ello el legislador deja a libre apreciación la posibilidad o no de otorgar exenciones y bonificaciones por dicho ministerio, o sea, a discrecionalidad administrativa.

En su disposición especial primera la Ley 113/2012, faculta al Consejo de Ministros para establecer otros tributos y modificar o actualizar los hechos imposables de los ya previstos, por el uso o explotación de recursos naturales y para la protección del medio ambiente, cuando las condiciones así lo aconsejen; esto supone una remisión legal indeterminada a la Administración; podría ser conveniente la ordenación de la exención por ley, tanto en lo relativo a la delimitación de su presupuesto de hecho, como de sus consecuencias jurídicas, señaladamente su cuantificación; excluyendo toda remisión a la discrecionalidad administrativa (Casimiro Rodríguez y Reyes, 2013).

Todo lo anterior pone de manifiesto que se dejan de regular elementos importantes, lo que denota una insuficiencia del postulado legal.

Por lo general, en el Ordenamiento Jurídico Cubano son estas normas anteriores las que reflejan actividades de fomento para el desarrollo de la agroecología, pero desde el punto de vista del desarrollo de la agricultura familiar y la recampesinización, la más destacada ha sido la normativa referente a la entrega de tierras estatales ociosas en usufructo (el DL 259/2008, derogado por el hoy DL 300/2012 y su reglamento el Decreto No 304.

A pesar de que el DL 300/2012 derogó el DL 259/2008 para erradicar deficiencias y normar nuevos elementos respecto a las bienhechurías, a los plazos de vigencia del usufructo, a nuevas facultades a los delegados del MINAG, a la continuidad en el usufructo de los familiares que trabajan la tierra, y la posibilidad de fabricar sus viviendas (*“aunque como política agrícola en el país la construcción de viviendas en las tierras en usufructo es muy limitada”*<sup>25</sup>), se considera que esta normativa presenta algunas deficiencias, tales como:

---

<sup>25</sup> Parte de una entrevista realizada al Director del Centro Nacional de Control de la Tierra M.Sc. Eddy Soca Baldoquín, del Ministerio de la Agricultura en Cuba.

- La posibilidad de la existencia de un número mayor de tierras ociosas que aún no hayan sido declaradas como tal, ya que el art. 3.3 del D No 304/ 2012 dispone realizar una evaluación con el tenente y en caso de ser favorable, se procedería a la compraventa para que estas pasen al fondo de tierras estatales ociosas y poder ser entregadas en usufructo, pero no se establecen los procedimientos a seguir en caso de desacuerdo entre las partes; se considera que este aspecto ha afectado al proceso, ya que existen mayor número de tierras improductivas con capacidad para la producción agropecuaria.
- Se regula que el usufructo se concede a título personal, si lo que se pretende incentivar, desde el anterior DL 259, es la continuidad y sostenibilidad en la explotación de las tierras entregadas en usufructo, la incorporación, permanencia y estabilidad de la fuerza laboral del sector y el asentamiento familiar definitivo, la incorporación y permanencia de jóvenes al sector agropecuario, entre otros, bien podría el legislador haber planteado el otorgamiento del usufructo también a título familiar.
- La línea de producción que debe seguir el agricultor o la familia campesina en el usufructo otorgado, es dispuesta a partir de un análisis que realiza el MINAG en cada territorio, según tipo de suelos, capacidad productiva, demandas y prioridades actuales, entre otros, lo cual no se considera prudente, pues cada familia, según su propia cultura, preferencias y convivencia con su sistema productivo, deberá determinar cuáles son las producciones más convenientes, acorde también a las demandas locales, al mercado y a las políticas de precios vigentes.
- Los plazos de usufructo limitan el desarrollo de la agricultura familiar, vigentes por 10 años con plazos prorrogables sucesivamente por igual término, pero con causales que pueden extinguir el usufructo en cualquier momento y que limitan el desarrollo de proyectos familiares de vida en el campo, incluso con la fuerza legal del pago de las bienhechurías realizadas al término del contrato; la tasación de las mismas tiende a ser muy inferior al costo real de los recursos empleados, el tiempo, la mano de obra, etcétera.

Es de destacar, que a partir de la puesta en vigor e implementación de los DL 259/2008 y 300/2012, ha existido un incremento en la producción por parte del sector cooperativo, sin embargo, no es debido a un número mayor de tierras cultivadas, pues a pesar de la

entrega de más de millón y medio de hectáreas de tierras ociosas en usufructo para la producción desde el año 2008 (MINAG, 2015b), la tendencia ha sido la disminución de las áreas cultivadas en la mayoría de los cultivos (figuras 37 y 38).

El incremento de la producción es una consecuencia en lo fundamental de las mejoras en las políticas de precios de compra a los campesinos y a las medidas tomadas a partir de la implementación de los Lineamientos de la Política Económica del Partido y la Revolución (tablas 9 y 10).

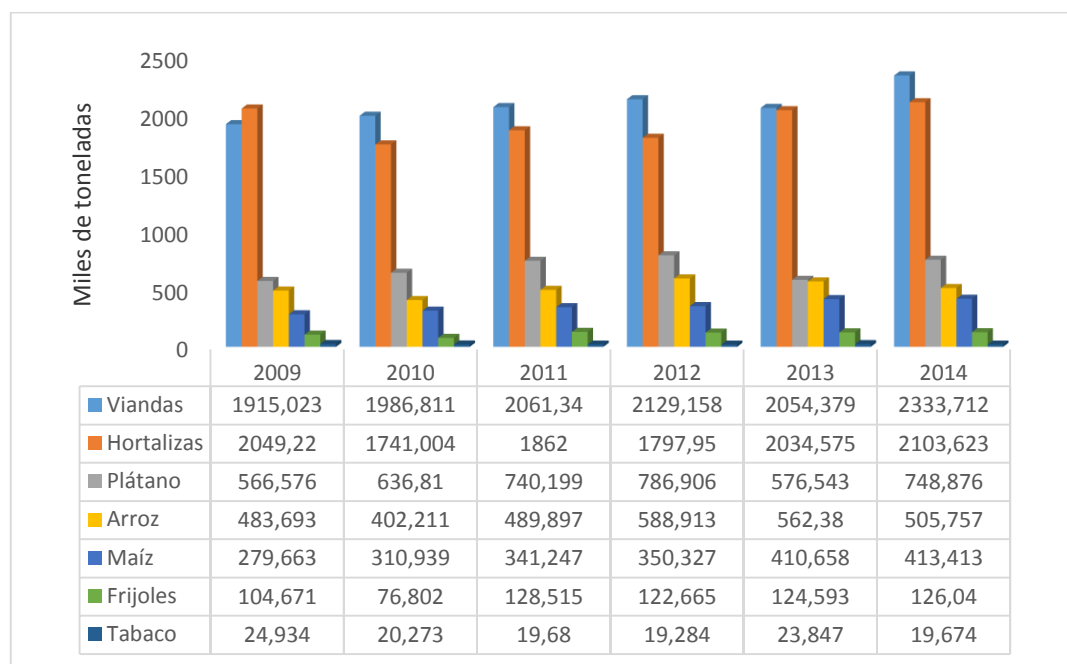


Figura 37. Incremento de la producción en determinados cultivos, a partir del 2009, sector cooperativo. Fuente: Elaboración propia a partir de ONEI (2015).

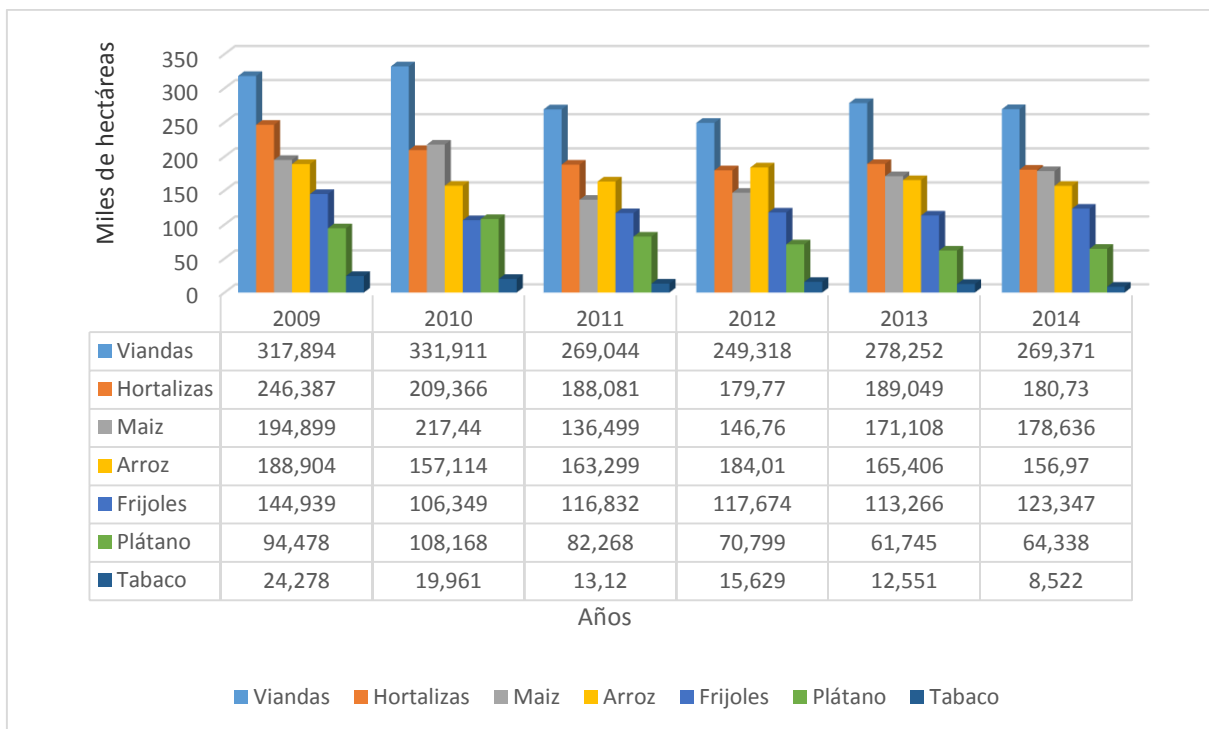


Figura 38. Áreas totales cultivadas por el sector cooperativo en los principales cultivos para los últimos años. Fuente: Elaboración propia a partir de ONEI (2015).

El DL 125/1991 del Régimen de Posesión, Propiedad y Herencia de La Tierra y Bienes Agropecuarios y su reglamento, regula los procesos sucesorios sobre la base de dos requisitos fundamentales, la consanguineidad (hasta el cuarto grado) y los que trabajen la tierra, pero limita los derechos que tiene el dueño de una finca, tanto en lo que se refiere al uso que hace de la tierra y de los productos que obtiene de ella, como en las posibilidades de transferencia temporal o definitiva a terceros, puesto que están con la obligación de cumplir una serie de exigencias que frenan la *plena realización de la propiedad* (Nova, 2014), tales como restricciones para compra-venta, alquileres y permutas entre productores campesinos, así como la entrega de una parte significativa de su producción a los organismos oficiales de acopio. Según Nova (2014), se refiere a la plena realización de la propiedad, entre otros aspectos, a que el campesino pueda decidir de acuerdo con el comportamiento del mercado y los requerimientos sociales, lo que va producir, a quién y dónde vender.

El DL 125/1991 le otorga derechos a los familiares del propietario, pero estos sólo se hacen efectivos al morir este, lo que ha favorecido que no exista una división numerosa

de las fincas originales, a la vez que limita la incorporación temprana de los jóvenes a las labores agropecuarias, influenciados además por las oportunidades de estudios y trabajo en la ciudad (Merlet, 2011) y la autoridad de la familia y la sociedad, en general, que los instan a buscar mejores oportunidades de progreso personal o familiar, lejos de la vida trabajosa y “retrógrada” del campo (Casimiro, 2007). Esto influye en que el mayor porcentaje de campesinos en Cuba tenga más de 60 años (Figueroa, 2005).

### **3.3.4 La Agricultura Familiar como una institución**

Al institucionalizar la Agricultura Familiar en Cuba, se crearía un conjunto de cuerpos legales para su desarrollo, teniendo en cuenta las especificidades, las coyunturas y el contexto histórico del país, determinando sus características esenciales y un estatus dentro de las políticas agrarias. Por esta vía, se le estaría dando respuesta a varios de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, pero fundamentalmente a los lineamientos 197 y 198 que refieren la necesidad de desarrollar una política integral que contribuya a la repoblación gradual del campo, adoptando medidas que estimulen la incorporación, permanencia y estabilidad de la fuerza laboral del sector y contemple el asentamiento familiar definitivo, así como priorizar la adopción de medidas que incentiven la incorporación y permanencia de jóvenes al sector agropecuario.

Países de la región materializan en importantes cuerpos legales y programas políticos, a la AF agroecológica como una institución, regulando programas de créditos, subsidios, entre otros, que amparan el desarrollo de una agricultura campesina sobre bases sostenibles (tabla 45).

La potestad legislativa en Cuba es de la Asamblea Nacional del Poder Popular (ANPP), que ante las necesidades y políticas directrices del país se proyecta en la constitución de nuevas normas jurídicas. La ley la elabora un grupo de expertos con conocimiento sobre la temática objeto de la legislación y luego se somete a la consulta de los diputados, que se puede hacer por sesiones en las comisiones de trabajo o por territorios con los grupos de diputados de estos. Posteriormente, teniendo el proyecto de ley, la comisión de asuntos jurídicos con la participación de diputados de otras comisiones vuelven a revisar el proyecto y se hacen los arreglos pertinentes a sus criterios, por último se somete al



análisis y discusión del plenario de la asamblea para su aprobación definitiva y puesta en vigor. Algunos cuerpos legislativos, por la importancia y trascendencia que tienen para la sociedad son sometidos para su elaboración a la consulta de determinados sectores del país<sup>26</sup>.

Tabla 45. Algunas normas o programas que amparan el desarrollo de la Agricultura Familiar en diversos países de la región.

País	Algunos cuerpos legales o programas en torno a la AF	Fines fundamentales
Brasil	Resolución 2.191/1995 "Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar"	Otorgar modalidades de créditos, financiamientos, tipos de interés diferenciados, implantar y adecuar la infraestructura necesaria para la producción, reformular la política de precios agrícolas a la realidad de los agricultores familiares, agilizar los procesos administrativos, estimular los procesos participativos y la organización de los agricultores, entre otros, con el objetivo fundamental del desarrollo rural sostenible, compatible con una mayor producción y con el aumento de la renta de las explotaciones familiares (Herminio Zaar, 2011).
Argentina	Ley N° 27.118/2015 "Reparación Histórica de la Agricultura Familiar para la Construcción de una Nueva Ruralidad en la Argentina"	Crear un régimen destinado a la AF que desarrolle la actividad agropecuaria en el medio rural con la finalidad prioritaria de incrementar la productividad, seguridad y soberanía alimentaria y de valorizar y proteger al sujeto esencial de un sistema productivo ligado a la radicación de la familia en el ámbito rural, sobre la base de la sostenibilidad medioambiental, social y económica.
Salvador	Plan de agricultura familiar/ 2011	Paquetes agrícolas tradicionales del gobierno a las 325 000 fincas de pequeños agricultores censados en el 2007 y beneficiarlas con políticas agropecuarias para el incremento de la producción nacional con posibilidades de exportación, aparejado a un crecimiento en la titularización de la propiedad de la tierra para familias campesinas.
Colombia	Plan Estratégico del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural	Adecuación de tierras, básicamente en obras de riego; adjudicación y titulación de tierras a familias campesinas.
México	Ley de Desarrollo Rural Sustentable/ 2001 y Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable	Busca la transversalidad de las políticas públicas orientadas al campo. Se divide en diez grandes vertientes (Financiera, Competitividad, Educativa, Medio Ambiente, Laboral, Social, Infraestructura, Salud, Agraria y Administrativa); y 16 grandes programas, operados por 13 diferentes Secretarías de Estado.

<sup>26</sup> Entrevista realizada al Ph.D. Giraldo Jesús Martín Martín, Diputado de la Asamblea Nacional del Poder Popular en Cuba.

Tabla 45. Algunas normas o programas que amparan el desarrollo de la Agricultura Familiar en diversos países de la región (continuación).

País	Algunos cuerpos legales o programas en torno a la AF	Fines fundamentales
Ecuador	Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria/2009  Constitución del Ecuador	Establecer los mecanismos para que el Estado garantice la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente; con normas conexas, destinadas a establecer las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos y nutritivos. Preferiblemente provenientes de la producción campesina; respetando y protegiendo la agrobiodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental.
Bolivia	Decreto Supremo N° 29272/2010; Ley de OECAS y OECOM/2013 Para la Integración de la Agricultura Familiar Sustentable y la Soberanía Alimentaria; Constitución de Bolivia.	Fomento de la agricultura familiar ecológica en sus diferentes componentes. Incentivos para las comunidades sobre la base de una economía solidaria y la compra preferencial de la producción campesina. El fortalecimiento de la economía familiar campesina con énfasis en la seguridad y en la soberanía alimentaria. Garantía para la soberanía alimentaria, priorizando la producción y el consumo de alimentos de origen agroecológico.
Perú	Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2013-2021. Ley No 30355/2015- Ley de promoción y Desarrollo de la AF.	Promover y generar economías de escala en la producción de alimentos con énfasis en la agricultura familiar y en la pesca artesanal, basado en la demanda de sus necesidades. Establecer las responsabilidades del Estado en la promoción y desarrollo de la AF, a partir de su reconocimiento, de su rol e importancia en la seguridad alimentaria, en el uso sostenible de los recursos naturales, en la diseminación de las economías locales, contribución al empleo rural, etc.; para mejorar la calidad de vida de estas familias y dirigir políticas para su desarrollo sustentable.

A través de toda la investigación, se palpa la necesidad de crear un marco institucional para el fomento de la AFA en el país, como resultado del estudio surgen las siguientes recomendaciones de los elementos que se podrían tener en cuenta para los cambios de base jurídicos y la ejecución de programas adecuados a nivel nacional que permitan concebir la resiliencia socioecológica en la agricultura familiar, su promoción y protección:

- Conceptualizar para el contexto cubano lo que se define como Agricultura Familiar Agroecológica, su operatividad y alcance, a lo cual puede contribuir la presente Tesis.
- Reevaluar políticas que posibiliten créditos blandos y con bajas tasas de interés para las familias campesinas.

- Establecer mecanismos preferenciales de financiamiento para los agricultores familiares, facilitándoles la adquisición de medios de producción y tecnologías apropiadas.
- Implementación del Seguro Agrícola a la AF para una mayor cobertura frente a los riesgos (climáticos, de mercado).
- Que los programas, leyes, capacidades que se formen, sean sobre la base de la resiliencia socioecológica de la finca familiar, que afiancen la independencia del mercado externo a sus agroecosistemas y la capacidad de innovación y validación de tecnologías agroecológicas apropiadas para cada contexto.
- Acceso a los servicios de asistencia técnica y de extensión rural, promoviendo además una interacción eficaz entre el conocimiento tácito de los agricultores y el conocimiento, tanto empírico como científico, de los mediadores, de forma que se complementen.
- Promoción y ejecución de las actividades y tecnologías que generan más valor agregado a las producciones familiares, de forma tal que se amplíe el portafolio de productos que estas puedan ofertar en el mercado local, se amplíen las etapas de los procesos de producción dentro de sus fincas y la capacidad productiva, a la vez que generen un autoempleo familiar y comunitario más eficiente.
- Priorizar los circuitos cortos que disminuyan las distancias físicas y los costos de transacción, educando a la sociedad en general para el consumo solidario y responsable, sobre la base de una cultura alimentaria acorde a los gustos de los cubanos y a su salud.
- Uso de los diferentes medios de difusión masiva para la educación popular de la sociedad cubana sobre la importancia de la AF, el consumo de alimentos frescos y la economía solidaria.
- Políticas de precios diferenciados, acorde a los costos de producción familiar, que aunque pudieran conllevar (si se diera el caso) a subsidios por parte de la Administración Pública, tengan el objetivo de, además del incentivo de la AF, la posibilidad de que toda población pueda tener acceso, a precios afines a sus ingresos, a los alimentos sanos que ofertan las familias campesinas.

- Políticas fiscales de fomento a la AF que incentiven a través de exenciones o bonificaciones tributarias, determinadas actividades y el desarrollo de la agroecología. Esto respondería, además, al Lineamiento 58 de la Política Económica y Social del PCC y la Revolución al referirse a la necesidad de aplicar un régimen especial tributario diferenciado y flexible para estimular las producciones agropecuarias.
- Promoción de actividades y acciones para la certificación popular de las producciones de alimentos provenientes de la AF.
- Creación de programas curriculares en todos los niveles de educación para el arraigo de la cultura agroecológica y de consumo responsable.
- Mejoramiento de la infraestructura y los servicios en el entorno rural que favorezcan los medios de vida de las familias campesinas, tales como el acceso al agua, mejoras del estado constructivo de sus viviendas, de vías de acceso y transporte público, comunicaciones y acceso a las tecnologías de la información, actividades recreativas, entre otras, que garanticen niveles de calidad de vida similares e incluso superiores a aquellos de las poblaciones urbanas.
- Empoderamiento de la mujer campesina, facilitando su intervención en la toma de decisiones y su participación equitativa.
- Incentivo a la participación de los jóvenes en la agricultura con apoyo para el acceso de recursos productivos y con un enfoque integral a sus necesidades que los motiven a la vida familiar en el campo.
- Involucrar a la AF, no solamente con prácticas productivas de alimentos, sino también en otras actividades no agrícolas que afiancen las relaciones campo-ciudad y con otros actores de la sociedad, tales como la educación agroecológica, el turismo rural y el desarrollo de mini-industrias.
- Enfoque para la réplica de faros agroecológicos ya consolidados en el país, como modelos de producción y consumo que se contextualicen a cada territorio con fuerte base local.
- Reflejo de los principios de responsabilidad y precaución, teniendo a la naturaleza también como sujeto de derecho.

## **CONCLUSIONES GENERALES**

A partir de los resultados de esta investigación se llegó a las conclusiones generales siguientes:

1. La capacidad explicativa, consistencia lógica, factibilidad, flexibilidad y pertinencia de las bases metodológicas generadas en la presente investigación, demostradas con su aplicación en las diferentes fincas evaluadas, permitieron comprobar empíricamente la hipótesis general de investigación, por tanto, contribuirán a favorecer la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba, abarcando aspectos ecológicos, tecnológicos, de eficiencia, socioeconómicos y políticos de la familia campesina y la comunidad.

2. El análisis realizado del estado del conocimiento y de la práctica permitió la incorporación de aportes teórico-metodológicos en la conceptualización de diferentes términos contextualizados a Cuba; y constituyen una perspectiva teórica sobre el desarrollo de la agricultura familiar y la transición agroecológica, construida en el marco de la investigación que sustenta la solución propuesta.

3. Se consideran como bases metodológicas principales para el proceso de transición agroecológica hacia una agricultura familiar resiliente: la eficiencia y el desarrollo de índices de SA, ST, SE y EEco bajo el diseño y manejo agroecológico; sustentados por la permanencia de la familia campesina en su finca, la mejora de sus medios de vida y el desarrollo de políticas públicas que favorezcan la incorporación de nuevas familias capacitadas, actualizadas y en preparación constante, que le permitan la participación equitativa en los diferentes roles.

4. Se obtuvo una consistencia interna alta, lo que demostró la validez de la metodología propuesta para la medición de la resiliencia socioecológica en una finca familiar.

5. La transición de una agricultura familiar convencional a una agroecológica, en la finca Del Medio, enfocada a la máxima resiliencia socioecológica, permitió

lograr una mejor interrelación con el entorno, conservar y mejorar los suelos, usar eficientemente los recursos localmente disponibles, así como el respeto de la sucesión y los ciclos naturales, con lo cual se multiplicó la eficiencia y productividad del trabajo familiar y se obtuvieron ventajas económicas superiores.

6. La aplicación de la estadística multivariada a través del MEMI en la matriz de datos generada por la metodología MERS, permitió definir las variables que mejor explican el comportamiento de la resiliencia socioecológica en fincas familiares.

7. Se estimó que la aplicación escalonada de fincas familiares agroecológicas en Cuba mediante la contextualización del modelo planteado a partir de los resultados de la finca Del Medio, la validación con el panel de expertos y el estudio de 15 fincas en transición, puede contribuir, de forma gradual, al logro de la soberanía alimentaria del país, a la sustitución de importaciones, a la conservación de los recursos naturales, a la mitigación y adaptación al cambio climático, al ahorro y aprovechamiento de los recursos endógenos y a la resiliencia socioecológica.

8. Se visualizó la necesidad de la existencia de políticas públicas y mejoras en los cuerpos legislativos que propicien condiciones en los procesos de transformación necesarios para la resiliencia socioecológica de la Agricultura Familiar en Cuba.

## RECOMENDACIONES

1. Continuar con la implementación del modelo de finca familiar agroecológica, manteniendo un seguimiento sobre la extensión de los resultados a otras fincas familiares.
2. Someter a la consideración del Ministerio de la Agricultura y de las diversas organizaciones vinculadas al sector campesino y agroalimentario en general, los resultados de la investigación, con vistas a su extensión.
3. Continuar la divulgación de los resultados mediante la elaboración de un manual apropiado para campesinos y extensionistas; así como artículos, monografías, impartición de conferencias en congresos de la temática, presentaciones en sesiones científicas y cursos de formación, para lograr la consolidación teórico-práctica.
4. Poner a disposición de los diferentes tipos de enseñanzas, los resultados del presente estudio, para su utilización en la formación de pre y posgrado vinculada al sector agropecuario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abreu L. 2011. *Análisis y caracterización del balance energético y financiero de un sistema en conversión agroecológica. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Pastos y Forrajes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Universidad de Matanzas, Cuba.*
2. Adger WN, Dessai S, Goulden M, Hulme M, Lorenzoni I, Nelson DR, Naess LO, Wolf J and Wreford A. 2009. Are there social limits to adaptation to climate change? *Climate Change*, 3(93), pp. 335-354.
3. Altieri MA. 1999. Programas de desarrollo agrícola con base agroecológica. En: MA Altieri, ed. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan–Comunidad, pp. 137-164.
4. Altieri MA. 2002a. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 3(93), pp. 1-24.
5. Altieri MA. 2002b. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En: SJ Sarandón, ed. *Agroecología: El Camino hacia una Agricultura Sustentable*. Buenos Aires: Ediciones Científicas Americanas, pp. 27-34.
6. Altieri MA. 2009. *La paradoja de la agricultura cubana. Reflexiones agroecológicas basadas en una visita reciente a Cuba.* [En línea] Available at: [http://www.ecoportel.net/Temas Especiales/Desarrollo Sustentable/la\\_paradoja\\_de\\_la\\_agricultura\\_cubana\\_reflexiones\\_agroecologicas](http://www.ecoportel.net/Temas Especiales/Desarrollo Sustentable/la_paradoja_de_la_agricultura_cubana_reflexiones_agroecologicas) [Último acceso: 15 Marzo 2014].
7. Altieri MA. 2010. El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. En: MA Altieri, ed. *Vertientes del Pensamiento Agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. Medellín: SOCLA, pp. 69-94.
8. Altieri MA and Funes-Monzote FR. 2012. The paradox of cuban agricultura. *Monthly Review*, 63(8), pp. 23-33.
9. Altieri MA, Koohafkan P y Holt E. 2012. Agricultura verde: fundamentos agroecológicos para diseñar sistemas agrícolas biodiversos, resilientes y productivos. *Agroecología*, 7(1), pp. 7-18.
10. Altieri MA y Nicholls CI. 2007. *Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación.* [En línea] Available at: [http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=457&Id\\_Categoria=1&tipo=portada](http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=457&Id_Categoria=1&tipo=portada). [Último acceso: 12 octubre 2014].
11. Altieri MA y Nicholls CI. 2010. Agroecología: Potenciando la agricultura campesina para revertir el hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo. *Revista de Economía Crítica*, 10, pp. 62-74.



12. Altieri MA y Nicholls CI. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y Consideraciones Metodológicas. En: MA Altieri, CI Nicholls y LR Ríos, eds. *Agroecología y cambio climático: Metodologías para evaluar la resiliencia socio-ecológica en comunidades rurales*. Medellín: SOCLA, pp. 7-20.
13. Altieri MA and Toledo VM. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies*, 38(3), pp. 587-612.
14. Álvares E y Mattar J. 2004. *Política social y reformas estructurales: Cuba a principios del siglo XXI*. Primera ed. La Habana: INIE/CEPAL/PNUD. 349p
15. Astier M, López S, Pérez E y Masera OR. 2002. El Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región Purhepecha, México. En: SJ Sarandón, ed. *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. México: Ediciones Científicas Americanas, pp. 415-430.
16. Astier M, Masera OR y Galván Y. 2008. *Evaluación de sostenibilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. Primera ed. Madrid: Mundiprensa.
17. Baranski M, Srednicka D, Volakakis N, Seal C, Sanderson R, Stewart GB, Benbrook C, Biavati B, Markellou E, Giotis C, Gromadzka J, Rembialkowska E, Skwarlo K, Tahvonen R, Janovska D, Niggli U, Nicot P and Leifert C. 2014. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *British Journal of Nutrition*, 112(5), pp. 794-811.
18. BCC. 2015. Información económica. *Banco Central de Cuba*, 10(19), pp. 1-2.
19. Berkel M y Laate W. 1997. En Ghana, usuarios y fabricantes desarrollan herramientas. *LEISA*, 13(2), pp. 4-5.
20. Blanco D. 2012. *Contribución a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles en Cuba. Tesis presentada en opción del Grado de Master en Pastos y Forrajes, Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*, Universidad de Matanzas, Cuba.
21. Blanco D, Suárez J, Funes-Monzote FR y Fonte L. 2014. Procedimiento integral para contribuir a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 37(3), pp. 284-290.
22. Blandi ML, Gargoloff N, Flores CC y Sarandón SJ. 2009. Análisis de la sustentabilidad de la producción hortícola bajo invernáculo en la zona de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*, 4(2), pp. 1635-1638.
23. Blandi ML, Sarandón SJ y Veiga I. 2011. ¿Es posible evaluar la actitud hacia la conducta sustentable en horticultores de La Plata, Argentina? *Cuadernos de Agroecología*, 6(2), pp. 1-5.

24. Blandi ML, Sarandón SJ y Veiga I. 2013. La "autoeficacia", un atributo de la conducta sustentable, y su relación con un manejo sustentable en horticultores de La Plata, Argentina. *Cuadernos de Agroecología*, 8(2), pp. 1-5.
25. Bockstaller C, Girardin P and van der Werf HM. 1997. Use of agroecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy*, 7, pp. 261-270.
26. Burch S. 2013. Diálogo con Miguel Altieri y Marc Dufumier, Crisis alimentaria y agroecología. *ALAI Latinoamerica en Movimiento. La alternativa agroecológica*, 487, pp. 1-5.
27. Calva A. 1988. *Crisis Agrícola y Alimentaria en México 1982-1986*. Primera ed. D.F. México: Distribuciones Fontamara. 180p.
28. Caporal FR e Costabeber JA. 2000. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, 1(1), pp. 16-37.
29. Caporal FR e Costabeber JA. 2004a. *Agroecologia: alguns conceitos e princípios*. Primera ed. Brasilia: MDA/SAF/DATERIICA. 24p.
30. Caporal FR e Costabeber JA. 2004b. *Agroecologia e Extensão Rural: Contribuições para a promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável*. Primera ed. Brasilia: MDA/SAF/DATER- IICA. 166p.
31. Caporal RF. 2013. Agroecología: ciencia para agriculturas más sostenibles. *ALAI. América Latina en Movimiento*, 487, pp. 6-10.
32. Casal M y Lodeiro I. 2010. Consecuencias de la dependencia del petróleo en la agricultura: efectos previsibles del Peak-oil. *Amasando la realidad. SABC*, 3, pp. 121-122.
33. Casas A y Moreno AI. 2014. Seguridad alimentaria y cambio climático en América Latina. *LEISA Revista de Agroecología*, 30(4), pp. 5-7.
34. Casimiro JA. 2006. *Hacia la agroecología con la familia en la finca. Trabajo presentado en el II Encuentro Nacional del Programa Campesino a Campesino*. Villa Clara, Cuba.
35. Casimiro JA. 2007. *Con la familia en la finca agroecológica*. Primera ed. La Habana, Cuba: CUBASOLAR. 101p.
36. Casimiro JA. 2010a. La familia campesina y la agroecología. En: ANAP, ed. *Revolución Agroecológica. El Movimiento de Campesino a Campesino de la ANAP en Cuba*. La Habana: Asociación Nacional de Agricultores Pequeños, pp. 119-134.
37. Casimiro JA. 2010b. Otros factores para avanzar rápido. En: ANAP, ed. *Revolución Agroecológica. El Movimiento de Campesino a Campesino de la ANAP en Cuba*. La Habana: Asociación Nacional de Agricultores Pequeños, pp. 35-142.
38. Casimiro JA. 2014. *Pensando con la familia en la finca agroecológica*. Primera ed. Medellín: CUBASOLAR. 84p.

39. Casimiro Rodríguez L, Pacheco SM y López R. 2015. La agroecología, ciencia para el desarrollo rural sustentable. Estudio de caso. *Infociencia*, 19(2), pp. 117-128.
40. Casimiro Rodríguez L y Reyes I. 2013. *La exención tributaria como incentivo de producciones agropecuarias ecológicas*. [En línea] Available at: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar40/HTML/Articulo03N.html> [Último acceso: 24 octubre 2014].
41. Ceballo A y Giraldez LM. 2015. Agroecología: un modelo sustentable de vida. *Periódico Granma*, Cuba, 3 Febrero.
42. Celina H y Campo A. 2005. Aproximación al uso del Coeficiente Alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, vol. XXXIV(número 004), pp. 572-580.
43. Cepero L, Martín GJ, Suarez J, Blanco D, Savran V y Sotolongo JA. 2012. Producción de biogás y de bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. En: J Suárez y GJ Martín, edits. *La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural. La experiencia del proyecto internacional BIOMAS-CUBA*. Matanzas, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", pp. 131-142.
44. Chan M y Freyre EF. 2010. *Atando cabos. La agricultura cubana: contratiempos, reajustes y desafíos*. Primera ed. La Habana: OXFAM International. 92p.
45. Chapin FS, Peterson G and Berkes F. 2004. Resilience and vulnerability of northern regions to social and environmental change. *Ambio*, 33(6), pp. 344-349.
46. Chivangulula M, Torres V, Varela M, Morais J, Mário J, Sánchez L y Gabriel R. 2014. Characterization of the livestock production cooperative in the municipality of Caála, Huambo province, Republic of Angola. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48(2), pp. 97-103.
47. CITMA. 2000. *Programa Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía*. Primera ed. La Habana, Cuba: CITMA.
48. Cortés ME, Álvarez MF y González SF. 2009. La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(2), pp. 51-160.
49. CPP. 2014. *Apoyo a la implementación del programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en Cuba*. Primera ed. La Habana, Cuba: Iré Production. 243p.
50. Crona BI y Parker JN. 2012. Learning in support of governance: theories, methods, and a framework to assess how bridging organizations contribute to adaptive resource governance. *Ecology and Society*, 17(1), pp. 32-19.
51. Cronbach LJ. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(1), pp. 1-16.

52. Cruz MC. 2007. ¿Agricultura sostenible? En: A Guzón, ed. *Desarrollo local en Cuba: retos y perspectivas*. La Habana, Cuba: Academia, pp. 193-220.
53. Cruz MC y Cabrera C. 2015. *Permacultura. Familia y sustentabilidad*. Primera ed. La Habana, Cuba: FANJ. 132p.
54. Davis DR. 2009. Declining Fruit and Vegetable Nutrient Composition: What Is the Evidence? *HortScience*, 44(1), pp. 15-19.
55. Dellepiane AV y Sarandón SJ. 2008. Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*, 3(3), pp. 67-78.
56. De Schutter O. 2010. *La agroecología y el derecho a la alimentación*, Roma: ONU. 47p.
57. Douzant D. 2009. Cuba: ¿La vuelta de los campesinos? *Anuario Americanista Europeo*, 6(7), pp. 85-109.
58. Escalera J y Ruiz E. 2011. Resiliencia Socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. *Revista de Antropología Social*, 20, pp. 109-135.
59. ETC. 2009. Who will feed us? Questions for the food and the climate crises negotiators in Rome and Copenhagen. *Communiqué*, 102, pp. 1-34.
60. FAO/BID. 2007. *Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. Primera ed. Santiago de Chile: FAO. 145p.
61. FAO. 2012. *Marco Estratégico de Mediano Plazo de Cooperación de la FAO en Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe 2012-2015*. [En línea] Available at: [http://www.rlc.fao.org/es/publicaciones/marco\\_estrategico\\_cooperacion\\_fao\\_agricultura\\_familiar\\_alc/](http://www.rlc.fao.org/es/publicaciones/marco_estrategico_cooperacion_fao_agricultura_familiar_alc/) [Último acceso: 2 marzo 2015].
62. FAO. 2013. *Resilient Livelihoods Disaster Risk Reduction for Food and Nutrition Security*, Roma: FAO. 48p.
63. FAOSFAT. 2013. *World Food and Agriculture*. [En línea] Available at: <http://faostat.fao.org/> [Último acceso: 7 Febrero 2016].
64. Fernández L, Castiñeiras L, León N, Shagarodsky T y Barrios O. 2012. Doce atributos de la agricultura tradicional campesina cubana. *Agricultura Orgánica*, 18(2), pp. 15-20.
65. Figueroa VM. 2002. Cuba: One experience of rural development. En: VK Ramachandran y M Swaminathan, edits. *Agrarian Studies. Essays on Agrarian Relations in Less-Developed Countries*. New Delhi: TuliKa Books, pp. 445-472.
66. Figueroa VM. 2005. Los campesinos en el proyecto social cubano. *Temas*, 44, pp. 13-25.

67. FMSA. 2001. *Declaración Final del Foro Mundial sobre Soberanía Alimentaria*. [En línea] Available at: [www.fao.org/Regional/Lamerica/ong/cuba/pdf/06apoeng.pdf](http://www.fao.org/Regional/Lamerica/ong/cuba/pdf/06apoeng.pdf) [Último acceso: 10 octubre 2014].
68. Funes F y Funes-Monzote FR. 2001. La agricultura cubana en camino a la sostenibilidad. *LEISA*, 17(1), pp. 21-23.
69. Funes F. 2013. *El enfoque agroecológico en el presente de la agricultura cubana. Taller Nacional de Agroecología*. La Habana, Cuba. Unión de Jóvenes Comunistas, BTJ.
70. Funes-Monzote FR. 2009a. *Agricultura con futuro: La alternativa agroecológica para Cuba*. Primera ed. Matanzas, Cuba: Estación Experimental "Indio Hatuey". 196p.
71. Funes-Monzote FR. 2009b. Agro-ecological indicators (AEIs) for dairy and mixed farming systems classification: Identifying alternatives for the Cuban livestock sector. *Journal of Sustainable Agriculture*, 33(4), pp. 453-452.
72. Funes-Monzote FR, Martín GJ, Suarez J, Blanco D, Reyes F, Cepero L, Rivero JL, Rodríguez E, Savran V, del Valle Y, Cala M, Vigil MC, Sotolongo JA, Boillat S y Sánchez JE, 2011. Evaluación inicial de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 44(4), pp. 445-462.
73. García A, Nova A y Cruz BA. 2014. Despegue del sector agropecuario: condición necesaria para el desarrollo de la economía cubana. En: CEES, ed. *Economía Cubana: transformaciones y desafíos*. La Habana: Ciencias Sociales, pp. 197-260.
74. Gliessman SR. 1998. *Agroecology: ecological processes in Sustainable Agriculture*. First ed. California: Sleeping Bear Press. 357p.
75. Gliessman SR, Rosado-May FJ, Guardarrama C, Jedlicka J, Cohn A, Méndez VE, Cohen R, Trujillo L, Bacon C y Jaffe R. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16(1), pp. 13-23.
76. Gliessman SR. 2014. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. Third ed. California: CRC Press. 405p.
77. Godfray HC, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, Pretty J, Robinson S, Thomas SM and Toulmin C. 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967), pp. 812-818.
78. González de Molina M. 2012. Algunas notas sobre agroecología y política. *Agroecología*, Volumen 6, pp. 9-21.
79. González de Molina M y Caporal FR. 2013. Agroecología y política. ¿Cómo conseguir la sustentabilidad? sobre la necesidad de una agroecología política. *Agroecología*, 8(2), pp. 35-43.
80. González Y. 2008. Instrumento cuidado de comportamiento profesional: validez y confiabilidad. *Chia*, 8(2), pp. 170-182.

81. Gordon J, Wright L y Hobbs J. 2013. Farmer beliefs and concerns about climate change and attitudes toward adaptation and mitigation: evidence of Iowa. *Climatic Change*, 118, pp. 551-563.
82. Goswami DY. 1986. *Alternative Energy in Agriculture*. Primera ed. Boca Ratón, Florida: CRC Press. 187p.
83. Gregory PJ, Ingram JS and Braklaciach M. 2005. Climate change and food security. *Biological Sciences*, 360(1463), pp. 2139-2148.
84. Griffon D. 2008. Estimación de la biodiversidad en agroecología. *Agroecología*, Volumen 3, pp. 25-31.
85. Griffon D. 2009. Evaluación Sistémica de Agroecosistemas: El Índice Agroecológico. *Revista Brasileña de Agroecología*, 4(2), pp. 1881-1885.
86. Guzmán G y Alonso AM. 2007. La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas: Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 16(1), pp. 24-36.
87. Hair JK, Anderson RE, Tatham RL y Black WC. 1999. *Análisis multivariante*. Quinta ed. Madrid: Prentice Hall Iberia. 497p.
88. Hecht SB. 1999. La evolución del pensamiento agroecológico. En: MA Altieri, ed. *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan-Comunidad, pp. 15-30.
89. Henao A. 2013. Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en los andes colombianos. *Agroecología*, 8(1), pp. 85-91.
90. Hermi Zaar M. 2011. Las políticas públicas brasileñas y la agricultura familiar: quince años del Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar (PRONAF). *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, XV(351). [En línea] Available at: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-351.htm> [Último acceso: 17 febrero 2016].
91. Hernández A, Ascanio M, Morales M y Cabrera A. 2015. *Correlación de la nueva versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba con las Clasificaciones Internacionales y Nacionales: una herramienta útil para la Investigación, Docencia y Producción*. Primera ed. La Habana: AGRINFOR. 118p.
92. Hernández A, Pérez J, Bosch D y Rivero L. 1999. *Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. Primera ed. La Habana: AGRINFOR. 124p.
93. Hernández L. 2006. La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. *Cultivos Tropicales*, 27(2), pp. 3-25.
94. Hernández LA. 2010. *Creación y desarrollo de Organizaciones Socialistas de Base Tecnológica para el sector agropecuario incubadas en Instituciones de la Educación*

*Superior Cubana. Tesis presentada en opción del Grado de Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas, Cuba.*

95. Hernández R, Fernández C y Baptista M. 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta ed. México: McGraw-Hill. 554p.
96. Hilbert JA. 2003. *Manual para la producción de biogás*. Instituto de Ingeniería Rural. Primera ed. Morón, Argentina: INTA Castelar. 92p.
97. Horrillo A, Escribano M, Mesias FJ and Elghann A. 2016. Is there a future for organic production in high ecological value ecosystems? *Agricultural Systems*, 143, pp. 114-125.
98. IBM. 2013. *SPSS Statistics. Versión 22 para Windows*. Valencia. España: Business Machines Corp.
99. ICGC. 1978. *Atlas de Cuba*. Primera ed. La Habana: Editorial Felix Varela. 168p.
100. Iglesias J, Machado H y Martín GJ. 2000. Apuntes para un análisis científico-social del sector agropecuario cubano. *Pastos y Forrajes*, 23(3), pp. 1-8.
101. Ikerd J. 2016. *Multifunctional Small Farms: Essential for Agricultural Sustainability and Global Food Sovereignty*. Meta-Colombia. Seminar “Sustainable Tropical Production; a leadership tool for the Orinoquia, Universidad de los Llanos, Colombia.
102. INCA. 2007. *Diseminación del Fitomejoramiento Participativo en Cuba (II Fase): Programa para fortalecer la Innovación Agropecuaria Local (PIAL)*. [En línea] Available at: [http://intranet.inca.edu.cu/Areasfitomejoramiento\\_fitomejoramiento\\_participativo\\_c.htm](http://intranet.inca.edu.cu/Areasfitomejoramiento_fitomejoramiento_participativo_c.htm) [Último acceso: 16 marzo 2015].
103. Instituto de Suelos. 1999. Clasificación genética de los suelos de Cuba, 1999. *Mapa 1: 25 000*, 1(1), p. 24.
104. IPCC. 2007. Summary for Policymakers. In: S Solomon, edit. *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: University Press, pp. 199-221.
105. Kammerbauer J, Córdoba B, Escolán R, Flores S, Ramírez V and Zeledón J. 2001. Identification of development indicators in tropical mountainous regions and some implications for natural resource policy designs: an integrated community case study. *Ecological Economics*, 36(1), pp. 45-60.
106. Kohlmans E. 2006. *Construyendo procesos “de Campesino a Campesino”*. Primera ed. Lima, Perú: PIDAASSA. 154p.
107. Koohafkan P, Altieri MA and Holt E. 2011. Green agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 10(1080), pp. 1-8.
108. Lehtonen M. 2004. The environmental social interface of sustainable development: capabilities, social capital, institutions. *Ecological Economics*, 49(2), pp. 199-214.

109. León TE. 2010. Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción. En: MA Altieri, ed. *Vertientes del Pensamiento Agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. Medellín: SOCLA, p. 45 – 67.
110. León TE. 2014. De la ciencia agroecológica a la agroecología como sistema de agricultura y como movimiento social. En: TE León, ed. *Perspectiva ambiental de la agroecología: La ciencia de los agroecosistemas*. Bogotá: Kimpres Ltda., pp. 283-373.
111. Leyva A y Lores J. 2012. Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad. *Agroecología*, 7, pp. 109-115.
112. López D. 2014. *Metodologías Participativas, agroecología y sostenibilidad rural*. Sevilla, España, CENEAM, 29p.
113. Machado H, Suset A, Martín GJ y Funes-Monzote FR. 2009. Del enfoque reduccionista al enfoque de sistema en la agricultura cubana: un necesario cambio de visión. *Pastos y Forrajes*, 32(3), pp. 215-235.
114. Machín B, Roque AD, Ávila DR y Rosset PM. 2010. *Revolución agroecológica: el Movimiento de Campesino a Campesino de la ANAP en Cuba. Cuando el campesino ve, hace fe*. Primera ed. La Habana: ANAP-Vía Campesina. 176p.
115. Marasas M, Blandi ML, Dubrovsky N y Fernández V. 2014. Transición agroecológica: De sistemas convencionales de producción a sistemas de producción de base ecológica. Características, criterios y estrategias. En: SJ Sarandón y CC Flores, edits. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. La Plata: EDULP, pp. 411-436.
116. Marasas M, De Luca L, Pérez M y Pérez R. 2012. *El camino de la transición agroecológica*. Primera ed. Buenos Aires: INTA. 100p.
117. Márquez M, Valdés N, Ferro E, Paneque I, Rodríguez Y, Chirino E, Gómez LM, Vargas D y Funes-Monzote FR. 2011. Análisis agroenergético de tipologías agrícolas en La Palma. En: H Ríos, D Vargas y FR Funes-Monzote, edits. *Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático*. La Habana: INCA, pp. 105-123.
118. Martinez ME and Rosset PM. 2010. La Vía Campesina: the birth and evolution of a transnational social movement. *Journal of Peasant Studies*, 37(1), pp. 149-175.
119. Martín GJ, Freire M y Rodríguez M. 2015. Seguridad alimentaria e innovación tecnológica, bases del proyecto Co-Innovación. En: M Campos y M Freire, edits. *Co-Innovación y cadenas de valor para la soberanía alimentaria en Cuba. Una experiencia en seis municipios*. Matanzas: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, pp. 13-25.
120. Martín GJ. 2016. *Políticas públicas relacionadas a las Fuentes Renovables de Energía en Cuba. Taller de políticas públicas en relación con el uso de las fuentes renovables de energía*. Matanzas, Cuba, Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey.



121. Martínez J, Jordán H, Torres V, Guevara G, Hernández N, Brunett L, Fontes D, Mazorra C, Lezcano Y and Cubillas N. 2011. Classification of dairy units belonging to the Basic Units of Cooperative Production in Ciego de Avila, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 45(4), pp. 373-382.
122. Medina A, Piloto N y Nogueira D. 2011. Estudio de la construcción de índices integrales para el apoyo al control de gestión empresarial. *ENFOQUE*, Volumen 2, pp. 1-39.
123. Merlet M. 2011. Cambios en la política agraria en Cuba. Redistribución de tierras a gran escala a productores individuales. *AGTER*, 4, pp. 1-22.
124. MINAG. 2013. *Gestión Integral Cooperativa. Guía para formadores y facilitadores*. Primera ed. La Habana: Ministerio de la Agricultura. 65p.
125. MINAG. 2015a. *Balance de uso y tenencia de la tierra*. Tercera ed. La Habana, Cuba: Ministerio de la Agricultura. 22p.
126. MINAG. 2015b. *Taller de Perfeccionamiento de la Formación de Grados Científicos en el Área Agropecuaria*. La Habana, Cuba, Ministerio de la Agricultura.
127. Miranda T, Sánchez T, Lamela L y Álvarez D. 2011. Innovación local participativa ante el cambio climático. En: H Ríos, D Vargas y FR Funes-Monzote, edits. *Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático*. La Habana: INCA, pp. 213-220.
128. Montalba R, García M, Altieri MA, Fonseca F y Vieli L. 2013. Utilización del Índice Holístico de Riesgo (IHR) como medida de resiliencia socioecológica en condiciones de escasez de recursos hídricos. Aplicación en comunidades campesinas e indígenas de la Araucanía, Chile. *Agroecología*, 8(1), pp. 63-70.
129. Moreno S and Fidélis T. 2012. A proposal to explore the role of sustainability indicators in local governance contexts: The case of Palmela, Portugal. *Ecological Indicators*, 23, pp. 608-615.
130. Navarro M, Febles G y Torres V. 2012. Bases conceptuales para la estimación del vigor de las semillas a través de indicadores del crecimiento y el desarrollo inicial. *Pastos y Forrajes*, 35(3), pp. 233-246.
131. Nicholls CI, Altieri MA y Vázquez LL. 2016. Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems. *Journal of Ecosystems & Ecography*, S5(1), pp. 1-8.
132. Nova A. 2001. La agricultura cubana previo a 1959 hasta 1990. En: F Funes, L García, M Bourque y N Pérez, edits. *Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible*. La Habana, Cuba: ACTAF, pp. 1-14.
133. Nova A. 2009. Línea de desarrollo y resultados de la agricultura cubana en los últimos 50 años. *Enfoques*, Volumen 8, pp. 2-50.
134. Nova A. 2010. La agricultura en los últimos 50 años. En: G Estrada, ed. *Ciencuenta años de la economía cubana*. La Habana, Cuba: Ciencias Sociales, pp. 176-273.

135. Nova A. 2013. *Un nuevo escenario, un nuevo modelo agrícola y de gestión económica cubano. Seminario Anual sobre Economía Cubana y Gerencia Empresarial*. La Habana, Cuba: Ciencias Sociales, pp. 84-91.
136. Nova A. 2014. Un nuevo modelo cubano de gestión agrícola. *Temas*, 77, pp. 84-91.
137. Obis T. 1998. *Análisis factorial, discriminante y clúster. Técnicas de investigación*. Primera ed. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, España. 228p.
138. O'Brien K. 2000. Stormy skies ahead for Cuba. *Cicerone*, Volumen 2, pp. 7-9.
139. ONEI. 2015. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. En: ONEI, ed. *Anuario Estadístico de Cuba 2014*. Primera ed. La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información, pp. 223-250.
140. Pearson K. 1900. On the criterion that a given system of deviations from the probable in. *Philosophical Magazine*, 5 (50), pp. 157-175.
141. Pengue WA. 2005. El camino para un Desarrollo Rural Sostenible. *LA TIERRA, periódico de la Federación Agraria Argentina. Suplemento Especial Técnico Económico*, Diciembre, p. 8.
142. Pettengell C. 2010. *Climate Change Adaptation: Enabling people living in poverty to adapt*, Oxford, UK: Oxfam International. 48p.
143. Pimentel DT, Berardi G and Fast S. 1983. *Energy Efficiency of Farming Systems, Organic and Conventional Agriculture*. Primera ed. Estados Unidos: Agriculture Ecosystems and Environment. 97p
144. Pimentel DT, Culliney W and Buttler W. 1989. *Low Input Sustainable Agriculture Using Ecological Management Practices*. Primera ed. Estados Unidos: Agriculture, Ecosystems and Environment. 174p.
145. Pinto MR. 2011. *Medios de vida y cambio climático*. Primera ed. La Paz: LIDEMA. 52p.
146. Ponce I, Nahed J, Parra MR, Fonseca N and Guevara F. 2015. Historical changes in the process of agricultural development in Cuba. *Journal of Cleaner Production*, 96, pp. 77-84.
147. Pretty J. 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1491), pp. 447-465.
148. Pretty J, Toulmin C and Williams S. 2011. Sustainable intensification in African Agriculture. *International Journal of Sustainable Agriculture*, 9, pp. 5-24.
149. Raigón MD. 2014. La alimentación ecológica: cuestión de calidad. *LEISA*, 4(30), pp. 10-12.
150. Requier MD. 2008. Social Costs of Desertification in Africa: The Case of Migration. In: C Lee and T Schaaf, edits. *The future of drylands: International Scientific Conference on Desertification and Drylands Research*. Tunis, Tunisia: Springer, pp. 569-581.

151. Ríos A. 2004. *Mecanización con tracción animal*. Primera ed. La Habana, Cuba: ACTAF. 178p.
152. Ríos A. 2011. *Máquinas agrícolas, tracción animal y labores manuales*. Primera ed. La Habana, Cuba: ACTAF.192p.
153. Ríos A. 2015. *La Agricultura en Cuba*. Primera ed. La Habana: INFOIIMA. 374p.
154. Ríos LA, Salas WA y Espinosa JA. 2013. Resiliencia socioecologica de los agroecosistemas. Mas que una externalidad. En: CI Nicholls, LA Ríos y MA Altieri, eds. *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. Medellín: CYTED, pp. 60-76.
155. Rogé P y Astier M. 2013. Previniéndose para el cambio climático: una metodología participativa. En: CI Nicholls, LA Ríos y MA Altieri, eds. *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. Medellín: CYTED, pp. 124-148.
156. Rodríguez CR. 1963. Cuatro Años de Reforma Agraria. *Cuba Socialista*, 3(21), pp. 1-3.
157. Rodríguez I. 2009. *Evaluación de prácticas agroecológicas establecidas en la finca Del Medio para la recuperación del agroecosistema*. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Agricultura Sostenible, Universidad de Cienfuegos, Cuba.
158. Rodríguez I, Torres V, Martínez O and Domínguez L. 2014. Environmental, socio-economical and technical evaluation of a genetic Enterprise from Mayabeque, Cuba, using the Statistical Model of Impact Measuring (SMIM). *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48(3), pp. 219-226.
159. Rodríguez G, Gil JF y García EJ. 1996. *Metodología de la Investigación cualitativa*. Primera ed. Málaga: Ediciones Aljibes. S. A. 398p.
160. Rosset PM. 2003. Food Sovereignty: Global Rallying Cry of Farmer Movements. *Institute for Food and Development Policy Backgrounder* , 9(4), p. 4.
161. Rosset PM. 2007. Mirando hacia el futuro: La Reforma Agraria y la Soberanía Alimentaria. *AREAS Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 26, pp. 167-182.
162. Rosset PM, Machín B, Roque AM and Ávila DR. 2011. The Campesino-to-Campesino agroecology movement of ANAP in Cuba. *Journal of Peasant Studies*, 38(1), pp. 161-191.
163. Rosset PM and Martinez ME. 2013. Rural Social Movements and Diálogo de Saberes: Territories, Food Sovereignty, and Agroecology. In: F. First, ed. *Food sovereignty: A critical dialogue*. International conference Yale University. New Haven, CN, USA: Food First/ Institute for Food and Development Policy, pp. 1-29.
164. Rosset PM y Bourque M. 2001. Lecciones de la experiencia cubana. En: F Funes, L García, M Bourque y N Pérez, eds. *Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible*. La Habana, Cuba: ACTAF, p. 23.

165. Rosset PM and Martínez ME. 2012. Rural Social Movements and agroecology: context, theory and process. *Ecology and Society*, 17(3), pp. 1-12.
166. Ruiz M, Ruiz J, Torres V and Cach J. 2012. Study of beef meat production systems in a municipality of Hidalgo State, Mexico. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 46 (2), pp. 261-270.
167. Salas WA, Ríos LA y Álvares J. 2011. Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2), pp. 136-142.
168. Sánchez B, Zegbe JA y Rumayor AF. 2012. *Metodología para el diseño, aplicación y análisis de encuestas sobre adopción de tecnología en productores rurales*. Primera ed. Zacatecas: INIFAP. 56p.
169. Sánchez JM y Triana J. 2010. Panorama de la economía, transformaciones en curso y retos perspectivas. En: G Estrada, ed. *Cincuenta años de la Economía Cubana*. La Habana: Ciencias Sociales, pp. 383-423.
170. Sarandón SJ, Flores CC, Gargoloff A y Blandi ML. 2014. Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En: SJ Sarandón y CC Flores, edits. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata, pp. 375-410.
171. Sarandón SJ, Zuluaga MS, Cieza R, Gómez C, Janjetic L y Negrete E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, pp. 19-28.
172. SEMIP. 1989. *Balances Nacionales Energéticos 1965-1990*, D. F. México- Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP).
173. Sevilla E, Ottman G y Molina GD. 2006. Los marcos conceptuales de la Agroecología. En: MA Bezerra y JR Tavares de Lima, edits. *Agroecología: Conceitos e experiências*. Brasil: Bagaco. Recife, Brasil, pp. 101-156.
174. SGCA. 2011. *Agricultura Familiar Agroecológica Campesina en la Comunidad Andina. Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad*. Primera ed. Lima, Perú: Pull Creativo S.R.L. 54p.
175. Smit B and Wandel J. 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), pp. 282-292.
176. Socorro AR y Ojeda R. 2005. *Gestión Agraria. Un Análisis Multidimensional de su sostenibilidad*. Primera ed. La Habana, Cuba: Universo Sur. 96p.
177. Soil Survey Staff. 2003. *Keys to Soil Taxonomy*. Ninth ed. Natural Resources Conservation Service (NRSC) ed. Estados Unidos: United States Department Agriculture (USDA). 230P.
178. Suárez J. 2003. *Modelo general y procedimientos de apoyo a la toma de decisiones para desarrollar la Gestión de la Tecnología y de la Innovación en empresas ganaderas*

*cubanas. Tesis presentada en opción del Grado de Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba.*

179. Suárez J. 2015. Producción integrada de alimentos y energía a escala local en Cuba: bases para un desarrollo sostenible. *Pastos y Forrajes*, 38(1), pp. 3-10.
180. Suárez J y Martín GJ. 2010. Producción de agroenergía a partir de biomasa en sistemas agroforestales integrados: una alternativa para lograr la seguridad alimentaria y la protección ambiental. *Pastos y Forrajes*, 33(3), pp. 1-19.
181. Suárez J, Martín GJ, Cepero L, Blanco D, Sotolongo JA, Savran V, del Rio E and Rivero L. 2014. Local innovation processes in Agroenergy directed at the mitigation and adaptation to climate change in Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48(1), pp. 17-20.
182. Suárez J, Martín GJ, Sotolongo JA y Hernández R. 2012. Impacto de la producción integrada de alimentos y energía. Contribución a la seguridad alimentaria, ambiental y energética. En: J Suárez y GJ Martín, edits. *La Biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural. La experiencia del proyecto internacional BIOMAS-CUBA*. Matanzas, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio hatuey, pp. 196-208.
183. Suárez J, Martín GJ, Sotolongo JA, Rodríguez E, Savran V, Cepero L, Funes-Monzote FR, Rivero JL, Blanco D, Machado R, Martín C y García A. 2011. Experiencias del proyecto BIOMAS-CUBA. Alternativas energéticas a partir de la biomasa en el medio rural cubano. *Pastos y Forrajes*, 34 (4), pp. 473-496.
184. Suset A, Miranda T, Machado H, González E y Nicado O. 2013. El municipio como escenario protagónico de las actuales transformaciones agropecuarias en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 36(1), pp. 116-122.
185. Tittonell P. 2013a. Hacia una intensificación ecológica de la agricultura para la seguridad y soberanía alimentaria mundial. *Ae*, 14, pp. 10-14.
186. Tittonell P. 2013b. Livelihood strategies, resilience and transformability in African. *Agricultural Systems*, 10 (1016), pp. 1-12.
187. Tittonell P, Lahmar R, Bationo BA, Lamso ND y Guero Y. 2012. Tailoring conservation agriculture technologies to West Africa semi-arid zones: Building on traditional local practices for soil restoration. *Field Crops Research*, Volumen 132, pp. 158-167.
188. Toledo VM. 2002. Agroecología, sustentabilidad y reforma agraria: la superioridad de la pequeña producción familiar. *Agroecología y Desarrollo Rural Sustentable*, 3(2), pp. 27-36.
189. Toledo VM. 2012. La agroecología en Latinoamérica: tres revoluciones, una misma transformación. *Agroecología*, Volumen 6, pp. 37-46.
190. Torres V, Cobo R, Sánchez L and Ruez NR. 2013. Statistical tool for measuring the impact of milk production on the local development of a province in Cuba. *Livestock Research for Rural Development*, 25(7), pp. 116-123.

191. Torres V, Ramos N, Lizazo D, Monteagudo F y Noda A. 2008. Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(2), pp. 133-139.
192. Turbay S, Nates B, Jaramillo F, Vélez JJ y Ocampo OL. 2014. Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia. *Investigaciones Geográficas*, 85, pp. 95-112.
193. Ugás R. 2014. La agricultura ecológica nutre mejor al campo y a la ciudad. *LEISA, Revista de Agroecología*, 4(30), pp. 8-9.
194. Urquiza MN. 2003. Integración del programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía a los programas de desarrollo sostenible en Cuba. *Medio Ambiente y Desarrollo. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*, 3(5), pp. 1-7.
195. Valdés J. 2014. El campesinado en la revolución agraria cubana: 1959-2013. En: F Hidalgo, F Houtart y P Lizárraga, edits. *Agricultura campesina en Latinoamérica. Propuestas y desafíos*. Primera ed. Quito, Ecuador: IAEN, pp. 229-252.
196. Valverde J, Vieto R y Pacheco A. 1996. Procesos endógenos y lógica de investigación campesina. *Bosques, Árboles y Comunidades Rurales*, 27, pp. 9-19.
197. van der Ploeg JD. 2008. *The New Peasantries. Struggles for autonomy and sustainability in an era of empire and globalization*. First ed. London: Earthscan. 47p.
198. van der Ploeg JD. 2010. The peasantries of the twenty-first century: the commoditization debate revisited. *Journal of Peasant Studies*, 37(1), pp. 1-30.
199. van der Ploeg JD. 2013. Diez cualidades de la agricultura familiar. *LEISA Revista de Agroecología*, 29(4), pp. 3-6.
200. van der Ploeg JD, Laurent C and Blondeau F. 2009. Farm diversity, classification schemes and multifunctionality. *Journal of Environmental Management*, 90(2), pp. 124-131.
201. Vázquez LL. 2008. Desarrollo de la innovación agroecológica por los campesinos cubanos. *Agricultura Orgánica*, 1(14), pp. 33-36.
202. Vázquez LL. 2010. Agricultores experimentadores en agroecología y transición de la agricultura en Cuba. En: TE León y MA Altieri, edits. *Vertientes del pensamiento agroecológico. Fundamentos y aplicaciones*. Bogotá: SOCLA, pp. 227-246.
203. Vázquez LL. 2013a. Resiliencia de fincas ante afectaciones por organismos nocivos en sistemas agrícolas expuestos a sequía y ciclones tropicales. En: CI Nicholls, LA Ríos y MA Altieri, edits. *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. Medellín: CYTED, pp. 77-93.
204. Vázquez LL, Matienzo Y, Alfonso J, Veitía M, Paredes E y Fernández E. 2012. Contribución al diseño agroecológico de sistemas de producción urbanos y suburbanos para favorecer procesos ecológicos. *Revista Agricultura Organica*, 18(3), pp. 4-18.

205. Vázquez LL. 2013b. 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*, Volumen 8, pp. 33-42.
206. Vázquez LL. 2015. Diseño y manejo agroecológico de sistemas de producción agropecuaria. En: *Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología*. La Habana: Proyecto Tierra Viva, pp. 133-160.
207. Vázquez LL, Matienzo Y y Griffon D. 2014. Diagnóstico participativo de la biodiversidad en fincas en transición agroecológica. *Revista Fitosanidad*, 18 (3), pp. 151-162.
208. Vázquez LL y Martínez H. 2015. Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. *Agroecología*, 10(1), p. 33-47.
209. Velásquez MC. 2011. *Evaluación del estado de sostenibilidad de agroecosistemas*. Primera ed. La Paz: EES-Agroecosistemas. 63p.
210. Vera LM. 2011. *Estudio de indicadores de diversidad y productividad en un proceso de conversión agroecológica. Tesis presentada en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Universidad de Matanzas, Cuba.*
211. Wehbe MB, Mendoza MA, Seiler RA, Vianco AM, Baronio AM y Tonolli AJ. 2015. *Evaluación de la sustentabilidad de sistemas productivos locales: Una propuesta basada en la participación colaborativa y en la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos*, Buenos Aires, Argentina: Brief for GSDR. 7p.
212. Wezel A, Bellon S, Doré T, Francis C, Vallod D and David C. 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. *Agron. Sustain. Dev.*, 29(4), pp. 503-515.
213. Wezel A and Soldat V. 2009. A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(1), pp. 3-18.
214. Wolf J, Alice I and Bell T. 2013. Values, climate change and implications for adaptation: evidence from two communities in Labrador, Canada. *Global Environmental Change*, 23(2), pp. 548-562.
215. Wright J. 2005. *Falta Petróleo! Cuba's experiences in the transformation to a more ecological agriculture and impact on food security*. The Netherlands: Ph.D. thesis, Wageningen University. Holland
216. WRL. 1990. *World Resources 1990-91*. Oxford University Press ed. N.Y. And Oxford: World Resources Institute (WRL). 56p.
217. Zuluaga GP, Ruiz AL y Martínez EC. 2013. Percepciones sobre el cambio climático y estrategias adaptativas de agricultores agroecológicos del Municipio de Marinilla, Colombia. En: CI Nicholls, LA Ríos y MA Altieri, edits. *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. Medellín: CYTED, pp. 43-59.

## ANEXOS

### Anexo 1. Integrantes del panel de expertos encuestado.

1. Ing. Agr. Enrique Murgueitio Restrepo, Ph.D. Director Ejecutivo del CIPAV-Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria-Colombia, una organización no gubernamental con más de 20 años de experiencia en la investigación, capacitación y divulgación de alternativas productivas amigables con la naturaleza destinada a de producción agropecuaria y agroecológica. Miembro de la Red de científicos e investigadores en agroecología en países articulados a SOCLA.
2. Ing. Agr. Fernando Funes Aguilar, Ph.D. en Ciencias Agrícolas, Investigador Titular y Profesor Titular Mixto, Universidad Agrícola de La Habana. Coordinador Nacional del Programa de Agroecología en Cuba, miembro activo de varias organizaciones, entre las que se pueden citar: Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) y Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA); especialista en proyectos de desarrollo agroecológico en varios escenarios del entorno rural en Cuba. Miembro de SOCLA.
3. Ing. Agr. Fernando Rafael Funes Monzote, Ph.D. en Producción Ecológica y Conservación de los Recursos, M.Sc. en Agroecología y Desarrollo Rural Sustentable. Miembro de la Red de científicos e investigadores en agroecología en países articulados a SOCLA, de la cual fue el anterior vicepresidente.
4. Ing. Agr. Giraldo Martín Martín, Ph.D. en Ciencias Agrícolas, Director de La Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, del Ministerio de Educación Superior en Cuba, Investigador Titular y Coordinador del proyecto Internacional BIOMAS-CUBA. Miembro de los Grupos Gubernamentales de Biocombustibles Líquidos y Biomasa Forestal, que asesoran al Estado Cubano.
5. Ing. Agr. Gloria Patricia Zuluaga, Ph.D. Agroecología, Sociología y Desarrollo Rural Sostenible. Investigadora Junior de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Especialista en Desarrollo Rural y Agroecología y en el trabajo con organizaciones de mujeres campesinas. Miembro de la Red de científicos e investigadores en agroecología en países articulados a SOCLA.



6. Ing. Agr. Hilda Machado, Ph.D. en Ciencias Agrícolas, especialista en proyectos de desarrollo local y comunitario sobre bases agroecológicas. Investigadora Titular de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Cuba.
7. Ing. Ind. Jesús Suarez Hernández, Ph.D. en Ciencias Técnicas, M.Sc. en Gestión de la Producción. Investigador Titular de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Cuba. Director Ejecutivo del proyecto internacional BIOMAS-CUBA. Miembro de los Grupos Gubernamentales de Biocombustibles Líquidos y Biomasa Forestal, que asesoran al Estado Cubano.
8. Ing. Agr. José Manuel Zorrilla Ríos, Ph.D. en Filosofía. Profesor Investigador del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, México. Investigador titular pecuario INIFAP. Miembro del Comité Inocuidad Alimentaria del CONASA. Miembro de la Academia Veterinaria Mexicana.
9. Ing. Mecánico José Díaz Untoria, Ph.D. Ciencias Veterinarias. Director del Instituto Nacional de Ciencia Animal. Presidente del Comité del Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. Líder de varios proyectos relacionados con el desarrollo de la producción pecuaria sobre bases agroecológicas.
10. Ing. Agr. Luis Vázquez, Ph.D. Entomología, Experto en Agroecología y Manejo de Plagas, Investigador Titular del Instituto Nacional de Sanidad Vegetal en Cuba. Miembro de la Red de científicos e investigadores en agroecología en países articulados a SOCLA.
11. Ing. Agr. Peter Rosset, Ph.D. en Filosofía y Agroecología. Experto internacionalmente reconocido en la seguridad alimentaria, movimientos campesinos, desarrollo rural y Agroecología. Investigador Senior en el Programa Global Alternativas al CENSA. Investigador de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) en México, Investigador del Centro de Estudios de Cambio Rural en México (CECCAM), co-coordinador de la Red de Tierras de Investigación Acción (LRAN), Visitante Científico de Investigación de la Universidad de Michigan en Ann Arbor, y miembro del personal de la Vía Campesina y de SOCLA.

12. Sandra María Turbay Ceballos, Antropóloga, Ph.D. en Ciencias Sociales (Antropología Social y Etnología), Profesora, Departamento de Antropología, Investigador Asociado y especialista en Ciencias Sociales, Sociología, Antropología y Agroecología de la Universidad de Antioquia, Colombia.
13. Ing. Agr. Santiago J. Sarandón, Ph.D. Investigador Principal de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Profesor Titular de la Cátedra de Agroecología de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Investigador Independiente de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires en torno al desarrollo de la agroecología y la agricultura familiar. Miembro de la Red de científicos e investigadores en agroecología en países articulados a SOCLA.

Anexo 2. Planilla para el diagnóstico de fincas familiares

Fecha \_\_\_\_\_ Año que se evalúa \_\_\_\_\_ Compilador \_\_\_\_\_

**Nombre de la Finca y CCS a la que pertenece:**

Provincia: \_\_\_\_\_

Municipio \_\_\_\_\_

**1. Áreas de la finca (U.M. hectáreas) TOTAL** \_\_\_\_\_

Cultivos		Forestales	
<i>Cultivos anuales</i>		Vegetación natural	
<i>Frutales</i>		Espejo de agua	
Pastos		Instalaciones	
Forrajes		Otros	

**2. Disponibilidad de agua**

Abasto de agua por (representarlo en %):

Acueducto \_\_\_\_\_ Presa \_\_\_\_\_ Río \_\_\_\_\_ Pipa \_\_\_\_\_ Tranque \_\_\_\_\_ Pozo \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_

Infraestructuras de riego:

**3. Fuentes de energía que abastecen el sistema (% estimado):**

Fuente	%
Eléctrica	
Combustibles	
Eólica	
Biogás	
Fotovoltaica	
Otras	

**4. Infraestructura de la finca** (condiciones de la misma: buena (B), regular (R) o mala (M))<sup>27</sup>:

Instalaciones:

Equipos e implementos:

Cercados y vías de acceso (describir perímetro y tipo de cercado y % que representan del total, así como el # de divisiones):

<sup>27</sup> Aclarar entre paréntesis con BC y la fecha, cada infraestructura que forma parte del apoyo del proyecto BIOMAS-Cuba.

**5. Composición y características de la familia que vive en la finca, participen o no en el proceso de producción agropecuaria y de los trabajadores que sí trabajan en ella.**

Nombre	Género	Familia	Edad	Escolaridad	Ocupación	Horas trab.año	Salario al año.

Total de horas de trabajo hombre al año \_\_\_\_\_ Total de horas de trabajo animal al año \_\_\_\_\_

Costo promedio de un jornal (8 horas) \_\_\_\_\_

**6. Producción total de la finca en el año<sup>28</sup>:**

Producción	Unidad de Medida	Cantidad	Precio pagado x U	Destino de la producción				Ingreso/ahorro
				Merc. Estatal	Merc. Agrop.	Consumo familiar o animal	Otra	

**Total de ingresos:**

**Ahorro (consumo familiar y animal, semillas generadas y conservadas en la finca):**

<sup>28</sup> Reflejar también la producción de abonos y alimento animal.

**7. Insumos productivos** (todos los que vienen desde el exterior de la finca, tanto energéticos como alimentarios):

Insumo	U/M	Cantidad	Costo x unidad	Uso	Costo total
Concentrado (pienso)					
Soya					
Bagacillo					
Miel					
Urea					
Forraje					
Antiparasitario					
Antibióticos					
Otros					
Fertilizante Urea					
Fertilizante NPK					
Fertilizante otros					
Herbicida 1					
Herbicida 2					
Herbicida 3					
Plaguicida 1					
Plaguicida 2					
Plaguicida 3					
Diésel	l				
Gasolina	l				
Lubricantes	l				
Electricidad	kWh				
Semillas					

**Alimentos de la familia que se compran**

Alimentos	U/M	Cantidad	Costo Unidad	x	Costo total	Origen (donde lo compra)

**Otros**

Servicios	Costo	Otros	Costo
Alquiler de equipos		Inversiones	
Servicios de herraje, etc.		Amortizaciones	
Mano de obra casual			
Reparaciones			



Anexo 3. Equivalencia energética utilizada para calcular los gastos en insumos directos e indirectos.

<b>Insumos directos</b>	<b>Unidad</b>	<b>MJ/unidad</b>	<b>Insumos indirectos, kg</b>	<b>MJ/unidad</b>
Petróleo	litro	38.7	Fertilizantes (N)	51.5-61.5
Gasolina	litro	3.4	Fertilizantes (P)	1.7-12.6
Fuerza de trabajo humana	h	1.0	Fertilizantes (K)	5.0-11.5
Fuerza de trabajo animal	h	5.9-9.2	Fertilizantes orgánicos	0.3
Electricidad	kWh	3.6	Insecticidas	184

Fuente: Funes-Monzote (2009a).

Anexo 4. Consumo de energía y proteína por día recomendado para la población cubana<sup>29</sup>.

Actividad	Edad	Sexo masculino		Sexo femenino	
		Energía, MJ	Proteína, g	Energía, MJ	Proteína, g
Ligera	18-30	11.2	80	8.7	63
	30-60	10.9	78	8.7	63
	> 60	9.1	65	7.9	56
Moderada	18-30	12.6	90	9.8	71
	30-60	12.3	88	9.8	71
	> 60	10.3	74	8.9	64
Intensa	18-30	14.0	101	10.9	78
	30-60	13.7	98	10.9	78
	> 60	11.4	82	9.8	71
Muy intensa	18-30	15.4	110	12.0	86
	30-60	15.0	108	12.0	86
	> 60	12.6	90	10.8	77

Fuente: Porrata *et al.*, 1996; FAO/WHO/UNU, 1985; citadas ambas por Funes-Monzote (2009a).

<sup>29</sup> Se utilizaron en la investigación los requerimientos nutricionales por persona al año aplicados por el Software Energía 3.1 y según los estudios de Funes-Monzote (2009a): Energía: 4 277,581 Megajoules/año y 25,5 kg/año de proteína (15,3 vegetal y 10,2 animal).



Anexo 5. Productos de origen animal y su contenido en energía y proteína (parte consumible).

Producto animal	Proteína, g/100g	Energía, MJ/kg	Rechazo, %*
Huevo de gallina (44 g)	12.6	6.0	12
Huevo de gansa (144 g)	13.9	7.8	13
Huevo de codorniz (9 g)	13.1	6.6	8
Huevo de pavo (79 g)	13.7	7.2	12
Miel de abeja	0.3	12.7	-
Carne de bovino	20.7	6.5	45
Carne de búfalo	20.4	4.1	47
Carne de carnero	16.7	4.0	55
Carne de cerdo	16.9	11.0	25
Carne de conejo	20.1	5.7	35
Carne de pato	11.5	16.9	27
Carne de pollo	20.9	7.2	27
Leche de búfala	3.8	4.0	-
Leche de cabra	3.6	2.9	-
Leche de vaca	3.2	2.5	-

\* El rechazo se refiere a la parte no consumible.

Fuente: Funes-Monzote (2009a).

Anexo 6. Lista de productos vegetales y su contenido de proteína y energía (parte consumible) utilizado para los cálculos de producción de energía y proteína.

Producto vegetal	Nombre científico	Proteína, g/100 g	Energía, MJ/kg	Rechazo, %*
Aguacate	<i>Persea americana</i>	2.2	5.0	33
Ají rojo	<i>Capsicum annuum</i>	1.0	1.3	18
Ají verde	<i>Capsicum annuum</i>	0.9	0.8	18
Ajo	<i>Allium sativum</i>	6.4	6.2	13
Ajo puerro	<i>Allium porrum</i>	1.5	2.6	56
Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>	17.7	24.0	-
Anón	<i>Annona squamosa</i>	2.1	3.9	45
Arroz	<i>Oriza sativa</i>	6.6	15.1	-
Berenjena	<i>Solanum malongena</i>	1.0	1.0	19
Boniato	<i>Ipomoea batatas</i>	1.6	3.6	28
Calabaza	<i>Cucurbita spp.</i>	1.0	1.1	30
Cebolla (bulbo)	<i>Allium cepa</i>	1.1	1.7	10
Cebollino	<i>Allium schoenoprassum</i>	1.8	1.4	4
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	1.7	3.1	21
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	3.3	14.8	48
Col	<i>Brassica oleracea</i>	1.3	1.0	20
Cowpea	<i>Vigna unguiculata</i>	23.5	14.1	-
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>	2.9	1.0	28
Frijol blanco	<i>Phaseolus vulgaris</i>	23.4	13.9	-
Frijol lima	<i>Phaseolus lunatus</i>	21.5	14.1	-
Frijol mantequilla	<i>Phaseolus vulgaris</i>	22.0	14.4	-
Frijol mungo o chino	<i>Vigna mungo</i>	25.2	14.3	-
Frijol negro	<i>Phaseolus vulgaris</i>	21.3	14.2	-
Gandul	<i>Cajanus cajan</i>	7.2	5.7	52
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	19.3	15.3	-
Girasol (semilla seca)	<i>Helianthus annuus</i>	20.8	24.5	-
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	1.0	2.8	45
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	2.6	2.9	-
Haba	<i>Vicia faba</i>	26.1	14.3	-
Habichuela	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1.8	1.3	12
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	1.4	0.6	36
Limón	<i>Citrus limon</i>	1.1	1.2	47
Maíz (grano seco)	<i>Zea mays</i>	9.4	15.3	-
Maíz (grano tierno)	<i>Zea mays</i>	3.2	3.6	-

Malanga	<i>Colocasia esculenta</i>	1.5	4.7	14
Mamey	<i>Pouteria sapota</i>	1.7	3.6	35
Mango	<i>Mangifera indica</i>	0.5	2.7	31
Maní	<i>Arachis hypogaea</i>	25.8	23.7	-
Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i>	2.2	4.1	48
Melón	<i>Citrullus lanatus</i>	0.6	1.3	48
Millo	<i>Panicum miliaceum</i>	11.0	15.8	-
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	0.9	2.0	27
Ñame	<i>Dioscorea spp.</i>	1.5	4.9	14
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	2.6	2.4	-
Papaya	<i>Carica papaya</i>	0.6	1.6	33
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	0.7	0.7	3
Piña	<i>Ananas comosus</i>	0.5	2.1	49
Plátano fruta	<i>Musa spp.</i>	1.1	3.7	36
Plátano vianda	<i>Musa spp.</i>	1.3	5.1	35
Quimbombó	<i>Abelmoschus esculentus</i>	2.0	1.3	14
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>	0.7	0.7	10
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>	1.8	0.8	8
Soya (grano seco)	<i>Glycine max</i>	36.5	18.7	-
Soya (grano verde)	<i>Glycine max</i>	13.0	6.1	-
Tomate (maduro)	<i>Lycopersicon esculentum</i>	0.9	0.8	9
Tomate (verde)	<i>Lycopersicon esculentum</i>	1.2	1.0	9
Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	0.6	1.3	50
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	1.4	6.7	20
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	0.9	1.7	11

---

\* El rechazo se refiere a la parte no consumible.

Fuente: Funes-Monzote (2009a).

Anexo 7. Multi-implemento agrícola de tracción animal conocido popularmente como JC21A.



  
**REPÚBLICA DE CUBA**

---



La Directora General de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial en uso de sus facultades y de acuerdo con lo establecido en las disposiciones legales vigentes, concede el presente:

**CERTIFICADO DE  
PATENTE DE INVENCION**

(72) Autor (es) o coautor (es):  
**JOSÉ ANTONIO CASIMIRO GONZÁLEZ**

(73) Titular (es):  
*José Antonio Casimiro González, con domicilio legal en calle Pedro María Rodríguez, número 49, Zona del Medio, Taguasco, Sancti-Spiritus, República de Cuba.*

(11) Certificado Nro.: 23849      Concedido por Resolución No. 3576/2008  
(17) Válido hasta el 5 de mayo de 2016.

(54) Título: **ARADO AJUSTABLE MULTIPROPÓSITO DE TRACCIÓN ANIMAL**

Dado en La Habana, a 12 de enero de 2009.

  
M.Sc. María de los Angeles Sánchez Torres  
Directora General  
Oficina Cubana de la Propiedad Industrial

Anexo 8 Sistema de arietes hidráulicos.



Anexo 9 Fertirriego por gravedad.



Anexo 10. Molino a viento instalado en un pozo de brocal diseñado y construido en el margen del embalse de la finca.



Anexo 11. Biodigestores en serie para la producción de biogás y fertilizantes.





Anexo 12. Correlación Lineal de Pearson entre las variables estudiadas en la finca Del Medio.

Correlaciones

		Pp	IUT	Pe	IE	H	IAFRE	IIF	FRE	EE	CEP	EFE	IFT	Rto	RCB	IDIE	Gan
Pp	Correlación de Pearson	1	-,829	,946	,845	-,974	-,536	-,938	-,767	-,813	,994	,999*	,975	,878	,353	,892	-,232
	Sig. (bilateral)		,378	,209	,359	,144	,640	,226	,443	,396	,070	,034	,143	,317	,770	,298	,851
IUT	Correlación de Pearson	-,829	1	-,965	-,402	,682	-,028	,583	,278	,348	-,886	-,857	-,684	-,995	,230	-,487	-,352
	Sig. (bilateral)	,378		,168	,737	,522	,982	,604	,821	,773	,307	,344	,521	,060	,852	,676	,771
Pe	Correlación de Pearson	,946	-,965	1	,627	-,849	-,235	-,775	-,519	-,581	,976	,962	,851	,986	,032	,698	,095
	Sig. (bilateral)	,209	,168		,568	,354	,849	,435	,652	,605	,139	,176	,353	,108	,980	,508	,939
IE	Correlación de Pearson	,845	-,402	,627	1	-,944	-,904	-,978	-,991	-,998*	,781	,816	,943	,487	,798	,995	-,716
	Sig. (bilateral)	,359	,737	,568		,215	,281	,133	,084	,037	,429	,392	,216	,676	,411	,061	,492
H	Correlación de Pearson	-,974	,682	-,849	-,944	1	,712	,992	,892	,923	-,944	-,961	-1,000**	-,749	-,554	-,971	,444
	Sig. (bilateral)	,144	,522	,354	,215		,495	,081	,299	,251	,215	,178	,001	,462	,626	,154	,707
IAFRE	Correlación de Pearson	-,536	-,028	-,235	-,904	,712	1	,796	,953	,927	-,439	-,491	-,711	-,067	-,979	-,860	,945
	Sig. (bilateral)	,640	,982	,849	,281	,495		,414	,197	,244	,710	,673	,497	,957	,130	,341	,211
IIF	Correlación de Pearson	-,938	,583	-,775	-,978	,992	,796	1	,942	,965	-,894	-,918	-,992	-,658	-,656	-,994	,555
	Sig. (bilateral)	,226	,604	,435	,133	,081	,414		,217	,170	,296	,259	,083	,543	,544	,073	,625
FRE	Correlación de Pearson	-,767	,278	-,519	-,991	,892	,953	,942	1	,997*	-,692	-,733	-,891	-,368	-,871	-,974	,801
	Sig. (bilateral)	,443	,821	,652	,084	,299	,197	,217		,047	,514	,477	,300	,760	,327	,145	,408
EE	Correlación de Pearson	-,813	,348	-,581	-,998*	,923	,927	,965	,997*	1	-,744	-,781	-,922	-,436	-,832	-,988	,755
	Sig. (bilateral)	,396	,773	,605	,037	,251	,244	,170	,047		,466	,429	,253	,713	,375	,097	,455
CEP	Correlación de Pearson	,994	-,886	,976	,781	-,944	-,439	-,894	-,692	-,744	1	,998*	,944	,926	,248	,837	-,123
	Sig. (bilateral)	,070	,307	,139	,429	,215	,710	,296	,514	,466		,037	,214	,247	,841	,369	,922
EFE	Correlación de Pearson	,999*	-,857	,962	,816	-,961	-,491	-,918	-,733	-,781	,998*	1	,962	,902	,303	,867	-,180
	Sig. (bilateral)	,034	,344	,176	,392	,178	,673	,259	,477	,429	,037		,177	,284	,804	,332	,885

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

\*\*.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Anexo 12. Correlación Lineal de Pearson entre las variables estudiadas en la finca Del Medio (continuación).

Correlaciones

	Pp	IUT	Pe	IE	H	IAFRE	IIF	FRE	EE	CEP	EFE	IFT	Rto	RCB	IDIE	Gan	
IFT	Correlación de Pearson	,975	-,684	,851	,943	-1,000**	-,711	-,992	-,891	-,922	,944	,962	1	,750	,553	,970	-,443
	Sig. (bilateral)	,143	,521	,353	,216	,001	,497	,083	,300	,253	,214	,177		,460	,627	,155	,708
Rto.	Correlación de Pearson	,878	-,995	,986	,487	-,749	-,067	-,658	-,368	-,436	,926	,902	,750	1	-,137	,568	,261
	Sig. (bilateral)	,317	,060	,108	,676	,462	,957	,543	,760	,713	,247	,284	,460		,913	,616	,832
RCB	Correlación de Pearson	,353	,230	,032	,798	-,554	-,979	-,656	-,871	-,832	,248	,303	,553	-,137	1	,738	-,992
	Sig. (bilateral)	,770	,852	,980	,411	,626	,130	,544	,327	,375	,841	,804	,627	,913		,472	,081
IDIE	Correlación de Pearson	,892	-,487	,698	,995	-,971	-,860	-,994	-,974	-,988	,837	,867	,970	,568	,738	1	-,646
	Sig. (bilateral)	,298	,676	,508	,061	,154	,341	,073	,145	,097	,369	,332	,155	,616	,472		,553
Gan	Correlación de Pearson	-,232	-,352	,095	-,716	,444	,945	,555	,801	,755	-,123	-,180	-,443	,261	-,992	-,646	1
	Sig. (bilateral)	,851	,771	,939	,492	,707	,211	,625	,408	,455	,922	,885	,708	,832	,081	,553	
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

\*\*.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

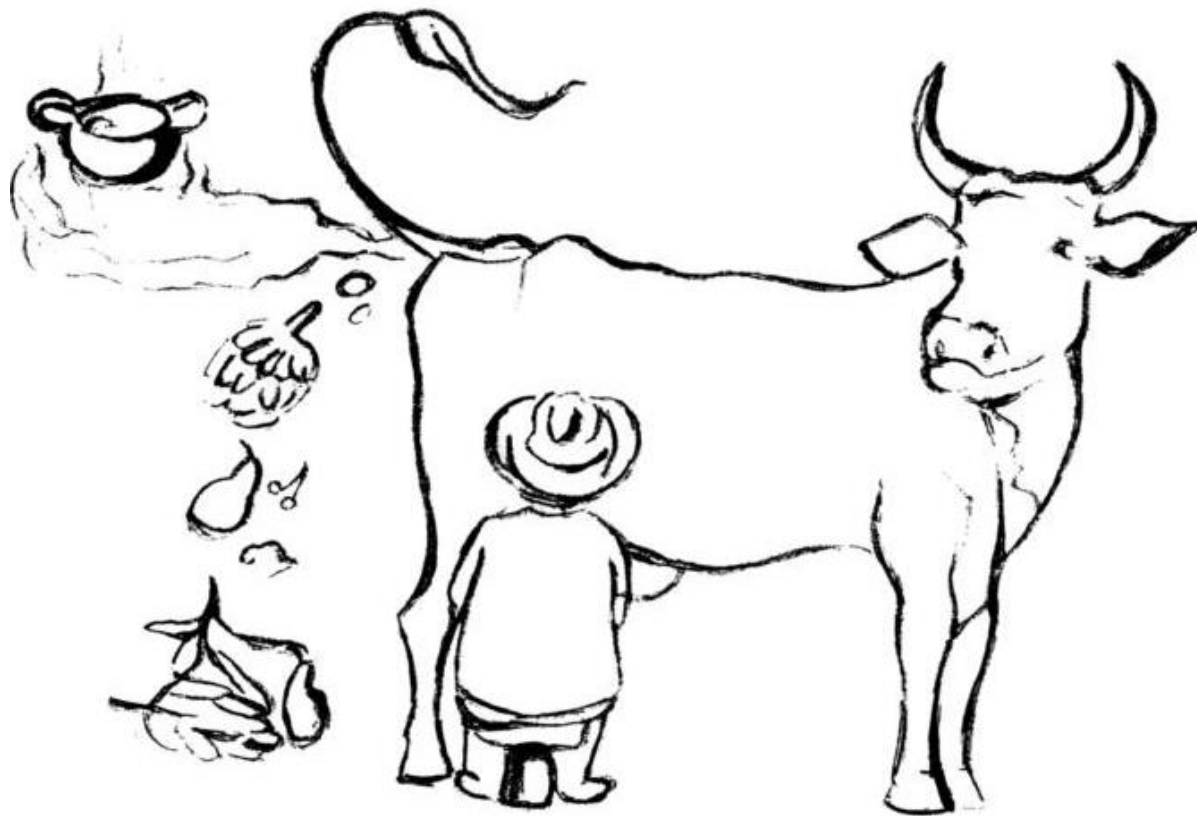
Anexo 13. Transformación del paisaje, momentos en años diferentes, pero en fechas iguales donde el sistema se encontró expuesto a intensas sequías.



Anexo 14. Elaboración de jabón con aceite de coco.



Anexo 15. Ilustración realizada por Chavely Casimiro Rodríguez, artista plástica y miembro de la familia de la finca Del Medio, en honor a las bondades de la vaca. Fuente: Casimiro (2014).



Anexo 16. Tratamiento de las aguas negras y grises del baño.



Conductora  
de aguas  
negras al  
digestor

Aguas grises incorporadas al suelo

Plantas  
agradecidas

20/08/2010

Anexo 17. La familia colaborando en las labores de la finca.



Anexo 18. Familia Casimiro-Rodríguez





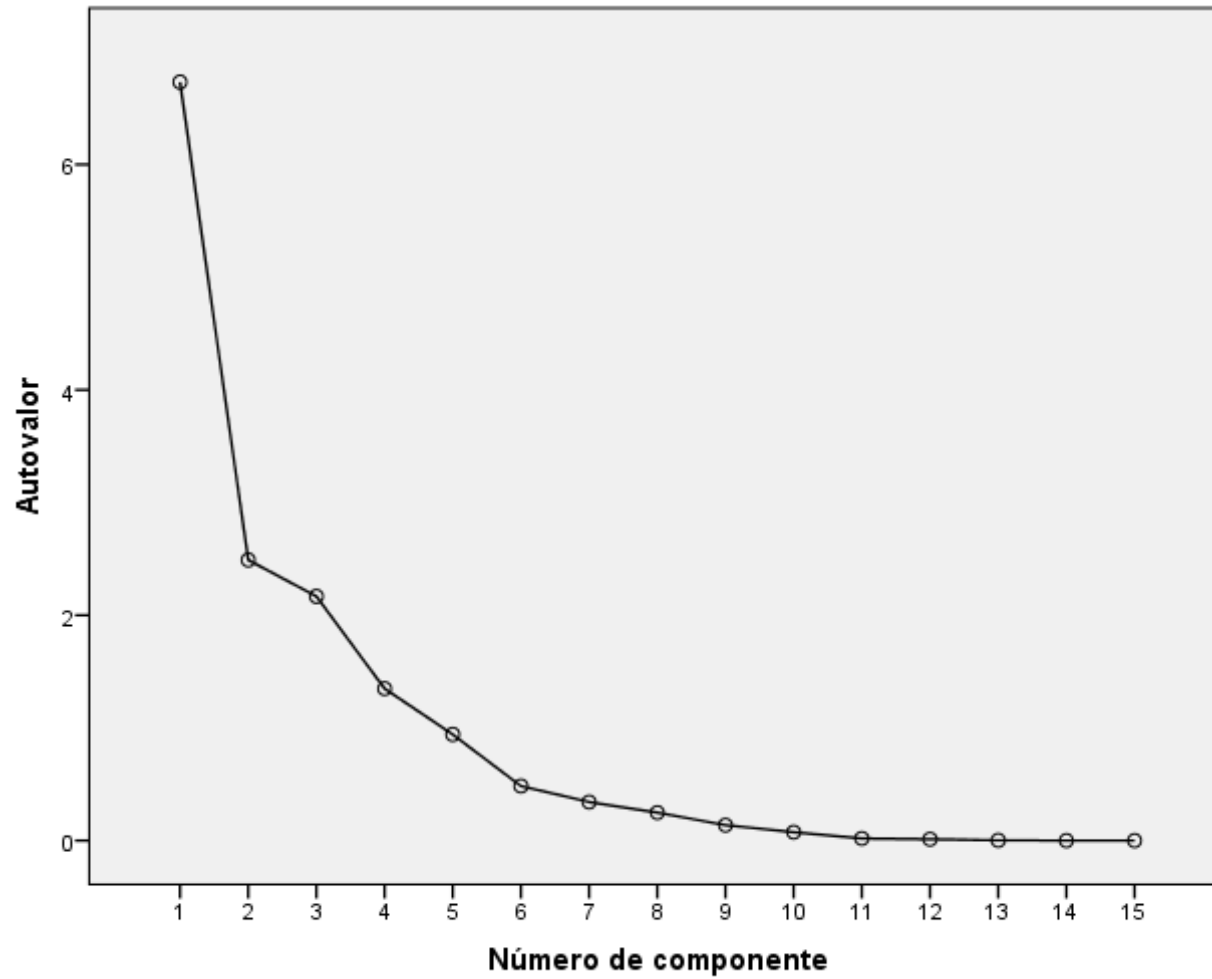
Anexo 19. Comportamiento de los indicadores e índices evaluados para las 15 fincas (año 2015).

Finca	Pp	Pe	AF (%)	IUT	IE (%)	H	IAFRE (%)	IIF (%)	EE	EFE (%)	EF (%)	BE	CEP	RCB	IDIE (%)	SA	ST	SE	EEco	IRS
1	5,3	4,9	65	2,7	85	2,3	0	75,1	0,4	97,7	2,3	0,4	395,9	0,97	80,5	0,66	0,50	0,2	0,2	0,39
2	3,1	2,4	70	1,1	75	2,2	15	74,5	0,7	92,5	7,5	0,6	222,9	1,1	82,7	0,73	0,49	0,2	0,2	0,41
3	17,3	7,5	20	0,21	50	0,8	0	61,72	1,3	93	7	1,2	61,5	1,2	50,6	0,47	0,36	0,32	0,56	0,43
4	7,1	2,8	20	1,6	80	1,4	0	73,7	0,55	91,2	8,8	0,45	145,1	1,23	78,3	0,47	0,38	0,2	0,2	0,31
5	19,4	15,8	60	3,4	75	1,6	5	71,4	0,3	96,5	3,5	0,3	461,9	0,65	75,2	0,73	0,37	0,2	0,42	0,43
6	84,9	34,6	20	0,8	85	0,8	15	80,7	0,13	98,4	1,6	0,11	606,9	0,51	87,4	0,47	0,35	0,2	0,42	0,36
7	26,2	7,5	65	1,5	85	1,5	0	67,2	0,41	97,6	2,4	0,39	123,1	0,26	72,94	0,87	0,44	0,2	0,46	0,49
8	2,6	1,4	80	1,9	40	2,2	15	74,8	1,7	75	25	1,4	67,1	0,66	47,3	0,80	0,58	0,42	0,6	0,60
9	26	17	85	3	60	1,9	0	86,1	1,3	91,4	8,6	1,2	97,2	0,56	47,1	1	0,50	0,32	0,6	0,61
10	8	5,6	80	1,1	60	1,9	15	67,9	0,4	90,9	9,1	0,3	460,8	0,7	81,1	1	0,48	0,2	0,24	0,48
11	19,3	12,3	70	1,6	70	1,7	15	67,4	0,7	94,9	5,1	0,7	161,4	0,37	86,3	0,87	0,42	0,2	0,26	0,44
12	14	8	95	1,5	45	2,1	15	84,5	1,3	79,2	20,8	1,02	95,7	0,4	57,7	1	0,60	0,34	0,62	0,64
13	12,3	6,6	90	1,16	25	2,4	15	89,4	5,9	52	48	4,04	28,1	0,87	19,8	1	0,76	0,71	0,94	0,85
14	4	2,1	60	1,3	70	1,8	20	80	1,02	75,6	24,4	0,69	135,8	0,51	34,7	0,60	0,44	0,30	0,78	0,53
15	12,6	8,3	10	0,4	80	0,1	15	60	0,74	92	8	0,66	171,3	0,57	70,3	0,47	0,24	0,2	0,44	0,34

Anexo 20. Matriz de correlaciones entre los 15 indicadores en estudio.

Correlación	Pp	Pe	AF	IUT	IE	H	IAFRE	IIF	EE	EFE	EF	BE	CEP	RCB	IDIE
Pp	1,000	,946	-,342	-,128	,291	-,423	-,002	,114	-,195	,326	-,326	-,209	,517	-,339	,283
Pe	,946	1,000	-,260	,071	,267	-,385	-,015	,096	-,202	,356	-,356	-,207	,572	-,359	,293
AF	-,342	-,260	1,000	,456	-,524	,876	,206	,587	,382	-,453	,453	,384	-,219	-,308	-,331
IUT	-,128	,071	,456	1,000	,114	,496	-,400	,401	-,131	,142	-,142	-,117	,174	-,138	,049
IE	,291	,267	-,524	,114	1,000	-,421	-,275	-,328	-,793	,813	-,813	-,818	,544	-,088	,756
H	-,423	-,385	,876	,496	-,421	1,000	,082	,754	,370	-,448	,448	,359	-,152	,062	-,272
IAFRE	-,002	-,015	,206	-,400	-,275	,082	1,000	-,065	,217	-,462	,462	,173	,051	-,334	-,151
IIF	,114	,096	,587	,401	-,328	,754	-,065	1,000	,271	-,308	,308	,255	,013	,052	-,258
EE	-,195	-,202	,382	-,131	-,793	,370	,217	,271	1,000	-,896	,896	,994	-,518	,148	-,779
EFE	,326	,356	-,453	,142	,813	-,448	-,462	-,308	-,896	1,000	-1,000	-,873	,531	-,035	,839
EF	-,326	-,356	,453	-,142	-,813	,448	,462	,308	,896	-1,000	1,000	,873	-,531	,035	-,839
BE	-,209	-,207	,384	-,117	-,818	,359	,173	,255	,994	-,873	,873	1,000	-,568	,157	-,790
CEP	,517	,572	-,219	,174	,544	-,152	,051	,013	-,518	,531	-,531	-,568	1,000	-,057	,658
RCB	-,339	-,359	-,308	-,138	-,088	,062	-,334	,052	,148	-,035	,035	,157	-,057	1,000	-,016
IDIE	,283	,293	-,331	,049	,756	-,272	-,151	-,258	-,779	,839	-,839	-,790	,658	-,016	1,000

Anexo 21. Gráfico de sedimentación con la representación de los auto-valores de las diferentes componentes principales.



Anexo 22. Dendrograma resultante del análisis clúster para el agrupamiento de las 15 fincas en función de la RSE.

