



INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Departamento de Fitotecnia

CENTRO UNIVERSITARIO DE GUANTÁNAMO

Facultad Agroforestal de Montaña

**Propuesta metodológica para el desarrollo sostenible de los
agroecosistemas. Contribución al estudio de la agrobiodiversidad**

Estudio de caso: Comunidad “Zaragoza”, La Habana, Cuba

**Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor
en Ciencias Agrícolas**

AUTOR: Ing. Abady Lores Pérez

TUTOR: Dr.C. Angel Leyva Galán

La Habana

2009

Dedicatoria

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, artífices de mi personalidad y valores

A mi esposa, por su perseverancia y amor

A mi hijo Gabriel

A mis amigos

A todos los que creen que un mundo mejor es posible, “...un mundo donde se respeten y conserven los recursos naturales y sean usados con equidad, donde se enseñen los valores sociales y el hombre sea tratado con igualdad, un mundo con seguridad alimentaria, salud y amor...” y cada día trabajan para conseguirlo.

Agradecimientos

AGRADECIMIENTOS

El éxito de este trabajo no corresponde al esfuerzo individual de un hombre, pues ha sido la acción conjunta de pensamientos y sentimientos humanos, de instituciones y de la obra de la revolución, quienes me dieron la oportunidad de explorar nuevas ideas y desarrollar mi potencial como ser humano y como investigador, que han contribuido a mi formación profesional y al logro de esta etapa de mi vida. ¡¡¡A ELLOS VA DIRIGIDA MI GRATITUD!!!.

A mi tutor, Dr.C. Angel Leyva Galán por todo su apoyo en mi formación profesional y los conocimientos aportados, por su amplia visión y no escatimar esfuerzos hasta mostrarme el camino e incursionar en este enigmático y rico campo investigativo aún poco estudiado, por su paciencia, su dedicación y por su apreciada amistad.

A todo el colectivo de trabajadores del INCA, desde el Dr. C. José Roberto Martín Triana quien desde inicio entendió mi tema de investigación y con amplia visión hizo sugerencias de gran importancia para el desarrollo del doctorado, hasta cada uno de los investigadores, especialistas, técnicos, obreros de campo, trabajadores de servicio, que hicieron mi estancia en el inca fructífera y ampliaron mis horizontes profesionales.

A todos los integrantes del departamento de Fitotecnia: técnicos, investigadores y especialistas, por acogerme entre ellos todos estos años y hacerme sentir como un trabajador más de su colectivo, por su estímulo, críticas constructivas y por su contribución a mi formación profesional.

A la dirección municipal de la ANAP y a la cooperativa de créditos y servicios “Paco Cabrera”, particularmente a los 15 productores que accedieron a formar parte de esta investigación.

Debo dar gracias en forma especial a Jorge Medina, Luisa, Selena, Aciel y Caridad, quienes no solo permitieron desarrollar mis ideas en su finca, sino que me acogieron como un miembro más de la familia, por su apoyo emocional y material, por darme y a la vez recibir confianza, por poder contar con ellos en cualquier momento, gracias.

A Yeni y Brayan, por su apoyo incondicional, por compartir momentos gratos y por hacer de mi estancia en el INCA algo placentero e inolvidable.

A mis amigos que han compartido estancias en la casita de Posgrado del INCA y han logrado ser como una familia: Ariel, Deya, Migue, Tania, Eliza, Enio, Lupe, Riera, Laly, Hilda, Gertrudis, Silva, Paneque, Velazco, Lescay, Felipe, Sergio, Pulido, Moiset, Montoya, Lazarito, Alexander, Michel, Yaniuska, Kenia, Yamilet, Guille, Toledo, Reinerio y Gabriel (...)

A mi familia, especialmente a mis padres, hermanos, esposa e hijo, por su amor, paciencia, respaldo y comprensión; por estar siempre presentes y por apoyarme incondicionalmente.

Ruego que me disculpen los que no haya mencionado y que influyeran de alguna forma en el éxito de esta obra. Estoy en deuda literalmente con todos.

A todos ¡¡¡MUCHAS GRACIAS!!!!

Síntesis

SÍNTESIS

En la comunidad “Zaragoza”, San José de Las Lajas, La Habana, se aplicó durante tres años una metodología para el desarrollo de los agroecosistemas, fundamentada en la capacitación, el incremento de la agrobiodiversidad y la introducción de alternativas agroecológicas, con el objetivo de alcanzar un mayor acercamiento a la sostenibilidad. El proceso de investigación incluyó una caracterización general de los agroecosistemas, donde se determinaron los principales problemas que limitan el desarrollo sostenible y una etapa de evaluación de las tendencias de la sostenibilidad en una muestra de 15 agroecosistemas, a partir de 12 indicadores básicos, con un enfoque multidimensional y sistémico. Se consideraron tres niveles de actuación: (a) agroecosistema general de la comunidad, (b) dominios de recomendaciones y (c) un sistema sobresaliente, considerado como estudio de caso. La investigación permitió comprobar la eficiencia de la metodología hacia la sostenibilidad y el papel protagónico del indicador agrobiodiversidad, al presentar una relación estrecha con los restantes indicadores que describen las tendencias de la sostenibilidad. Además, se crearon cuatro índices de agrobiodiversidad que consideran las necesidades humanas, de los animales y del suelo. La integración de todos los resultados, permitió obtener y establecer una nueva Propuesta Metodológica para el Desarrollo Agrario Sostenible (PROMEDAS).

Listado de Acrónimos

ANAP	Asociación Nacional de Agricultores Pequeños
CLADES:	Centro Latinoamericano de Desarrollo Sustentable
GIRA:	Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada
IAVA:	Índice de Biodiversidad para la Alimentación y Conservación del Suelo
ICOM:	Índice de Biodiversidad Complementaria
IDA:	Índice de Diversidad del Agroecosistema
IFE:	Índice de Biodiversidad para la Alimentación Animal
IFER:	Índice de Biodiversidad para la Alimentación Humana
IGS:	Índice General de Sostenibilidad
IICA:	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
MEDEBIVE:	Metodología para el Desarrollo de la Biodiversidad Vegetal
MESMIS:	Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sostenibilidad
MINAG:	Ministerio de la Agricultura
PROMEDAS:	Propuesta Metodológica para el Desarrollo Agrario Sostenible
RIMISP:	Red Internacional de Metodología de Investigación en Sistemas de Producción
VI:	Valor del indicador
VV:	Valor de las variables

Índice

INDICE

	Pag
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. La Agricultura Ecológica. Bases científicas para un desarrollo sostenible	7
2.1.1. Conceptos y teorías de la agricultura ecológica	7
2.1.2. Agricultura Sostenible	8
2.1.3. Desarrollo sostenible en agroecosistemas	9
2.2. Evaluación de la sostenibilidad	11
2.2.1. Indicadores de sostenibilidad	12
2.2.2. Índice de sostenibilidad	13
2.3. Elementos estratégicos para el desarrollo sostenible en agroecosistemas	14
2.3.1. El Diagnóstico y los métodos participativos en la investigación agraria	14
2.3.2. Dominio de recomendaciones	16
2.3.3. Capacitación	17
2.3.4. La biodiversidad y su importancia en los agroecosistemas	17
2.3.4.1. MEDEBIVE Metodología para el desarrollo de la biodiversidad vegetal	19
2.3.4.2. Métodos de evaluación de la biodiversidad. Índices de Diversidad.	20
2.3.5. Alternativas agroecológicas	21
2.3.5.1. Alternativas nutricionales	21
2.3.5.2. Alternativas para el manejo de plagas	22
2.3.5.3. Técnicas de cultivos múltiples	22
2.3.6. El recurso natural suelo	22

2.3.7. El recurso natural agua	23
2.4. La agricultura sostenible en Cuba. Situación actual y Perspectivas	24
2.5. Municipio San José de Las Lajas. Perspectiva de Desarrollo Agrícola	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Ubicación y selección del área de estudio	28
3.2. Marco metodológico	29
3.3. Diagnóstico general	30
3.3.1. Estrategia de diagnóstico	30
3.3.1.1. Recopilación de los datos climáticos	31
3.3.1.2. Análisis de los recursos naturales agua y suelo	31
3.4. Análisis estratégico de los problemas detectados durante el diagnóstico	31
3.5. Propuesta estratégica de desarrollo sostenible de los sistemas agrícolas	32
3.5.1. Desarrollo del programa de capacitación	32
3.5.2. Incremento de la agrobiodiversidad	33
3.5.3. Introducción de alternativas agroecológicas	33
3.6. Profundización en el proceso de investigación	33
3.6.1. Análisis de los sistemas agrícolas utilizando indicadores de sostenibilidad	34
3.6.1.1. Definición y selección de los indicadores de sostenibilidad	34
3.6.1.2. Monitoreo y evaluación	34
3.6.1.2.1. Valor de las variables	35
3.6.1.2.2. Valor de los indicadores	35
3.6.1.2.3. Índice general de sostenibilidad (IGS)	35
3.6.1.3. Interpretación y presentación de resultados	36

3.6.1.4. Niveles de actuación	36
3.6.1.4.1. Dominios de recomendaciones	37
3.6.1.4.2. Estudio de caso	37
3.6.2. Evaluación espacial y temporal de agrobiodiversidad	37
3.6.2.1 Recopilación de la información	38
3.6.2.2. Análisis de la información	38
3.6.2.3. Propuesta de nuevos índices de agrobiodiversidad	39
3.7. Propuesta Metodológica para el Desarrollo Agrario Sostenible (PROMEDAS)	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4. 1. Análisis general del diagnóstico realizado en la comunidad de Zaragoza	40
4.1.1. Caracterización general del área de estudio	40
4.1.1.1. Caracterización sociocultural	41
4.1.1.1.1. Servicios sociales y calidad de vida	41
4.1.1.1.2. Disponibilidad y calidad de la alimentación	43
4.1.1.2. Caracterización agroecológica de los agroecosistemas	45
4.1.1.2.1. Condiciones climáticas de la localidad	45
4.1.1.2.2. Disponibilidad y calidad de agua	46
4.1.1.2.3. Estado del recurso natural suelo	47
4.1.1.2.4. Agrobiodiversidad manejada	47
4.1.1.3. Situación económico-productiva	48
4.1.1.3.1. Tecnologías de producción	50
4.1.2. Análisis estratégico de los problemas detectados durante el diagnóstico	51
4.1.2.1. Jerarquización de los problemas mediante la matriz de Vester	52

4.2. Análisis de la sostenibilidad de los agroecosistemas de la comunidad Zaragoza a través de indicadores básicos.	54
4.2.1. Agrupamiento de los indicadores a partir del comportamiento temporal.	55
4.2.2. Análisis de la sostenibilidad en los diferentes niveles de actuación	56
4.2.2.1. Sostenibilidad del agroecosistema general de la comunidad de Zaragoza.	56
4.2.2.1.1. Comportamiento del índice general de sostenibilidad	59
4.2.2.1.2. Integración de los resultados del Índice de Sostenibilidad por dimensiones	60
4.2.2.2. Análisis de la sostenibilidad por dominios de recomendaciones	61
4.2.2.2.1. Formación de los dominios de recomendaciones	62
4.2.2.2.2. Caracterización de los dominios de recomendaciones	63
4.2.2.2.3. Comportamiento de los indicadores de Sostenibilidad en los dominios de recomendaciones	64
4.2.2.3. Análisis de la sostenibilidad de la finca “La Chivería”. Estudio de caso.	66
4.2.2.3.1. Justificación del estudio de caso	66
4.2.2.3.2. Comportamiento de los indicadores de sostenibilidad en la finca “La Chivería”	67
4.2.2.3.3. Análisis de la sostenibilidad por sus tres dimensiones básicas	68
4.2.2.3.3.1. Sostenibilidad de la dimensión ecológica de la finca “La Chivería”	68
4.2.2.3.3.2. Sostenibilidad de la dimensión económica de la finca “La Chivería”	71
4.2.2.3.3.3. Sostenibilidad de la dimensión social de la finca “La Chivería”	74
4.2.2.3.4. Integración de los resultados	75
4.2.2.4. Consideraciones generales de las tendencias de la sostenibilidad en los tres niveles de actuación.	78

4.3. Estudio de la agrobiodiversidad en la comunidad de Zaragoza. Propuesta de nuevos índices de diversidad	80
4.3.1. Comportamiento espacial y temporal de la agrobiodiversidad	80
4.3.1.1. Riqueza total de especies agrícolas.	80
4.3.1.1.1. Riqueza de especies por agroecosistemas	81
4.3.1.1.2. Riqueza de especies por grupos de cultivos	82
4.3.1.2. Dominancia e importancia de las especies.	84
4.3.1.3. Índice de similitud (S)	85
4.3.1.4. Índices de diversidad de Shannon-Weaner (H')	86
4.3.2. Propuesta de nuevos índices de agrobiodiversidad	87
4.3.2.1. Fundamentación matemática de la nueva propuesta de índices	88
4.3.3.2. Implementación de los nuevos índices de agrobiodiversidad	90
4.4. Propuesta Metodológica para el Desarrollo Agrario Sostenible (PROMEDAS)	94
V. CONCLUSIONES	98
VI. RECOMENDACIONES	100
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
VIII. ANEXOS	122

Introducción

I. INTRODUCCIÓN

En la histórica y difícil tarea de alimentar adecuadamente a los seres humanos, se han conducido numerosos modelos de desarrollo bajo diversas premisas filosóficas, entre las cuales la agricultura moderna o de altos insumos ha sido, sin dudas, la que ha alcanzado los mayores éxitos a escala mundial. Sin embargo, este modelo de producción no ha podido solucionar los problemas alimentarios y socioeconómicos que flagelan a los países menos desarrollados, víctimas del franco deterioro de sus recursos naturales, lo que sugiere un cambio de concepción hacia una agricultura capaz de satisfacer las necesidades crecientes y cambiantes del ser humano y al mismo tiempo, preserve los recursos naturales y restaure paulatinamente los agroecosistemas deteriorados. Tales propósitos pudieran cumplirse promoviendo un acercamiento al desarrollo sostenible en el sector agrario, basado en técnicas agroecológicas, capaces de generar riqueza sostenidamente sin dañar de forma irreparable los recursos naturales (Funes *et al.*, 2001; THREAD, 2005; Rosset, 2006 a).

En las últimas tres décadas ha surgido un interés especial, dentro del movimiento agroecológico mundial, de encontrar metodologías dirigidas a la sostenibilidad de los agroecosistemas, pero la búsqueda del acercamiento necesario hacia el desarrollo agrario sostenible, posee restricciones inherentes a la propia multidimensionalidad (económica, ecológica y sociocultural) del concepto; lo que requiere según Leyva *et al.* (1999), Masera *et al.* (2000) y Sarandón *et al.* (2006), de un abordaje holístico y sistémico, con predominio del concepto multicriterio, de lo cual aún se adolece, faltando investigaciones científicas profundas que expliquen los caminos a seguir en cada región y circunstancia para alcanzar un acercamiento a la sostenibilidad de los agroecosistemas. Además, aunque se han hecho estudios puntuales en algunas regiones del mundo, con aciertos plausibles, destacándose los

trabajos realizados por Leyva (2000), Masera *et al.* (2000), la FAO (2004) y Sarandón *et al.* (2006), los resultados más conocidos parten de escenarios tradicionales y brindaron informaciones muy importantes, pero resultan aun insuficientes para establecer indicadores de mayor eficiencia para los agroecosistemas y adecuarlos a los nuevos retos que impone el desarrollo humano y el progreso de la ciencia y la técnica.

Diferentes organismos y entidades internacionales han dedicado especial atención a la evaluación de las tendencias de la sostenibilidad en agroecosistemas y sobresalen las investigaciones desarrolladas por Masera *et al.* (2000), Sepúlveda *et al.* (2002), Venegas (2004a) y Sarandón *et al.* (2006). En este sentido, se lograron listados de indicadores y propuestas metodológicas como MESMIS (Masera *et al.*, 2000) y BIOGRAMA (Sepúlveda *et al.*, 2002). Estas propuestas tuvieron el objetivo de determinar el estado de los agroecosistemas con un carácter integrador, donde se relacionaron los aspectos sociales, económicos y ambientales del sistema; no obstante, respondieron a intereses y necesidades locales o regionales, sin poder generalizarse. Por otro lado, al no existir indicadores universales que integren todas las circunstancias de las diferentes localidades, se hace imprescindible construirlos y adecuarlos a las condiciones objetivas específicas de cada agroecosistema que proyecte un programa con alcance futurista (Lefroy *et al.*, 2000; Van der Werf & Petit, 2002; Pacini *et al.*, 2003).

En Cuba, los principios agroecológicos comenzaron a aplicarse a escala de investigación desde la década del 70 y se fortalecieron en los años 80, pero no fue hasta la etapa conocida como “Período Especial”, que a raíz de la necesidad de producir en todas las ramas de la economía nacional con menos insumos y mitigar las privaciones alimenticias, se iniciaron diversas transformaciones en el sector agropecuario, con el objetivo de convertir la agricultura en una actividad sostenible (Jiménez, 2007; Funes, 2007; Rodríguez, 2007).

Actualmente se cuenta con la información de diversas investigaciones realizadas en base a los principios de la Agroecología, tanto a nivel de centros experimentales como de escenarios campesinos privados y cooperativos, y estas premisas propugnaron el desarrollo de investigaciones orientadas a la elaboración de metodologías de estudio para un mayor acercamiento al desarrollo agrario sostenible (García *et al.*, 1999; Ojeda, 1999; Funes *et al.*, 2001; Companioni *et al.*, 2002; Funes, 2007). Estos resultados permitieron establecer propuestas de desarrollo integrales, dentro de la visión hacia el cambio en el paradigma agrario cubano, enfocadas al incremento de la agrobiodiversidad y la introducción de alternativas agroecológicas, elementos imprescindibles para disminuir insumos y lograr la sostenibilidad de los agroecosistemas; sin embargo, según Leyva y Pohlan (2005), estas investigaciones por lo general, adolecieron de la participación de los principales actores del proceso productivo y de su capacitación actualizada en los nuevos adelantos de la ciencia y la técnica en el campo agroecológico.

Del análisis realizado se presume, que existe aún carencia de investigaciones donde el agroecosistema sea tenido en cuenta como la base fundamental del estudio, premisa imprescindible para conocer *in situ* la visión de los actores y su comprometimiento con el nuevo enfoque, desde una visión holística del desarrollo agrario sostenible. Por otra parte, la biodiversidad que es considerada como uno de los principios básicos de la agricultura sostenible y el indicador supremo de la estabilidad ecológica de los sistemas agrícolas, según Leyva y Pohlan (2005) y Garrido (2006), no ha sido asumida con el enfoque que tal importancia le confiere, a excepción de algunas investigaciones puntuales dirigidas al conocimiento de la agrobiodiversidad en los sistemas agrarios, desarrolladas por Esquivel (1993), Vegas (1998), Leyva *et al.* (1999) y Castiñeiras *et al.* (2002); por tanto, en Cuba,

las investigaciones relacionadas con la agrobiodiversidad han sido escasas y los sistemas de evaluación empleados se han basado en índices ecológicos tradicionales descritos por Moreno (2001) e indicadores fundamentados en la concepción unidimensional del desarrollo económico.

A partir del análisis hecho se infiere que faltan índices e indicadores suficientes que permitan determinar de forma práctica la distribución de los principales componentes de la agrobiodiversidad, para garantizar la eficiencia económica, ecológica y social de un agroecosistema; además, se adolece de índices referativos del estado de los agroecosistemas, capaces de visualizar el acercamiento necesario a la sostenibilidad en correspondencia con los valores utilitarios de la agrobiodiversidad, en las tres dimensiones principales de la sostenibilidad.

Sobre la base de las afirmaciones anteriores, se propuso la siguiente Hipótesis:

El estudio multidimensional de los agroecosistemas, priorizando el rol de la capacitación, el incremento de la agrobiodiversidad y la introducción de alternativas agroecológicas, permite establecer una metodología para la promoción y evaluación del desarrollo agrario sostenible.

Objetivo General

Establecer una propuesta metodológica funcional y participativa que contribuya a la promoción y evaluación del desarrollo sostenible de los agroecosistemas y al estudio de la agrobiodiversidad.

Objetivos específicos

1. Determinar mediante un Diagnóstico Rural Participativo el estado actual de los agroecosistemas de la comunidad Zaragoza en las tres dimensiones principales de la sostenibilidad (económica, ecológica y sociocultural).
2. Introducir participativamente una propuesta estratégica para el desarrollo agrario sostenible de los agroecosistemas, basado en la capacitación, la introducción de alternativas agroecológicas y el incremento de la agrobiodiversidad.
3. Evaluar las tendencias de la sostenibilidad a través de indicadores básicos en tres niveles de actuación: agroecosistema general de la comunidad de Zaragoza, dominios de recomendaciones y un estudio de caso.
4. Evaluar el comportamiento espacial y temporal de la agrobiodiversidad considerando su impacto socioeconómico y ecológico para la sostenibilidad de los agroecosistemas.
5. Establecer nuevos índices de agrobiodiversidad que permitan determinar el número y distribución de la biodiversidad necesaria en función de sus valores utilitarios y rol agroecológico dentro del escenario productivo.

Novedad Científica

La tesis constituye una guía metodológica para conducir la investigación participativa en el sector agrario como método científico y promover el desarrollo sostenible a partir de acciones encaminadas a la capacitación, la introducción de alternativas agroecológicas y el incremento de la agrobiodiversidad. Se obtiene un conjunto de indicadores para monitorear y evaluar las tendencias de la sostenibilidad, aún no contemplados dentro de los indicadores nacionales; se obtienen y proponen nuevos índices de agrobiodiversidad que determinan el número y distribución de esta, en función de sus valores utilitarios y rol agroecológico dentro del escenario productivo para un mayor acercamiento a la sostenibilidad agraria; por último, se establece una Propuesta Metodológica para el Desarrollo Agrario Sostenible de los agroecosistemas, donde se integran diferentes herramientas de análisis de sistemas y se promueve el desarrollo agrario sostenible con un abordaje holístico y sistémico, con predominio del concepto multicriterio y flexible a los nuevos retos que impone el desarrollo humano y el progreso de la ciencia y la técnica.

Valor práctico

Se pone a disposición de los productores una metodología práctica para el Desarrollo Agrario Sostenible, a través de la cual se promueve el incremento del nivel cognoscitivo para aumentar su capacidad de gestión y así lograr un uso más eficiente de los recursos disponibles en el sistema; adicionalmente, se le proporcionan herramientas para elevar la agrobiodiversidad y utilización de nuevas alternativas agroecológicas, en función de sus necesidades y los recursos disponibles dentro del agroecosistema.

En el trabajo de tesis se recomiendan nuevas vías y métodos para resolver problemas relacionados con la soberanía y seguridad alimentaria, la protección medioambiental y de los recursos naturales; además, se describen y utilizan herramientas necesarias para alcanzar un desarrollo integral de los agroecosistemas sin deteriorar de forma irreparable sus recursos naturales.

Revisión Bibliográfica

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 La Agricultura Ecológica. Bases científicas para un desarrollo sostenible

2.1.1. Conceptos y teorías de la agricultura ecológica

Cada vez que se intenta encontrar una definición de Agroecología, agricultura ecológica y agricultura sostenible, se entra en un laberinto de las más diversas concepciones y enfoques, desde los que se complementan hasta los que se contradicen (Röling y Wagenmakers, 1998; Caballero, 2003).

Según Altieri (1997), el término Agroecología ha llegado a tener muchos significados y algunas corrientes lo han relacionado con tecnologías y enfoques de agricultura más ligados a los procesos ecológicos. Sin embargo, la Agroecología es una ciencia que proporciona normas para comprender la naturaleza de los agroecosistemas y su funcionamiento; igualmente, aporta los principios ecológicos básicos para el estudio, diseño y manejo de los agroecosistemas y que sean al mismo tiempo culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables (Gliessman *et al.*, 2007).

La Agroecología se ha convertido en la disciplina que proporciona los principios ecológicos básicos para administrar a los agroecosistemas con propósitos de superar las afectaciones a los aspectos ecológico-ambientales de la crisis de la agricultura moderna, paralelo a la sostenibilidad de los aspectos económicos, sociales y culturales. Según Altieri (1999) y Gliessman (2000), esta ciencia enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar el agroecosistema como un sistema complejo donde los procesos ecológicos naturales ocurren constantemente: descomposición de la materia orgánica, reciclaje de nutrientes, equilibrio biológico, flujo de energía, balance hídrico, regeneración de recursos naturales entre otros.

A partir de estos principios, se desarrolla la agricultura ecológica, la cual se define como un enfoque de agricultura más ligado al ambiente y más sensible socialmente, centrada no solo en la producción, sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema. Este modelo se fundamenta en los principios agroecológicos y surge de la necesidad de mejorar el funcionamiento de los agroecosistemas y lograr una mayor productividad a largo plazo (Cáceres, 2003; Funes, 2007).

Al referirse a la agricultura ecológica, Selincourt (1996), plantea que esta representa una

forma diferente de enfocar la producción agrícola y se basa en la producción de alimentos sanos, de buena calidad y en cantidades aceptables, respetando el medio ambiente y conservando la fertilidad de la tierra, mediante la utilización óptima de los recursos y sin el empleo de productos químicos de síntesis. En la misma, se utiliza como modelo a la propia naturaleza, de la que se extrae toda la información necesaria para afrontar las circunstancias adversas del ambiente, aprovechándose al máximo su potencial productivo, con la aplicación de los conocimientos científico-técnicos.

Según Caballero (2003) y Altieri *et al.* (2007), en la actualidad existe una gran cantidad de prácticas y tecnologías consideradas agroecológicas y el empleo de estas influye en el equilibrio armónico entre el desarrollo agrario y los componentes del agroecosistema.

2.1.2. Agricultura Sostenible

Paralelo a la agricultura ecológica se ha desarrollado la agricultura sostenible y para definirla se han utilizado diferentes términos. Referente a esta, existen diversas interpretaciones y enfoques; sin embargo, según Pretty (1995) y Altieri, (1996), varios objetivos sociales, económicos y ambientales son comunes a la mayoría de las definiciones: a) producción estable y eficiente de los recursos naturales, b) seguridad y autosuficiencia alimentaria, c) uso de prácticas agroecológicas, d) preservación de la cultura local y de la pequeña propiedad, e) asistencia de los más pobres a través de un proceso de autogestión, f) alto nivel de participación de la comunidad en decidir la dirección de su propio desarrollo y g) conservación y regeneración de los recursos naturales.

La agricultura sostenible es definida por algunos investigadores como productiva y provechosa, conservadora de energía, ambientalmente sana, económicamente viable y conservadora de los recursos naturales, además de proveer mejoras en la salud, calidad alimenticia y seguridad humana (Edwards, 1987; Pretty, 1995, 1998; Thrupp, 1996; Altieri, 1999; Cruz *et al.*, 2001). Además, esta se basa en la correcta toma de decisiones del agricultor sobre los recursos de los sistemas agrícolas: naturales, humanos, de capital y de producción (Müller, 1995; Masera *et al.*, 1999; 2000; Sepúlveda, 2002)

2.1.3. Desarrollo sostenible en agroecosistemas

Partiendo de la definición clásica del desarrollo, el diccionario Larousse (2004) la expone como la mejora cuantitativa y durable de una economía y de su funcionamiento. Por otro lado, el Informe sobre Desarrollo Mundial (Banco Mundial, 1992) lo define como el mejoramiento del nivel de vida, el cual comprende el consumo material, educación, salud y protección del medio ambiente.

Al referirse a Desarrollo Agrícola, Santoyo *et al.* (2000), indican que es un proceso por medio del cual se obtiene una mayor producción comercial con los recursos agropecuarios disponibles y potenciales a través de la expansión de la frontera, diversificación de la producción, cambio tecnológico, incremento de la productividad, cambios en la infraestructura productiva, entre otros; como todo proceso, implica cambios sistemáticos provenientes de un entorno sociocultural.

Por otra parte, al referirse al desarrollo sostenible, Navarro (2003) y Von der Weid (2004) plantean que la definición más aceptada es la que figura en la Comisión Brundtland, la cual define que “El desarrollo sostenible es aquel que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras”

El desarrollo sostenible en los sistemas agrarios, es un poco más específico y se refiere a la transformación de los agroecosistemas a partir de una concepción holística desde el punto de vista socioeconómico y agroecológico, tomando en consideración la participación comunitaria como protagonista del proceso de desarrollo (Villaret, 2002); en la práctica, las acciones enfocadas a alcanzar un desarrollo sostenible en los agroecosistemas abarcan líneas muy diversas que relacionan aspectos tales como la equidad, la independencia de insumos externos, las alternativas tecnológicas, la productividad, la rentabilidad y la estabilidad económica; con aspectos ambientales como la diversidad y el impacto de las técnicas sobre el ambiente (Altieri, 1999; Hernández *et al.*, 2003).

La mayoría de las investigaciones sobre agricultura tradicional sugieren que los sistemas de pequeña escala son sosteniblemente productivos, biológicamente regenerativos, eficientes energéticamente y socialmente justos (Altieri, 2002).

Por otro lado, según lo planteado por RED LEISA (2007), el diseño de sistemas agrícolas sostenibles y ecológicamente responsables está basado en la aplicación de principios ecológicos, tales como:

- Asegurar condiciones de suelo, favorables para el crecimiento de las plantas mediante el reforzamiento de la actividad biológica y el reciclaje de nutrientes en base al manejo del suelo, la vegetación y la materia orgánica.
- Utilizar óptimamente el potencial biológico y genético de plantas y animales.
- Ampliar y fortalecer las interacciones biológicas benéficas y de sinergia, donde se aproveche la biodiversidad y se integren componentes que cumplan variadas funciones ecológicas, económicas y sociales, dentro del sistema.
- Minimizar las pérdidas causadas por plagas mejorando la salud y la capacidad de autorregulación del sistema agrícola.
- Maximizar el uso de la energía no convencional, reducir las pérdidas de agua y maximizar las técnicas para su retención, a través del manejo de la vegetación.

De forma general, los sistemas de producción sostenibles se caracterizan en su mayoría, por mantener prácticas adaptadas al entorno biofísico y una alta diversidad de cultivos; además, tienen su fundamento en la búsqueda de diferentes rentabilidades a lo largo del año, aseguran el autoabastecimiento familiar y disminuyen la dependencia de los insumos externos (Nahed, 2002; Pengue, 2005).

En el mundo se han empleado diferentes herramientas para conducir investigaciones que se traduzcan a un desarrollo sostenible de los sistemas agrarios; sin embargo, Ortiz y Astier (2003) plantean que los sistemas agroecológicos bajo estudio de sostenibilidad debían cumplir los siguientes requisitos: 1) Responder a las necesidades y demandas reales de las comunidades; 2) adaptar las tecnologías a condiciones socioeconómicas y biofísicas de los agricultores y el entorno; 3) mejorar la salud del agroecosistema (suelo, biodiversidad); 4) brindar a las comunidades la capacidad de observar y tomar decisiones y 5) evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas.

Teniendo en cuenta este último requisito, se hace necesario el empleo de diferentes herramientas y metodologías para evaluar de forma integral la sostenibilidad de estos sistemas ya que debe constituir un proceso holístico y multidimensional.

2.2. Evaluación de la sostenibilidad

En los últimos años ha surgido un gran interés en buscar mecanismos que permitan evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrarios y se han conducido diferentes investigaciones, protagonizadas por la FAO, con el objetivo de desarrollar metodologías de evaluación de la sostenibilidad agrícola.

La evaluación de la sostenibilidad de agroecosistemas requiere innovar aspectos complicados en otros más claros, que permitan detectar tendencias en el sistema. En este sentido, se considera la construcción, utilidad y uso de indicadores para evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos (Harold *et al.*, 2006) y se destacan resultados como los avances metodológicos e instrumentales alcanzados por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), relacionados con la evaluación del desarrollo sostenible de la agricultura y del medio rural (Sepúlveda *et al.*, 2002).

Se destaca también, la propuesta agroecológica del CLADES - CET – ITAS, la cual establece un conjunto de indicadores que describen las tendencias de la sostenibilidad a nivel predial, desde la perspectiva del impacto que tienen las prácticas agrícolas sobre el suelo (Venegas, 2004 b); sin embargo, no contempla los demás componentes del sistema.

Actualmente se cuenta con metodologías de distintos tipos y para diferentes propósitos que pretenden sustentarse en procesos participativos. La búsqueda de herramientas y reflexiones para medir la sostenibilidad ha permitido desarrollar procedimientos como el del “barómetro de sostenibilidad”, el cual es una herramienta para la agregación de indicadores (Prescott, 2006). El uso principal es la combinación de indicadores que permitan a sus usuarios arribar a conclusiones a través de un arreglo de la información, que a su vez permite utilizarlos como una herramienta de comunicación.

Uno de los mayores avances en este sentido son los obtenidos por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA) al desarrollar el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS)

el cual constituye una metodología de evaluación que sirve como punto de apoyo para hacer operativo el concepto de sostenibilidad en la búsqueda de un desarrollo económico-social equitativo y ambientalmente sano de las comunidades rurales (Masera *et al.*, 1999; Astier *et al.*, 2002). El MESMIS propone una estructura cíclica y flexible, tiene una orientación práctica y se basa en un enfoque mediante el cual se promueve la discusión y la retroalimentación entre evaluadores y evaluados, permite entender de manera integral las limitaciones y posibilidades para la sostenibilidad de los sistemas de manejo (Figura 1 y 2).

Sin embargo, en la práctica la evaluación de la sostenibilidad se ve afectada por una serie importante de problemas relacionados con la multidimensión del concepto (ecológica, económica, sociocultural). Aunque su definición tiene aceptación universal, es evidente que el aporte con respecto a las herramientas o criterios necesarios para su medición es nulo y muchas metodologías creadas han quedado relegado a la declarativa y no se ha hecho operativo el término; además, existen muy pocos intentos serios para medir la sostenibilidad desde un enfoque integral (Harold *et al.*, 2006).

2.2.1. Indicadores de sostenibilidad

Los indicadores de sostenibilidad se pueden definir como variables que apuntan o dirigen la atención hacia procesos, estados o tendencias asociadas con la sostenibilidad de un sistema. Estos indicadores pueden basarse en las medidas de variables cuantitativas o cualitativas y deben cumplir con la operatividad y funcionalidad del modelo y marco conceptual adoptado, con el nivel de actuación definido y con los objetivos de la evaluación (Sepúlveda *et al.*, 2002; Ribeiro, 2004; Venegas, 2004a).

Tellarini y Caporali (2000) y Brunett *et al.* (2005), plantean que la evaluación de la sostenibilidad mediante enfoques sistémicos que incluyen indicadores ambientales, económicos y sociales, ha recibido atención reciente, dado por su potencial como herramienta de toma de decisiones. En este sentido, el uso de indicadores permite, entre otros aspectos, observar claras tendencias en la sostenibilidad general de los agroecosistemas en el tiempo y fortalecer procesos de capacitación y concientización de sus habitantes en los temas que se detecten (Moreno *et al.*, 2006).

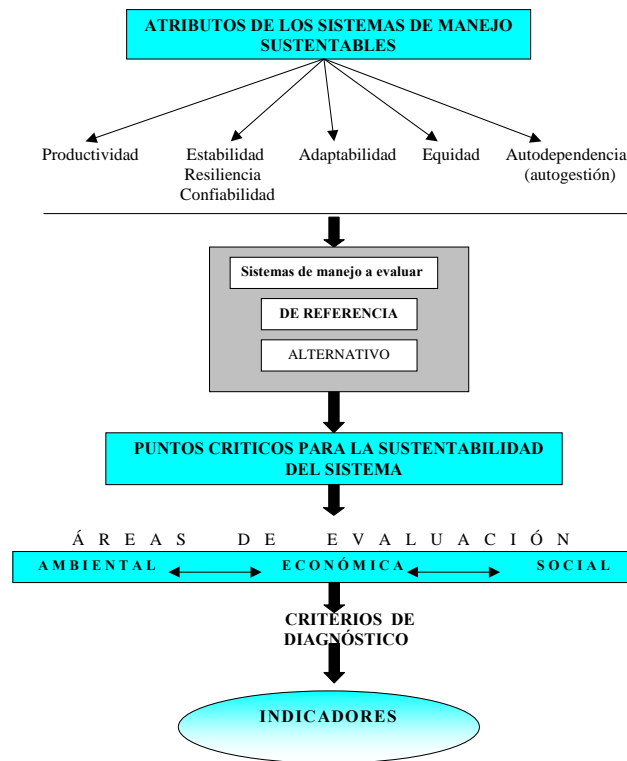


Figura 1. Marco conceptual del desarrollo del MESMIS (Masera et al., 1999)

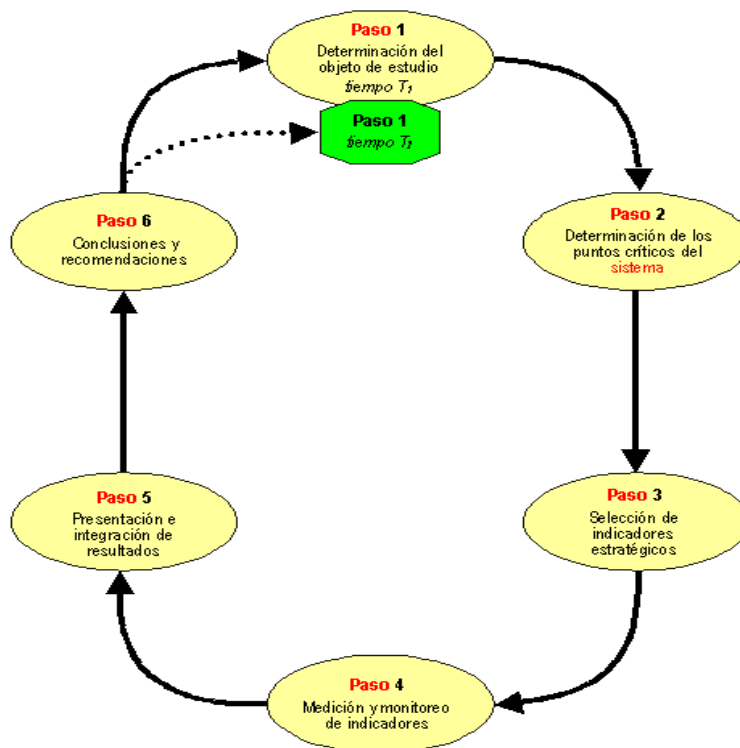


Figura 2. Esquema cíclico del MESMIS (Masera et al., 1999)

Dentro de los diferentes tipos de indicadores creados para evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas, algunos consisten en observaciones o mediciones directas, realizadas a nivel de sistema, por ejemplo: la fertilidad del suelo, salud de las plantas y productividad (Gómez *et al.*, 1996; Masera *et al.*, 1999).

Otros investigadores como Masera *et al.* (1999), Sarandón (2002), Socorro (2002) y Astier y Hollands (2005) proponen listas de indicadores que permiten establecer las tendencias de la sostenibilidad; sin embargo, se enmarcan al nivel predial, desde la perspectiva del impacto que tienen las prácticas agrícolas sobre su base física: materia orgánica, reciclaje, contenido de agua del suelo, regulación biótica, erosión, contaminación del agua y diversidad. (Delgado y Frías, 2003; Venegas, 2004a).

Bajo esta misma línea de pensamiento, Fernández y Fernández (2000), establecen un conjunto de indicadores para evaluar la sostenibilidad en comunidades rurales y sistemas campesinos, los cuales hacen un análisis de las variables fundamentales y lo agrupan en 4 categorías: indicadores de crecimiento económico, de sostenibilidad ambiental, de bienestar social e indicadores organizativos. Más adelante, Sarandón *et al.* (2003) y North y Hewes (2006), definen listas de indicadores, incluyendo referencias a la producción de materia orgánica en el suelo, la fertilidad del suelo, la diversidad de plantas, las ganancias económicas, la diversidad animal y la reforestación.

A pesar de que muchos investigadores han abordado la evaluación de la sustentabilidad, tanto en el ámbito regional como a nivel de sistemas agrarios, en general se coincide en que no existe un conjunto de indicadores universales que puedan ser utilizados para cualquier situación. Por lo tanto, los indicadores utilizados para evaluar la sostenibilidad deben construirse y adaptarse a la situación en análisis y adecuarlos a los objetivos propuestos.

2.2.2. Índice de Sostenibilidad

Los indicadores individuales son apropiados para describir componentes específicos o aspectos particulares del sistema, pero resultan limitados para evaluarlo en conjunto; por lo tanto, hay necesidad de integrar los índices parciales en expresiones más comprensivas de la sostenibilidad. En este contexto, se plantea que la sostenibilidad puede ser evaluada mediante un índice agregado que se obtiene promediando los valores normalizados de los

indicadores seleccionados para el cálculo (Deponti *et al.*, 2002; Sepúlveda *et al.*, 2002; Duarte, 2005; Harold *et al.*, 2006; Zinck *et al.*, 2005). De esta forma, un simple índice agregado puede dar una visión del nivel de sostenibilidad alcanzado por un sistema determinado y describir en forma cuantitativa el comportamiento del sistema como un todo.

En este sentido, Zinck *et al.* (2005) plantean que el grado de desarrollo sostenible puede expresarse en términos de clases de probabilidad tales como fuertemente sostenible (>0.70), débilmente sostenible ($0.59-0.70$) y no sostenible (<0.59).

Por otro lado Sepúlveda *et al.* (2002), desarrollaron una metodología para estimar el desarrollo sostenible de la agricultura y crearon un índice de desarrollo sostenible (S3), el cual permite analizar la evolución de un sistema agrícola a lo largo de la serie temporal y puede establecer al mismo tiempo, un análisis comparativo entre diferentes sistemas para un momento determinado; estos autores consideran a un sistema estable cuando el índice de desarrollo tiene valores de 0.6 a 0.8 y se considera como la situación óptima de 0.8 a 1.

En este contexto, Masera *et al.* (1999), Deponti *et al.* (2002) y Duarte (2005) señalan, que la sostenibilidad debe ser analizada en las tres dimensiones que la componen, calcular un Índice de Sostenibilidad para cada una de ellas y determinar un Índice General de Sostenibilidad (IGS) a partir de la integración de las tres dimensiones de la sostenibilidad, el cual se considera como un valor específico de desempeño.

2.3. Elementos estratégicos para el desarrollo sostenible en agroecosistemas

En la difícil tarea para el tránsito hacia una agricultura con bases verdaderamente sostenibles, donde se persigue el equilibrio entre los aspectos sociales, ambientales y económicos del sistema, se deben considerar un grupo de elementos estratégicos y herramientas participativas que permitan recopilar y analizar las informaciones necesarias para desarrollar con éxito este proceso; en este sentido, Coronel de Renolfi y Ortuño, (2005) plantean que no puede haber acciones eficaces en la agricultura sin un previo conocimiento científico de las realidades agrarias sobre las cuales se piensa trabajar.

2.3.1. El Diagnóstico y los métodos participativos en las investigaciones agrarias

Muchas metodologías dirigidas al acercamiento a la sostenibilidad de los sistemas agrarios incluyen entre los pasos a seguir el Diagnóstico en primera opción, este ha sido la

herramienta más eficiente en los últimos años, para lograr un mayor acercamiento a la problemática que se desea investigar, particularmente en la investigación dentro de las comunidades agrarias.

Estudios integrales en agroecosistemas permitieron recomendar metodologías de trabajo para lograr un mayor acercamiento al desarrollo agrario sostenible (Leyva *et al.*, 1999; Masera *et al.*, 1999; Masera y López-Ridaura 2002; Díaz, 2002), donde se siguen los pasos sistemáticos del diagnóstico, con especiales efectos en el Fitomejoramiento Participativo (Ríos, 2006) y el Extensionismo Agrario (Engel, 2002; FAO, 2002).

Algunos investigadores entre los que se destacan Masera *et al.* (2000), Leyva (2005) y la FAO (2004) recomiendan el Diagnóstico Rural Participativo como una de las metodologías más eficientes, debido a que esta combina varias técnicas para obtener ágilmente la información de los participantes en forma directa, donde los miembros de la comunidad participan como expertos en estudio.

La utilización de métodos participativos en las investigaciones agrarias es una corriente de reciente introducción en la ciencia, pero que ha alcanzado importantes resultados y según Ríos (2006), estos se fundamentan en la participación de los actores en todo el proceso de elaboración y conducción de los proyectos hacia el acercamiento a la sostenibilidad, Gianella y Chávez (2003) enfatizan que su principio fundamental es “aprender haciendo” y su enfoque didáctico, se centra en no dar respuestas, sino en enseñar a descubrirlas.

Se señala que existen más de 700 metodologías participativas en el mundo, en América Latina las más conocidas y utilizadas son: Development Education Leadership Teams (DELTA), Diagnóstico Rural Participativo (DRP), Diagnóstico Rural Rápido (DRR), Investigación Acción Participativa (IAP), Investigación y Extensión en Sistemas Agrarios (IESA), Investigación Participativa Agrícola (IPA), Evaluación Rural Participativa (ERP), Rapid Rural Systems Appraisal (RRSA), Evaluación Rápida de Sistemas de Información y Conocimiento (ERSICA) o “RAAKS” por sus siglas en inglés y Sondeo Rural Participativo (SRP). Estas metodologías se destacan la multidisciplinaridad y el aprendizaje acumulativo. (Chambers y Guijt, 1995; Gianella y Chavez, 2003).

Los métodos participativos permiten a la comunidad analizar los resultados y tomar decisiones, en base a las informaciones que ella misma genera con el diagnóstico, apoderarse del proceso e identificar, analizar y solucionar sus problemas. Estos métodos permiten además, sistematizar y revalorizar la experiencia, los conocimientos locales y contribuir a la adquisición de nuevos conocimientos (Geilfus, 2000).

Las técnicas participativas contribuyen a que los miembros de la comunidad expresen sus problemas, intereses y prioridades y que al mismo tiempo, participen en las diferentes etapas del proceso de desarrollo y control de los recursos (FAO, 2004).

2.3.2. Dominio de recomendaciones

Uno de los principales desafíos que enfrentan los proyectos de desarrollo rural, es tomar en cuenta en el proceso de planificación, los distintos contextos socioeconómicos y ecológicos de los agroecosistemas. No hay sistemas agrarios iguales, tampoco existen dos agricultores cuyas circunstancias sean idénticas y por consiguiente, que tengan necesidades tecnológicas exactamente iguales. Sería un error considerar a los sistemas campesinos como un conjunto homogéneo al que se le puede proponer "paquetes tecnológicos" uniformes. En este sentido, es conveniente buscar y concebir soluciones apropiadas a las condiciones de cada una de las categorías de productores. (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005).

Duarte (2005 b) expresa que el adecuado conocimiento de las circunstancias del productor rural es la base de todo proceso de investigación y transferencia, y las tecnologías que se generen deben ser elaboradas a la medida de dichas circunstancias y de sus limitaciones y posibilidades. Por otra parte, algunos autores plantean que las diferencias físicas, bióticas, socioeconómicas y culturales en una misma región, hacen que aún en pequeñas comunidades rurales, exista una gran heterogeneidad entre las fincas, por lo que la necesidad de generar tecnologías apropiadas a las condiciones del productor conlleva a un análisis científico de los sistemas agrarios por grupos homogéneos o dominios de recomendaciones (Radrizzani, 2000; Osan, 2003; Alonso, 2004; Astier y Hollands, 2005).

Según Byerlee *et.al*, (1980), un dominio de recomendación corresponde a "un grupo de agricultores relativamente homogéneos, con circunstancias similares, para quienes podemos hacer más o menos las mismas recomendaciones". En este sentido, es importante identificar

los diferentes tipos de productores en una zona, sus intereses y las condiciones del entorno que influyen en la toma de decisión hacia cambios futuros (Duarte, 2005 b).

A partir de estos elementos, algunos autores resumen que el análisis científico de los sistemas agrarios por grupos homogéneos o dominios de recomendaciones, permite la formulación de proposiciones adecuadas a las circunstancias reales de los agricultores (Berdegué *et al.*, 1990; Osan, 2003; Alonso, 2004; Astier y Hollands, 2005).

2.3.3. Capacitación

La capacitación es considerada por muchos autores como la esencia del desarrollo agrícola, teniendo en cuenta que los productores necesitan aprender para adoptar con ventaja nuevas tecnologías y cada paso que se de en ese sentido exigirá una interacción comunicativa entre los actores, el sistema y los facilitadores externos (Lacki, 1995; Lozano, 2004).

Por otro lado, la capacitación con métodos participativos en las investigaciones agrarias, constituyen herramientas eficaces para transformar agroecosistemas desequilibrados, mediante tecnologías idóneas. Su principio fundamental se sostiene en la participación de los actores en todo el proceso de conducción de proyectos hacia el acercamiento a la sostenibilidad (Navarro, 2003; Ríos, 2006).

Uno de los métodos eficientes en este proceso son los talleres de capacitación y al referirse a ellos, Castiñeiras *et al.* (2002) y Orellana *et al.* (2007) plantean que permite el intercambio de experiencias en cuanto a prácticas de conservación de semillas y manejo de cultivos, intercambio de semillas entre los agricultores y resaltan la importancia de usar prácticas de manejo en equilibrio con la naturaleza.

2.3.4. La biodiversidad y su importancia en los agroecosistemas

Otro de los aspectos de gran importancia a tener en cuenta en el desarrollo sostenible de agroecosistemas es el manejo de la biodiversidad y hay una gran diversidad de opiniones e interpretaciones de la misma, las cuales dependen en gran medida de la especialización y la filosofía de cada investigador; sin embargo, existen bases conceptuales que son comunes en la mayoría de los criterios.

Según Álvarez (2000) y Souza *et al.* (2001), la biodiversidad constituye el conjunto de todos los organismos vivos que existen en la tierra y su interacción, y es considerada la base del sustento de la vida en el planeta. Por otro lado, Jiménez (2005) afirma que esta representa el más grande recurso almacenado por la naturaleza a través de la civilización humana; sin embargo, su riqueza ha ido disminuyendo a un ritmo acelerado con la contribución del propio hombre.

Existe una biodiversidad natural que es producto de la evolución de las especies y una biodiversidad que es producto del trabajo del hombre durante milenios, la cual se conoce como biodiversidad agrícola o agrobiodiversidad (Brookfield y Stocking, 1999).

La agrobiodiversidad es un concepto que reúne lo relativo a la diversidad biológica para la producción agrícola, este término hace referencia a las plantas y animales que han sido domesticados por el hombre y a los sistemas que junto a ellas se conforma (Souza *et al.*, 2001; Brack, 2005) y la biodiversidad silvestre corresponde a sistemas que existen sin adaptación de las especies por las personas, aunque exista utilización, interacción y explotación de las mismas (Díaz del Cañizo, 2000; Gliessman, 2001).

Algunos autores hacen énfasis en que la biodiversidad se ha ido perdiendo a un ritmo acelerado, lo cual representa el peligro más grave que enfrenta toda la especie humana en su conjunto (Vega, 1998; Álvarez, 2004; Benson, 2004). Según la FAO (2005), las estimaciones para los próximos decenios en cuanto a las pérdidas de la biodiversidad varían entre el 2 y el 25 % de todas las especies y se cree que algunas pueden llegar a extinguirse.

El fenómeno de la pérdida de la biodiversidad se ha hecho más evidente en las plantas de interés alimentario, a tal punto que de las 10 000 especies de plantas utilizadas para la producción de alimentos en el pasado, apenas 150 garantizan la alimentación de la población mundial (Alvarez, 2004; Benson, 2004).

Entre las principales causas de la pérdida de la biodiversidad, se encuentran la especialización de los sistemas agrarios con los respectivos monocultivos, las prácticas agrícolas inadecuadas y el deterioro medioambiental. Actualmente extensas áreas se dedican a cuatro especies vegetales principales; los mega cultivos -trigo, maíz, arroz y papa, estos proporcionan más de la mitad de las calorías de origen vegetal que se consumen

mundialmente, mientras solo una docena de especies pecuarias proporcionan el 90 % de las proteínas de origen animal (Vernooy, 2003; Diouf, 2005). En este sentido, Rosset (2006 b) expresó que sólo 72 especies comestibles son disfrutadas en la alimentación humana.

Sin embargo, la importancia de la agrobiodiversidad no se reduce solo al uso directo que le da el hombre para la alimentación, Altieri *et al.* (2007) asevera, que esta constituye un indicador del buen funcionamiento de los agroecosistemas. Por otro lado, Altieri y Nichols (2007) y Guazzelli *et al.* (2007), resaltan que los sistemas agrarios diversificados desarrollan propiedades ecológicas que aumentan su capacidad de autorregulación y las posibilidades de mantener el equilibrio por las múltiples relaciones entre sus componentes bióticos y abióticos.

La importancia de la biodiversidad agrícola dentro del agroecosistema se basa en que: constituye uno de los principios fundamentales de la Agricultura Sostenible, satisface necesidades alimentarias y espirituales del hombre, para la alimentación de los animales y para el recurso suelo y proporciona seguridad de mercado, autoabastecimiento y protección de los recursos naturales. (Leyva y Pohlan, 2005; Leyva y Muñoz, 2007)

2.3.4.1 MEDEBIVE. Metodología para el desarrollo de la biodiversidad vegetal

La importancia del incremento de la diversidad en los sistemas agrarios ha salido a relucir de múltiples formas, en Cuba, el caso mas importante lo constituye la propuesta metodológica *MEDEBIVE*, creada para el desarrollo de la biodiversidad vegetal en los sistemas agrarios (Leyva, 2003). Esta propuesta se fundamenta en el análisis de los agroecosistemas, utiliza los conceptos de la investigación participativa y se compone de las siguientes etapas: (i) trabajo exploratorio para caracterizar la región (económica, ecológica y sociocultural), (ii) diagnóstico específico de los diferentes escenarios productivos, (iii) profundización en la Investigación Participativa, (iv) estrategia para el Desarrollo Agropecuario Sostenible y (v) concertación con todos los actores del Desarrollo Agropecuario Sostenible. El enfoque de esta metodología está dirigido a la diversificación vegetal y constituye un complemento enriquecedor de los esfuerzos dirigidos a una visión transformadora hacia el desarrollo sostenible.

2.3.4.2. Métodos de evaluación de la biodiversidad. Índices de Diversidad

La diversidad sigue siendo el tema central de la ecología y las medidas de esta frecuentemente aparecen como indicadores del buen funcionamiento de los ecosistemas; sin embargo, la biodiversidad es un concepto impreciso y equívoco para cuyo cálculo no existe unidad de medida universal ni puede considerarse un único atributo y según Moreno (2001) y Garrido (2006), los índices en sí mismos no son más que herramientas matemáticas para describir y comparar la diversidad de especies.

Existen diversos índices para medir la diversidad, muy distintos unos de otros y que permiten evaluar distintos aspectos, como son el número de especies, riqueza de especies, la dominancia en la abundancia relativa de algunas especies, la equidad en la abundancia relativa entre todas las especies, o bien agregando en un solo índice, información sobre la riqueza específica y equidad de un sitio (Halffter, 2001; Moreno, 2001; Margalef, 2002).

Los índices ecológicos pueden describir cualquier comunidad sin estar sujetos a la forma de distribución que ella adopte y las razones entre el número de especies y los “valores de importancia” de los individuos (número, biomasa, productividad, etc.) se designan como índices de la diversidad de especies (Odum, 1986).

Los índices clásicos utilizados históricamente por los ecólogos son los siguientes: (i) índices de Diversidad de Shannon-Weaner (H'), (ii) índice de Riqueza de Margalef (R_{Mg}), (iii) índice de Equitatividad de Pielou (J') y (iv) índice de Dominancia de Simpson (DSp) según Magurran (1989); Moreno (2001) y Margalef, (2002)

Índice de Diversidad de Shannon-Weaner (H'): Aplicable a cualquier tipo de comunidad; es un buen indicador de los ecosistemas y las variaciones registradas para un mismo lugar en dos tiempos diferentes, asume que todas las especies son representadas en la muestra y su valor se encuentra entre 1.5 y 3.5, sobrepasando difícilmente el valor de 4.5.

Según Venegas (2004b), el índice de Diversidad de Shannon-Weaner (H') relaciona la riqueza de especies y la abundancia de sus poblaciones referidas al total de la muestra, como una estimación del total global, imposible de determinar con exactitud.

Índice de Riqueza de Margalef (R_{Mg}). Este índice proporciona una visión instantánea y comprensiva de la riqueza de especies.

Índice de Equitatividad de Pielou (J): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor oscila entre 0 y 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Índice de Dominancia de Simpson (*DSp*). Es un parámetro inverso al concepto de uniformidad donde toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

Índices de similitud (S): Expresan el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas.

Estos índices fueron creados para evaluar comunidades de especies en ecosistemas no intervenidos, para determinar de forma general la estabilidad ecológica del sistema y, aunque han sido ampliamente utilizados en diferentes investigaciones agrícolas, existe la necesidad de crear nuevos índices que se ajusten a las condiciones y objetivos funcionales de los agroecosistemas, con un enfoque de sostenibilidad.

2.3.5. Alternativas agroecológicas

Las alternativas agroecológicas constituyen opciones ecológicas para la sustitución de tecnologías agrarias convencionales ya sea por falta de recursos, insumos o inconveniencia, contrariedades sociales, ecológicas o económicas. Estas deben centrarse en el uso eficiente de los recursos locales con el objetivo de mejorar el funcionamiento de los agroecosistemas y garantizar no solo la productividad económica sino la sostenibilidad ecológica del sistema (Altieri *et al.*, 2007; Funes, 2007 y Cáceres, 2003). Las más conocidas son las alternativas nutricionales, alternativas para el control de plagas, abonos verdes, plantas repelentes y las alternativas de manejo de cultivos o técnicas de cultivos múltiples.

2.3.5.1. Alternativas Nutricionales

Estas técnicas no sustituyen totalmente el papel de los fertilizantes minerales, pero juegan un importante rol en la estabilidad ecológica del sistema, principalmente en la restauración de las propiedades biológicas y físico-químicas del suelo. Domínguez *et al.* (2005) y Janzen (2006) expresan que entre estas se destaca la materia orgánica, la cual al mineralizarse mejora la disponibilidad de nutrientes para los cultivos, según lo expresado por Manuel-Navarrete *et. al* (2005) y Janzen (2006). Para una producción agrícola sostenible se deben

contemplar las alternativas nutricionales como acciones necesarias para que el suelo mantenga o mejore su condición y capacidad para el desarrollo sostenido de los cultivos.

2.3.5.2. Alternativas para el manejo de plagas

A la luz de los nuevos acontecimientos que perfilan las investigaciones hacia una agricultura menos contaminante del medio, a partir del conocimiento ancestral y científico, es posible contar con soluciones locales ecológicas de manejo que eviten el daño económico de plagas. Los centros de investigación de la agricultura, en conjunto con la ANAP y las universidades, han desarrollado proyectos enfocados a fortalecer el manejo agroecológico de sistemas agrícolas, y la adopción de estas prácticas ha disminuido las afectaciones de plagas agrarias para los agricultores cubanos (Vázquez, 2004; 2007).

En Cuba, según Pérez (2003) y Delgado *et al.* (2007), se protege cerca de un millón de hectáreas con la aplicación de medios biológicos, de los cinco millones de hectáreas dedicadas a la agricultura, cubriendo un amplio rango de cultivos. La utilización de plantas con efecto insecticida, nematocida, rodenticida, fungicida y herbicida, así como algunos que inhiben los daños por los virus, se ha incluido con buenos resultados.

2.3.5.3. Técnicas de cultivos múltiples

Leyva y Pohlan (2005) expresan que los policultivos constituyen sistemas que hacen un uso eficiente de los factores de crecimiento, luz, agua y nutrientes; del espacio y el tiempo disponible, para intensificar la producción agrícola. Por otro lado, Moron (2004) y Domínguez *et al.*(2005) hacen referencia a que la rotación de cultivos y los cultivos intercalados constituyen prácticas que ejercen una marcada influencia sobre el funcionamiento del suelo y el comportamiento de los cultivos; además, según Peter (2008), el funcionamiento de estos sistemas condiciona las relaciones suelo-plantas-animales, lográndose un manejo eficiente de las plagas.

2.3.6. El recurso natural suelo

Existen evidencias de la relación directa entre la reducción de la productividad y la pérdida de la calidad y salud del suelo, es por ello que para el logro de una producción sostenible, se deben contemplar las acciones necesarias para que el suelo pueda mantener o mejorar su condición y capacidad de facilitar el desarrollo de los cultivos (Janzen, 2006).

Leyva *et al.* (2002) y Bautista *et al.* (2004) resaltan que el suelo es uno de los principales indicadores para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrarios. Este planteamiento coincide con otros autores que hacen énfasis, que determinar y monitorear la calidad del suelo es indispensable para conocer si un sistema de manejo es sostenible en el tiempo (Astier-Calderón *et al.*, 2002; Domínguez *et al.*, 2005; Espinoza y Malpica, 2006).

Por otro lado, Espinoza y Malpica (2006) expresan que la evaluación sobre el estado de salud y calidad del suelo permite revelar los puntos críticos que se deben ajustar en un sistema de producción para lograr un manejo sostenible de los recursos. Esta evaluación se realiza para conocer la fertilidad del suelo y desarrollar criterios acerca de su conservación.

2.3.7. El recurso natural agua

El agua es el recurso más importante de la Tierra, sin él no hay vida; cada vez es más apreciado, tanto por su función ecológica como por su uso doméstico, industrial o agrícola, lo cual pone de relieve el papel fundamental que tiene el agua en la supervivencia humana y el desarrollo sostenible.

La aparente abundancia del agua en el mundo ha dado la impresión, de que se trataba de un bien inagotable y aunque el 70 % de la superficie mundial está cubierta por agua, solamente el 2.5 % del agua disponible es dulce, de esta, casi el 70 % está congelado en los glaciares y menos del 1 % está disponible para el consumo (Matsuura, 2002; Ramírez, 2008). Estos elementos evidencian que también se trata de un recurso con limitaciones y su escasez la sitúa, según Chirinos *et al.* (2008) y Ramírez (2008), como prioridad vital y debe conciliarse con el desarrollo sostenible de las actividades humanas.

Por otra parte, Ceyes (2003) y Méndez y Guerra (2007) hacen referencia a la calidad sanitaria del agua para usos domésticos y agrícolas, y plantean que es uno de los aspectos a tener en cuenta en los problemas que afectan el medio ambiente, Ceyes (2003) y Orellana (2008) afirman que este es un fenómeno que ha ido empeorando en los últimos años producto a la contaminación causada por los efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las prácticas del uso del suelo, lo cual reduce notablemente la disponibilidad de agua utilizable.

Ramírez (2008) plantea que el sector agrícola es el mayor consumidor de agua con el 65%, no sólo porque la superficie irrigada en el mundo ha tenido que quintuplicarse sino porque no se cuenta con un sistema de riego eficiente, razón principal que provoca que las pérdidas se tornen monumentales. Por tanto, se debe aumentar al máximo el uso productivo del agua almacenada en el suelo, evitando el escurrimiento y mejorando la infiltración de las precipitaciones.

De forma general, el agua constituye un indicador de gran importancia para la sostenibilidad de los sistemas agrarios, su análisis debe estar en función de la disponibilidad y la calidad, en este sentido, Gliessman *et al.* (2007) expresan que el sistema debe disponer de agua potable para el consumo humano y agua apta para el riego de cultivos, en cantidad y calidad necesarias para lograr el desarrollo sostenible.

2.4. La agricultura sostenible en Cuba. Situación actual y perspectivas

Históricamente en Cuba ha existido un sentimiento proteccionista hacia la naturaleza, lo cual se cumple principalmente en casi todos los escenarios tradicionales de la agricultura familiar, dirigida básicamente al autoabastecimiento. Pero con los favorables cambios sociopolíticos ocurridos en el año 1959, se iniciaron nuevos programas de investigación, se crearon nuevos centros científicos que paulatinamente se retroalimentaron de las tecnologías importadas de los países mas desarrollados, basadas en la agricultura de altos insumos, lo que propició el incremento de la producción de alimentos pero al mismo tiempo desequilibrio ecológico, por el uso excesivo de agrotóxicos (Leyva y Pohlan, 2005).

A partir de la década del 90 y como consecuencia de los nuevos acontecimientos internacionales que estrangulaban la economía del país, se crearon las condiciones para emprender el camino hacia soluciones autárquicas en base a los recursos disponibles, lo que multiplicó la búsqueda de nuevos caminos dentro del sector agrario, emergiendo así innumerables soluciones en el sector mucho más armónicas con el medio ambiente y que han estado dirigidas básicamente a convertir la agricultura en una actividad sostenible (Delgado *et al.*, 2007; Funes, 2007).

Sin embargo, para lograr tales objetivos la agricultura cubana ha tenido que enfrentar grandes retos en su entorno natural, ya que el 76 % de todas las áreas agrícolas presentaban

suelos poco productivo, el 14.9 % estaban afectados por la salinidad y el 31 % tenían bajo contenido de materia orgánica. A esto se añade la aparición de nuevas plagas y enfermedades en los animales y cultivos de importancia económica, con altas letalidad y virulencia (Rosset y Altieri, 1995; Delgado *et al.*, 2007). Para contrarrestar estos efectos, el trabajo se enmarcó en cinco direcciones fundamentales enfocadas a: (1) soluciones ecológicas para el manejo de plagas; (2) tecnologías de manejo en sistemas de cultivos y animales; (3) técnicas ecológicas para el laboreo y la conservación del suelo; (4) programas basados en los principios de la agricultura orgánica y (5) divulgación, capacitación e investigación. (Rosset y Altieri, 1995; Delgado *et al.*, 2007; Jiménez, 2007).

Para la materialización de las nuevas propuestas de desarrollo agrario dirigidas a restringir el uso de plaguicidas, se crearon 276 centros de producción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) y tres plantas industriales que prestaban servicios a los productores agrícolas del país. Ya en el año 2003, se protegían cerca de un millón de hectáreas con la aplicación de medios biológicos de los cinco millones de hectáreas dedicadas a la agricultura, cubriendo un amplio rango de cultivos (Pérez, 2003). Además, la utilización de plantas con efecto insecticida, nematicida, rodenticida, fungicida y herbicida, así como algunos que inhiben el ataque de los virus, se ha incluido paulatinamente en el manejo de plagas con buenos resultados (Delgado *et al.*, 2007).

Por otro lado, el uso y manejo del recurso suelo y la valoración por parte del estado cubano, hace que ocupe un lugar importante para el desarrollo social del país, por lo que se cuenta con un programa nacional de conservación y mejoramiento de suelos que involucra a actores, decisores y facilitadores, todos en función de detener la degradación de los suelos y desarrollar un proceso de rehabilitación y saneamiento ambiental, en beneficio de la sociedad, según Alfonso y Monedero (2004) y Delgado *et al.* (2007).

Otro aspecto importante para la sostenibilidad agrícola y la seguridad alimentaria tuvo lugar a inicios de la década del 90 con el surgimiento del fuerte movimiento de agricultura urbana, a través del cual miles de familias producen sus alimentos mediante métodos ecológicos a través de organopónicos, huertos intensivos, parcelas y patios, fincas suburbanas, autoabastecimientos de empresas y organismos, cultivos domésticos y otros, según plantean Rosset y Altieri (1995), Funes (2007) y Machado (2006).

El rápido tránsito hacia una agricultura sostenible llevó a las universidades cubanas a desarrollar cursos y actividades para formar y actualizar a sus graduados en una orientación agroecológica, sustituyendo la enseñanza en tecnologías de altos insumos. Además, a lo largo del país se desarrolló un sistema integral que incluyó modificaciones en el plan de estudio, cursos, entrenamientos periódicos, diplomados, maestrías y doctorados sobre Agroecología y Agricultura Sostenible (Prieto, 2004; Machado, 2006). Por otra parte, la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) desarrolló programas agroecológicos que propiciaron un impulso a sus respectivas cooperativas y organismos de base, donde resulta destacada la metodología campesino a campesino con un perfil altamente participativo (Muñoz, 2004; Delgado *et al.*, 2007; Funes, 2006; Jiménez, 2007).

Altieri (1994) y Perfecto (1994) calificaron el proceso agrícola cubano como un experimento nacional de conversión orgánica, que no sólo oferta una oportunidad única para llevar a cabo una tecnología apropiada a gran escala, sino también el desarrollo de una agricultura sostenible

No obstante a los avances logrados y los esfuerzos realizados, existe carencia de sostenibilidad, aún cuando la dimensión social está favorecida por un sistema político consecuente y se trabaja por un mayor accionar participativo, que deberá influir de forma directa en una mayor sostenibilidad en el tiempo; pero las restantes dimensiones adolecen de un grado de satisfacción deseado (Pohlan, 2000; Leyva, 2004; Rodríguez, 2007).

2.5. Municipio San José de Las Lajas. Perspectivas de Desarrollo Agrícola

El municipio San José de Las Lajas tiene una superficie de 595,93 Km² (59593 ha) que representa el 10,4 % del área de la provincia y el segundo municipio en extensión territorial. El 76% es suelo de fondo agrícola, del cual el 54 % es cultivable y el resto es no cultivable y un 13 % de áreas forestales (ONE, 2005; Enciclopedia Encarta, 2006). Su base económica descansa principalmente en el sector industrial con el 76,5 % del producto interno bruto (PIB), seguido por el sector agropecuario, con un 20,3 %. Este último abarca el 85 % de la infraestructura del municipio (Luna *et al.*, 2001; ONE, 2006 a).

El municipio constituye un importante enclave industrial, pecuario y científico, favorecido por su vinculación a las principales vías de comunicación de la capital con el interior del

territorio, las formas productivas que caracterizan a la comunidad en San José de las Lajas, contribuyen directa e indirectamente a la identidad cultural de la localidad logrando una coherencia entre las prácticas sociales y productivas (Martínez, 2008).

Entre sus principales producciones agroalimentarias se destaca la leche, aunque en la década del 90 se afectó sensiblemente la masa ganadera, pero los niveles de recuperación fueron aumentando paulatinamente y en el 2003 la producción fue de 1 586 358 litros (Martínez, 2008). Otros indicadores de la seguridad agroalimentaria del municipio lo constituyen la producción de huevos, la porcina y la de cultivos alimenticios tales como granos, leguminosas, hortalizas, frutales y raíces y tubérculos (PDGP, 2008).

Actualmente las políticas agrarias se focalizan en gran medida en el aumento de la producción y la diversificación del mercado con el objetivo de promover en el sector agrícola un desarrollo sostenible en camino hacia la soberanía alimentaria. Para ello se fortalecieron las acciones del “Frente Agrícola”, lo cual, paralelo a otros programas de desarrollo como el proyecto internacional de fitomejoramiento participativo, el proyecto de colaboración Cuba-Venezuela o “núcleo de desarrollo endógeno (NUDE)”, integran los resultados de sus acciones objetivas, de su impacto en la productividad y diversidad de la producción agraria en el municipio, para propiciar el desarrollo agrario sostenible.

Material y Métodos

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y selección del área de estudio

La investigación se desarrolló en la comunidad Zaragoza y áreas aledañas correspondientes a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Paco Cabrera”, la cual pertenece al municipio San José de Las Lajas, provincia La Habana y está ubicada en el km. 45 de la carretera central, exactamente en los 22° 56'9.81" de Latitud Norte y 82°2'7.49" de Longitud Oeste, (Google Earth, 2008). Sus características socio-culturales y organizativas se corresponden con la media de las predominantes en el municipio San José de Las Lajas. Para el estudio se seleccionaron 15 agroecosistemas distribuidos como se muestra en el mapa (Figura 3).

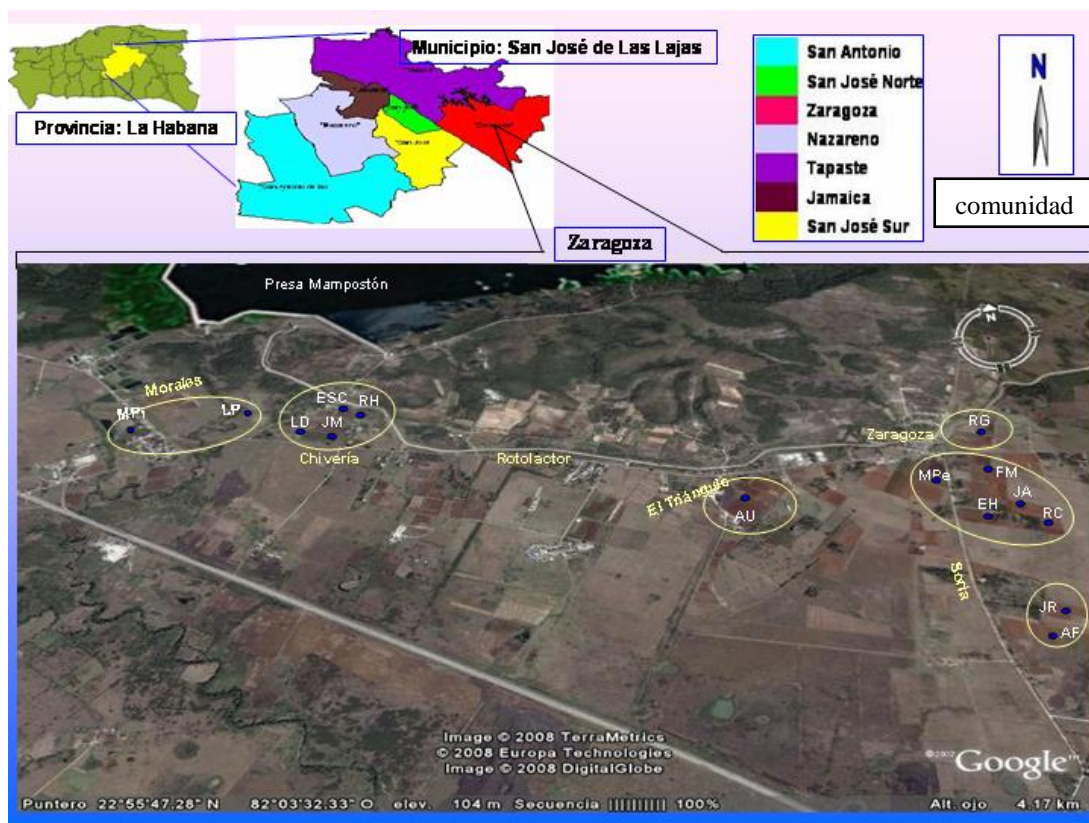


Figura 3. Ubicación y distribución espacial del área de estudio (Google Earth, 2008)

La selección del área de estudio se realizó a través de un taller en la Dirección de la Agricultura Municipal, donde intervinieron 6 decisores de la agricultura del municipio, 3 investigadores del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas y 3 extensionistas del territorio.

Se adoptaron como principales criterios de selección: (i) antecedentes históricos de la agricultura en la zona, (ii) planes de desarrollo y proyecciones futuras, (iii) vías de acceso y (iv) tipicidad con respecto a la media de las comunidades del municipio.

Para la selección de los agroecosistemas y del tamaño de muestra, se realizó un taller donde participaron: el 75% de los actores directos del desarrollo agrícola en la zona, tres decisores de la agricultura del municipio San José de Las Lajas y tres facilitadores del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Se consideraron como aspectos básicos para la selección: (i) circunstancias contrastantes, (ii) representatividad de toda el área de estudio y (iii) disposición de los actores para participar en la investigación. De esta forma se seleccionaron 15 fincas tradicionales de producción agraria mixtas que representan el 17 % del total de actores directos en la comunidad (Anexo 1)

3.2. Marco metodológico

La metodología de estudio se fundamentó en los principios de la Investigación-Acción-Participativa y se diseñó a partir de la integración de métodos de análisis multicriterios y herramientas para el estudio y evaluación de la sostenibilidad, propuesta por la bibliografía especializada (Masera *et al.*, 2000; Sepúlveda, 2002; FAO, 2004; Venegas, 2004a).

El esquema general de la metodología de investigación se elaboró sobre la base de la propuesta metodológica *MEDEVIVE* (Leyva, 2003), ajustado específicamente a los objetivos de la investigación y estuvo conformado por tres etapas fundamentales (Figura 4).

Etapas 1: Se realizó un diagnóstico general que permitió hacer una valoración del agroecosistema en las dimensiones ecológica, económica y sociocultural; además, se definieron y analizaron participativamente los principales problemas que limitan el desarrollo agrario sostenible del área de estudio.

Etapas 2: Se definió e implementó una propuesta estratégica para el desarrollo sostenible de los agroecosistemas analizados, basada en la capacitación, el incremento de la agrobiodiversidad y la introducción de alternativas agroecológicas.

Etapas 3: En esta etapa se profundizó en dos aspectos fundamentales del proceso de investigación: Primeramente, un análisis general de la sostenibilidad de los agroecosistemas a través de indicadores estratégicos, este estudio se desarrolló en tres niveles de actuación:

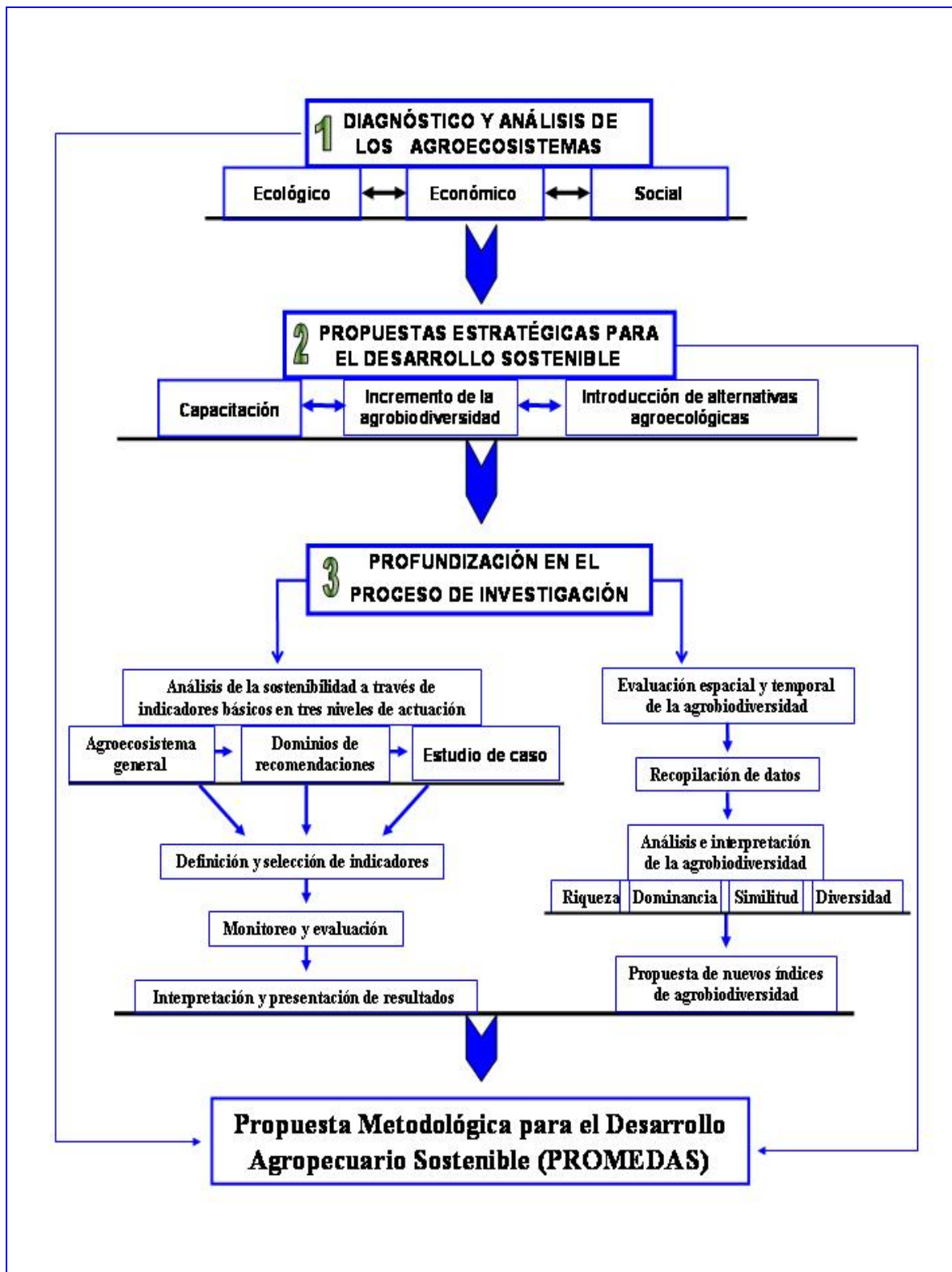


Figura 4. Esquema general de la metodología de investigación

(i) en el agroecosistema general, (ii) por dominios de recomendaciones y (iii) en un estudio de caso. Posteriormente, se hizo un análisis espacial y temporal de la diversidad agrícola, concluyendo esta etapa con la obtención de nuevos índices de biodiversidad basada en su importancia para la sostenibilidad de los sistemas agrarios.

Con el análisis e integración de los resultados de las tres etapas de investigación y la visión participativa de actores y decisores, se elaboró una propuesta metodológica para el desarrollo agrario sostenible (PROMEDAS).

3.3. Diagnóstico General

El diagnóstico se desarrolló sobre la base metodológica del Diagnóstico Rural Participativo (DRP) (Schorhuth y Kievelitz, 1994) y el marco teórico estuvo dirigido a lograr una visión integral del desarrollo sostenible en los agroecosistemas locales. Para obtener la información necesaria y analizar cada agroecosistema en sus dimensiones (económica, ecológica y sociocultural), se combinaron diversas herramientas tales como: recorridos exploratorios y entrevistas informales, encuestas formales y diálogos semi-estructurados, con observaciones, mediciones o ambas, en cada sistema agrícola (Geilfus, 2000).

3.3.1. Estrategia de Diagnóstico

El primer paso del diagnóstico consistió en hacer una caracterización general de la comunidad de Zaragoza a partir de (i) la información estadística registrada en la Oficina Nacional de Estadística, (ii) la historia de la región compilada en el museo municipal y (iii) intercambios informales con personas conocedoras de la comunidad.

Seguidamente se procedió a recopilar la información general (económica, ecológica y socio-cultural) en los 15 agroecosistemas, a partir de un cuestionario pre-elaborado, propuesto por Leyva *et al.* (1999) (*Anexo 2*), donde se contemplaron los principales indicadores de sostenibilidad de los agroecosistemas, su estado actual y perspectivas, resaltando los aspectos sociales: (i) alimentación, (ii) salud, (iii) educación, (iv) vivienda, (v) electricidad, (vi) disponibilidad de agua, (vii) vías de comunicación y (viii) comercialización. Entre los aspectos económicos de mayor peso se consideraron: (i) autosostenimiento, (ii) comercialización, (iii) recursos energéticos, (iv) apoyo gubernamental y (v) rentabilidad económica; mientras que los aspectos ecológicos de

mayor relevancia se enfocaron al estado de los principales recursos naturales (clima, agua y suelo), los cuales fueron determinados a partir de evaluaciones y mediciones directas.

3.3.1.1. Recopilación de datos climáticos

Se registraron mensualmente las variables climáticas: precipitaciones (mm); temperatura promedio mensuales (°C) y humedad relativa (%), durante el período 2004-2006, tomando como referencia la Estación Meteorológica número 78 374, ubicada en el Km. 3½ de la carretera a Tapaste, Municipio San José de las Lajas, provincia La Habana.

3.3.1.2. Análisis de los recursos naturales agua y suelo

Se determinaron los principales parámetros que describen la calidad química del agua tanto para usos domésticos como para el riego (dureza total expresada como CaCO₃, contenido de Ca, Mg, SST, C.E. Cl y pH), a través de las técnicas establecidas según Normas Cubanas (Cuba. MINSAP, 1991). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

Los suelos se clasificaron según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999; Hernández *et al.*, 2006) y se correlacionó con la clasificación por el World Reference Base (Deckers *et al.*, 1998) y la clasificación Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2003).

Para determinar las principales propiedades químicas del suelo se tomaron de tres a cinco muestras en cada sistema, en correspondencia con el tamaño del área (fluctuó entre 0.25 y 6.25 ha), a una profundidad de 0-30 cm. Las muestras se procesaron en el laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y se determinaron los valores de Na, K, Ca, Mg, P, MO y pH siguiendo las metodologías descritas en el Manual de Técnicas Analíticas para análisis de suelo, abonos orgánicos y fertilizantes químicos (Paneque, 2002).

3.4. Análisis estratégico de los problemas detectados durante el diagnóstico

El análisis e interpretación de las circunstancias de los actores se realizó a través de talleres participativos según Geilfus (2000), donde se determinaron los factores limitantes del desarrollo sostenible local.

Los problemas se visualizaron en función de la definición clásica propuesta por SERJUS (2002) y se definieron como una situación no deseada que necesita ser cambiada para lograr un desarrollo sostenido de cada proceso determinado.

Para la caracterización, interpretación y jerarquización de los principales problemas, se utilizó la matriz de Vester (Vester, 1983), a partir de un enfoque integral que posibilitó definir su influencia dentro del sistema. Esta se confeccionó con un formato de doble entrada donde se ubicaron, tanto en filas como en columnas, los problemas identificados como importantes y los valores de causalidad (directa o indirecta) de cada problema sobre los demás según escala establecida y valores asignados (*Anexo 3*). Una vez jerarquizados los problemas, se establecieron los niveles de prioridad, teniendo en cuenta la ubicación en la matriz, el porcentaje de representatividad, el criterio de los facilitadores y las expectativas de los actores.

3.5. Propuesta estratégica de desarrollo sostenible de los agroecosistemas

A partir de la integración de los resultados del diagnóstico, los recursos locales disponibles, potencialidades y debilidades del sistema y el análisis de los resultados de la matriz de Vester, se definió y aplicó una propuesta estratégica para el desarrollo sostenible de los agroecosistemas estudiados, sustentada en los tres pilares básicos del desarrollo agrario sostenible: (i) la capacitación, (ii) la introducción de alternativas agroecológicas y (iii) el incremento de la agrobiodiversidad (Leyva y Pohlen, 2005).

3.5.1. Desarrollo del programa de capacitación

Teniendo en cuenta lo expresado por Lacki (1995), quien afirma que en la mayoría de los casos los problemas que prevalecen en los agroecosistemas no dependen del desarrollo tecnológico sino del incremento del nivel cognoscitivo, se desarrolló un programa de capacitación para todos los productores, aplicando los nuevos conceptos de la investigación participativa y dirigido a incrementar el nivel cognoscitivo de los actores sobre elementos generales de la agroecología y la agricultura sostenible.

Su principio fundamental fue “aprender haciendo” y el enfoque didáctico se centró en enseñar a descubrir las respuestas necesarias para entender la realidad de los sistemas agrarios y tomar decisiones en base a las informaciones brindadas *in situ* (Gianella y

Chávez, 2003). Este programa se condujo a través de talleres participativos, reuniones mensuales y recorridos de campo y se impartieron conferencias con temas dirigidos y solicitados por los productores, se proyectaron videos técnicos relacionados con resultados de programas de desarrollo y se realizaron debates (Anexo 4).

3.5.2. Incremento de la agrobiodiversidad

El incremento de la agrobiodiversidad se condujo sobre la base de la propuesta metodológica para el desarrollo de la biodiversidad vegetal (*MEDEBIVE*) (Leyva, 2003) y estuvo enfocado a mantener el equilibrio de las misiones básicas del agroecosistema: (i) alimentación humana, (ii) alimentación animal y (iii) alimentación del recurso natural suelo (Guazzelli *et al.*, 2007; Altieri *et al.*, 2007) y por otro lado, satisfacer las necesidades espirituales de las familias campesinas (Leyva y Muñoz, 2007). En este sentido se ofertaron diferentes cultivos y variedades basados en el conocimiento científico y ancestral, y enfocado a aumentar la eficiencia de los sistemas agrarios (*Anexo 5*).

3.5.3. Introducción de alternativas agroecológicas

La introducción de alternativas agroecológicas constituyó un proceso participativo y se condujo paralelo a la capacitación, a partir de la información generada por los actores directos y propuestas de resultados científicos. Estuvieron dirigidas a proporcionarle a los productores soluciones alternativas para los problemas detectados. Estas se centraron en el uso eficiente de los recursos locales para mejorar el funcionamiento de los agroecosistemas y garantizar no solo la productividad económica sino la sostenibilidad ecológica, según propugnan Cáceres (2003), Altieri *et al.* (2007) y Funes (2007).

Este proceso estuvo enfocado básicamente al uso de alternativas nutricionales, alternativas para el manejo de plagas y técnicas de cultivos múltiples (*Anexo 6*).

3.6. Profundización en el proceso de investigación

La etapa de profundización en el proceso de investigación se encausó en dos vías específicas: (i) Análisis de la sostenibilidad de los sistemas agrarios utilizando indicadores de sostenibilidad, (ii) Evaluación espacial y temporal de la biodiversidad agrícola.

3.6.1. Análisis de los sistemas agrarios utilizando indicadores de sostenibilidad

El análisis general de las tendencias de la sostenibilidad utilizando indicadores básicos, se realizó a partir de las propuestas metodológicas de Masera *et al.* (1999), Sepúlveda *et al.* (2002) y Sarandón *et al.* (2006), y se desarrolló mediante tres pasos fundamentales: (1) definición y selección de indicadores de sostenibilidad; (2) monitoreo y evaluación; (3) interpretación y presentación de los resultados.

3.6.1.1. Definición y selección de los indicadores de sostenibilidad

Para la definición y selección de los indicadores se consideraron 4 elementos fundamentales:

1. Correspondencia con los problemas detectados en el diagnóstico.
2. Fundamentación a partir de la bibliografía especializada (Masera *et al.*, 1999; Sarandón, 2002; Socorro, 2002; Astier y Hollands, 2005; Sarandón *et al.*, 2006), lo cual valida la relación con los atributos básicos de sostenibilidad.
3. Enfoque local, dirigido básicamente a los agroecosistemas seleccionados: Adaptable a las condiciones objetivas específicas de los actores (discusión en talleres participativos).
4. Facilidad para la descripción de las tendencias de la sostenibilidad a partir de las acciones realizadas en la comunidad (sensibilidad).

Se crearon indicadores compuestos por diferentes variables, asociadas a las dimensiones de la sostenibilidad, y se determinó un factor de ponderación que representó el grado de importancia que tiene la variable con relación a la sostenibilidad del sistema agrícola y se contemplaron en tres niveles de jerarquía: importante (3), medianamente importante (2) y poco importante (1). En este proceso se seleccionaron las variables más confiables, de fácil medición y a las que se les atribuyó un mayor nivel de importancia dentro de la sostenibilidad de los agroecosistemas, dado por un Factor de Ponderación (FP) igual a (3), quedando definido un conjunto de 12 indicadores estratégicos, formados por 33 variables las cuales dan sustento a la valoración y análisis de la sostenibilidad (Cuadro 1).

3.6.1.2. Monitoreo y evaluación

Para el monitoreo y evaluación de los indicadores de sostenibilidad, se utilizó la metodología propuesta por Ammour y Reyes (2006), basada en una secuencia de

Cuadro 1. Marco metodológico del sistema de indicadores por área de evaluación

Área de evaluación	Indicadores estratégicos	Código	Variabes
Dimensión ecológica (A) Recursos naturales	Suelo (S)	AS1	Fertilidad de suelo
		AS2	Calidad del suelo X observación visual
		AS3	Relación área total/ área cultivable
	Biodiversidad (B)	AB1	Biodiversidad vegetal manejada
		AB2	Biodiversidad animal manejada
		AB3	Incidencia de plagas (plagas insectiles, enfermedades y arvenses)
	Agua (A)	AA1	Calidad
AA2		Disponibilidad	
Dimensión económica (E) Recursos económicos	Eficiencia económica (E)	EE1	Relación entre costos de inversiones e ingresos
		EE2	Rendimientos agrícolas
		EE3	Productividad del sistema
		EE4	Autofinanciamiento
		EE5	Ganancias totales
	Diversidad económica (DE)	EDE1	Números de rubros productivos
		EDE2	Diversificación de mercado
		EDE3	Otros Ingresos a la finca
	Dependencia de Insumos (DI)	EDI1	Insumos Externos
		EDI2	Insumos Alternativos
	Infraestructura (I)	EI1	Almacenes para las cosechas y otros productos
		EI2	Corrales para animales
	Tecnologías Alternativas (TA)	ETA1	Tecnologías de manejo de Cultivos
		ETA2	Empleo de alternativas nutricionales
		ETA3	Producción y conservación de semillas
	Mecanización (M)	EM1	Maquinarias para preparación de suelo
		EM2	Sistemas de riego
EM3		Tracción animal	
Dimensión social (S) Recursos humanos	Disponibilidad de Fuerza de Trabajo (DF)	SDF1	Relación fuerza de trabajo/área
		SDF2	Calidad de la Fuerza de Trabajo
	Capacidad de gestión (CG)	SCG1	Nivel de sofisticación del conocimiento sobre agricultura sostenible
		SCG2	Capacidad innovativa y de experimentación
		SCG3	Nivel de socialización e intercambio del conocimiento
	Seguridad alimentaria (SA)	SSA1	Disponibilidad de alimentos (cantidad)
		SSA2	Calidad de alimentos disponibles (nutrientes básicos)

términos y ecuaciones matemáticas para determinar el valor de las variables, el valor de los indicadores y el Índice General de Sostenibilidad.

3.6.1.2.1. Valor de las variables (VV)

Teniendo en cuenta que las variables seleccionadas tienen diferentes unidades de medición (porcentajes, valores monetarios, índices, datos cualitativos), lo cual no permite la comparación directa entre ellas, se construyó una escala estandarizada (valor de juicio) que representó el valor que tienen con relación a la situación deseable, definiendo condiciones máximas y mínimas y teniendo en cuenta las principales características y particularidades de la zona, según recomendaciones de López-Ridaura *et al.* (2002) y Harold *et al.* (2006). En este caso se le asignó un valor de 1-10 relacionada con los niveles de sostenibilidad para cada variable (Anexo 7). La escala estandarizada permitió organizar toda la información y convertir los distintos valores en un valor homogéneo.

El valor numérico de las variables se asignó mediante un proceso interactivo con la participación de los facilitadores y actores involucrados en la investigación. Teniendo en cuenta que solamente se seleccionaron las variables con un factor de ponderación de 3; entonces se asumió que, el valor de las variables se corresponde con el valor de juicio asignado en la escala de valores.

3.6.1.2.2. Valor de los indicadores (VI)

El valor de los indicadores de sostenibilidad se calculó mediante la sumatoria de las variables que conforman cada indicador: $VI = \frac{\sum_1^s (VV)}{S}$, donde S; es el número de variables que conforman cada indicador.

3.6.1.2.3. Índice General de Sostenibilidad (IGS)

Por último, se determinó el Índice General de Sostenibilidad (IGS) del sistema agrícola antes y después de implementar la propuesta estratégica para el desarrollo sostenible de los agroecosistemas estudiados, calculado mediante la fórmula: $IGS = \frac{\sum_1^n (VI)}{VMI * N}$, donde VMI es el valor máximo posible de un indicador y N es el número de indicadores.

3.6.1.3. Interpretación y presentación de resultados

El procesamiento de los datos se realizó utilizando diversas herramientas matemáticas y análisis estadísticos:

Los valores de las variables, indicadores e índice de sostenibilidad (IGS), se establecieron en Microsoft Excel para Windows 2000, a través de las funciones creadas para cada caso.

El valor numérico de los indicadores (VI) y el IGS, van acompañados de una valoración cualitativa donde se argumenta el comportamiento en los sistemas agrarios.

El comportamiento de los indicadores e índice de sostenibilidad, se determinaron mediante pruebas no paramétricas con las medianas, a través de análisis de varianza por rangos de Kruskal Wallis.

La determinación de los dominios de recomendaciones y el agrupamiento de indicadores relativamente homogéneos, se efectuaron mediante análisis multivariados, según recomendaciones de Díaz de Rada (2002) y Osan y Ramírez (2006), a partir de clasificación automática por el método de conglomerados jerárquicos (técnica gráfica del dendrograma), utilizando como criterio de diferenciación: (1) agrupamiento por Valor de Juicio en la escala estandarizada y (2) agrupamiento por similitud de comportamiento.

Para la presentación de resultados se utilizó la técnica gráfica mediante el método AMIBA, recomendado por North y Hewes (2006), el cual muestra de forma comparativa la tendencia hacia la sostenibilidad.

3.6.1.4. Niveles de actuación

Con el objetivo de reducir la dimensionalidad del análisis, la evaluación de la sostenibilidad se realizó en tres niveles de actuación: (i) análisis de la sostenibilidad en el agroecosistema general de la comunidad de Zaragoza, (ii) análisis de la sostenibilidad por dominio de recomendación y (iii) análisis de la sostenibilidad en un estudio de caso.

3.6.1.4.1. Dominios de recomendaciones

Los Dominios de Recomendaciones se establecieron siguiendo la propuesta metodológica del RIMISP para la tipificación de fincas (Berdegué *et al.*, 1990) modificado por Osan y Ramírez (2006) y adaptada a los objetivos de la investigación. Se desarrolló en cuatro pasos fundamentales: (i) definición de las variables que describen la diferenciación; (ii) recopilación de información; (iii) determinación de los grupos o dominios de recomendaciones; (iv) caracterización e interpretación de los grupos.

A partir de una selección basada en los criterios de actores y facilitadores, se determinaron 31 variables que establecen las diferencias entre las fincas de una forma práctica y sencilla, teniendo en cuenta los principales componentes del sistema (Anexo 8).

La información se recopiló utilizando las diferentes herramientas descritas en el diagnóstico. El procesamiento de los datos se realizó mediante análisis estadístico multivariado a través del paquete estadístico SSPS para Windows Versión 11.5. Se realizaron análisis discriminantes y clasificación automática, por el método de conglomerados jerárquico (técnica gráfica del dendrograma).

El valor de las variables de cada dominio de recomendación se obtuvo al calcular la media de los agroecosistemas que integran cada grupo, los valores medios se llevaron a la escala de valores donde se le dio una interpretación cualitativa a cada variable y de esta forma se caracterizaron e interpretaron los dominios de recomendaciones.

3.6.1.4.2. Estudio de caso

El estudio de caso se diseñó sobre la base de una mayor profundización en el proceso de análisis de los indicadores de sostenibilidad y tiene el objetivo de mostrar de forma más detallada el proceso de transformación del sistema a partir de la implementación de la propuesta estratégica para desarrollo sostenible, con el objetivo de encontrar las causas del progreso individual del sistema productivo.

3.6.2. Evaluación espacial y temporal de la agrobiodiversidad

Por la importancia que tiene la biodiversidad agrícola dentro del agroecosistema, se realizó una evaluación espacial y temporal de la misma, mediante un análisis integral hacia el

desarrollo sostenible. Se utilizó la propuesta metodológica *MEDEBIVE* (Leyva, 2003), que se fundamenta en el análisis integral de los agroecosistemas y parte del criterio filosófico de que "La biodiversidad es uno de los principios fundamentales de la Agricultura Sostenible" (Leyva y Pohlan, 2005).

La evaluación espacial y temporal de la biodiversidad agrícola se desarrolló en tres etapas a saber: (1) Recopilación de información, (2) Análisis de la información y (3) Propuesta de nuevos índices de agrobiodiversidad.

3.6.2.1 Recopilación de información

La toma de datos se realizó mediante inventarios y el empleo de técnicas participativas; como encuestas formales y entrevistas semi-estructuradas con los productores. Se realizaron inventarios periódicos y recorridos de campo para determinar el número de especies, número de individuos por especies y área ocupada por grupos de cultivos, según recomendaciones de Braun-Blanquet (1964) y Venegas (2004b).

Las especies vegetales encontradas se identificaron y clasificaron taxonómicamente mediante el diccionario botánico de nombres vulgares cubanos Vol. I y II (Roig, 1988).

Las encuestas se confeccionaron de tal forma que permitieron recopilar la información relacionada con las preferencias y dominancia de cultivos en los diferentes agroecosistemas, hábitos de consumo, preferencias alimenticias y condiciones socioeconómicas de los agricultores.

3.6.2.2. Análisis de la información

Las especies encontradas se agruparon atendiendo a su valor utilitario y se determinó la riqueza total de especies, la riqueza de especie por finca y la riqueza de especie por grupos de cultivos. Simultáneamente se determinó la dominancia y la importancia de las especies, dado por la frecuencia de aparición en los agroecosistemas estudiados y los principales índices ecológicos que describen la estabilidad del sistema y ayudan a entender el comportamiento de la biodiversidad a través del tiempo: índice de diversidad, índice de dominancia de las especies y el índice de similitud (Odum, 1986; Moreno, 2001).

Para el cálculo de los índices: de diversidad de Shannon-Weaner (H') y de dominancia de Simpson (D_{Sp}), se utilizó el software DIVERS: Programa para el cálculo de los índices de diversidad (Pérez-López y Sola-Fernández, 2004), los cuales partieron de la fundamentación matemática: $H' = \sum_{j=1}^s \frac{n_j}{N} \log \frac{n_j}{N}$ y $D_{Sp} = \frac{1}{\sum_{j=1}^s \left(\frac{n_j}{N}\right)^2}$; donde: N es el número

total de individuos de todas las especies, n_1, n_2, \dots y n_i , el número total de elementos pertenecientes a la especie 1, 2, ..., i, respectivamente.

El índice de similitud (S) se implementó en Microsoft Excel para Windows 2000 y se determinó mediante la ecuación $S = 2C/(A + B)$, donde A y B, representan el número de especies de cada muestra y C el número de especies comunes en las muestras, según lo planteado por Odum (1986) y Moreno (2001).

3.6.2.3. Propuesta de nuevos índices de agrobiodiversidad

A partir de la insuficiencia de los principales índices de biodiversidad para determinar de forma práctica el estado del agroecosistema y la relación de la biodiversidad con la sostenibilidad y la soberanía alimentaria, se realizó una propuesta de nuevos índices con el objetivo de establecer parámetros que expresen el estado del agroecosistema teniendo en cuenta las cuatro funciones básicas de la biodiversidad agrícola, que integre los grupos de especies que tienen una función ecológica, económica y sociocultural.

Para la implementación matemática se partió del fundamento teórico que expresa que el Índice de Diversidad del Agroecosistema (IDA) representa la relación que existe entre el valor máximo de los grupos de especies que deben encontrarse dentro del agroecosistema y el valor real de los grupos de especies existentes dentro del agroecosistema.

3.7. Propuesta metodológica para el desarrollo agrario sostenible

Sobre la base de la investigación realizada y los resultados obtenidos se presentó una propuesta metodológica para el desarrollo agrario sostenible de los agroecosistemas, donde se integran diferentes herramientas de análisis de sistemas, se incluye un conjunto de indicadores de sostenibilidad aún no contemplados dentro de los indicadores nacionales del MINAG y se proponen nuevos índices que evalúan e indican una nueva vía de acercamiento a la sostenibilidad desde el punto de vista de la agrobiodiversidad.

Resultados y Discusión

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis general del diagnóstico realizado en la comunidad Zaragoza

4.1.1 Caracterización general del área de estudio

El análisis histórico de los procesos socioeconómicos que fueron ocurriendo en el municipio San José de las Lajas, constituyó un elemento de vital importancia para entender las circunstancias de los agricultores del consejo popular de Zaragoza.

El escudo representativo de este consejo popular (Figura 5), caracteriza de forma gráfica su



Figura 5. Escudo del consejo popular de Zaragoza

historia socio-económica y hace referencia a la riqueza pecuaria de la zona con el desarrollo de la ganadería. El esquema de un átomo, como atributo del primer centro científico, el Instituto de Ciencia Animal (ICA), fundado en el municipio en el año 1965 y el agua en un tercio del escudo, representa la gran presa “Mampostón” con el Centro de Preparación Acuícola Mampostón. (CPAM), para la investigación, desarrollo y explotación de peces de agua dulce.

Hasta la primera mitad del siglo XX, esta zona estuvo dominada por el cultivo de la caña de azúcar, pero debido a la inestabilidad de los precios del azúcar en el mercado internacional, se fue desarrollando la ganadería lechera en pequeñas fincas (Martínez, 2008).

Con la crisis económica de la década del 90, se afectó sensiblemente la masa ganadera y surgieron otros programas dada la necesidad de producir en todas las ramas de la economía nacional con menos insumos y mitigar las privaciones alimenticias. Así, se fortalecieron y desplegaron diversas iniciativas que dieron impulso al sector agrario de la comunidad Zaragoza. A partir del año 1992, la infraestructura agraria alcanzó un mayor desarrollo organizacional y en la actualidad, está protagonizada por una cooperativa para la producción mixta, con 90 asociados y un gran número de productores independientes, que en su conjunto, constituyen el soporte agroalimentario de la comunidad y una contribución significativa al municipio en la producción de leche vacuna y de arroz (*Oryza sativa L.*).

4.1.1.1. Caracterización sociocultural

El área de estudio tiene una población de 1 886 habitantes (ONE, 2007) en su mayoría de extracción campesina y en los agroecosistemas estudiados se registraron 70 personas con una distribución de género del 50 %, un promedio de 4.67 personas/finca y una edad promedio de 38 años (Cuadro 2).

El 55.7 % de las personas dentro del agroecosistema se encuentra dentro del rango de edad laboral (18 - 60 años), clasificado como fuerza productiva I (FP-I) y representa a los actores que influyen en mayor cuantía sobre los procesos productivos. Estos datos dan una idea de una alta disponibilidad de recursos humanos; sin embargo, de esta fuerza productiva, solamente el 48,7 % labora directamente en los agroecosistemas, lo cual exige contratar fuerza de trabajo externa. Este elemento constituye una limitante para el progreso del agroecosistema hacia la sostenibilidad.

La escolaridad promedio alcanzó el 8^{vo} grado, similar a lo registrado en el país durante el censo de población y vivienda realizado en el 2002 (ONE, 2002) y superior a la mayoría de las regiones rurales sudamericanas, las cuales no rebasan el nivel primario (Leyva, 2000). Sin embargo, existe falta de información sobre los adelantos de la ciencia y la técnica basados en los principios de la Agroecología como fundamento de la agricultura sostenible, lo que mostró la necesidad de iniciar un programa de capacitación previo a la implementación de programas de desarrollo e introducción de adelantos científico-técnicos.

4.1.1.1.1. Servicios sociales y calidad de vida

El diagnóstico mostró que no existen problemas referentes a los principales servicios sociales y calidad de vida, destacándose que el 100% de las familias tienen acceso a la salud pública y a la educación de forma gratuita. Además, cuentan con oportunidades para elevar su nivel escolar desde la primaria hasta la universidad, para todas las edades y en el propio municipio, lo cual está priorizado por los nuevos programas estatales de la municipalización de la educación. Todas las familias poseen viviendas propias, de ellas el 73 % se encuentra en buen estado y el resto en reparación, todas están electrificadas y tienen los equipos electrodomésticos imprescindibles para garantizar la comodidad de la mujer, además disponen de agua potable.

Cuadro 2. Resumen descriptivo de la dimensión sociocultural

Parámetros	Descripción cuantitativa y cualitativa
Total de personas en las 15 fincas de estudio	70 (distribución de género, 50 %)
Promedio de personas por fincas	4.67
Edad promedio	38 años
Edad de los jefes de familia	53 años
Escolaridad promedio	Octavo grado
Distribución de niveles de escolaridad	33% primaria, 27% Secundaria, 14% preuniversitarios, 8% Técnicos, 5% Universitarios.
Organización productiva	90 campesinos asociados a cooperativa Más de 60 productores independientes
Caracterización de la fuerza productiva	Fuerza productiva I (FP-I)* 55.7 %
	Fuerza productiva II (FP-II) **21.4 %
Participación directa de la Fuerza Productiva	Del total de FP-I, solo el 48.7 % trabaja en los agroecosistemas
Servicios de electrificación	El 100 % de las familias posee electricidad
Servicios de agua potable, acceso y calidad	El 100 % de las familias tiene acceso al agua potable, en buen estado y no contaminada
Viviendas	El 100 % de las familias posee viviendas propias, el 73 % en buen estado, el resto en reparación; todas poseen refrigerador, TV y ventiladores,
Educación	El 100 % tiene oportunidades de educación desde la primaria hasta la Universidad de forma gratuita y en el propio municipio.
Salud	El 100 % tiene acceso a la salud pública de forma gratuita
Transporte y comunicación	Fácil acceso: agroecosistemas ubicados próximos a la carretera central, a un km de la autopista nacional. El 20 % cuenta con auto y tractor propio El 80 % depende de transporte público y otros medios
Alimentación: consumo diario	1,3 kg
Parámetros medios diario	Desayuno (leche, café, pan y huevo) Almuerzo (arroz, frijoles, viandas y verduras) Comida (arroz, frijoles, viandas, verduras y carnes o huevo) Meriendas y otros (frutas, jugo, pan y huevos)
Distribución de la alimentación diaria (% de la cantidad total)	Desayuno (7%); almuerzo (37.5%); cena (37.5%); meriendas y otros (18%)

* FP-I: Están en un rango de edad entre 18 y 60 años

**FP-II: Están en un rango de edad de 13 - 17 años y de 61-70 años

La comunidad se encuentra en una zona de fácil acceso para la comercialización y para el transporte. El 20% cuenta con auto y tractor propio y el 80 % restante, depende del transporte público u otros medios para trasladarse, como las bicicletas.

4.1.1.1.2. Disponibilidad y calidad de la alimentación

Toda la población tiene acceso a la alimentación diaria y durante la investigación no se registraron casos de desnutrición, bajo peso o alguna enfermedad relacionada con la alimentación según ONE (2006). El sustento diario está determinado por las cantidades de alimentos que el estado provee a través de la canasta básica y las producciones propias de la finca, siendo esta última de gran importancia para el balance alimenticio de las familias.

La alimentación diaria se encontró entre los parámetros normales que se establecen a nivel nacional y representa un consumo diario de 1,3 kg. Al analizar los componentes nutritivos de los parámetros medios de alimentación, según proporción estimada en el diagnóstico, se observó que diariamente se consumen 466.3 g de carbohidratos, 115.5 g de proteínas y 84.4 g de grasa, para un equivalente de 3087 Kcal/día (Cuadro 3).

Cuadro 3. Proporción y composición de la dieta diaria

Componentes	Desayuno 7%*	Almuerzo 37.5%*	Comida 37.5*	Otros 18%*	Total (g)
Consumo diario (g)	91	487.5	487.5	234	1300
Carbohidratos	23.9	213.3	170.6	58.5	466,3
Proteínas	6.11	41.4	52.7	15.2	115,5
Grasas	8.41	17.1	39	19.9	84,4
Consumo energético (Kcal)					3087
* Porcentaje equivalente de la dieta diaria Un gramo de carbohidratos equivale a 4 Kcal; un gramo de proteínas equivale a 4 Kcal; un gramo de grasa equivale a 9 Kcal (Alvarez-Arenas <i>et al.</i> , 2003)					

Estos resultados manifiestan que la alimentación diaria en la comunidad se encuentra entre los rangos adecuados, establecidos tanto en la literatura nacional como internacional. Al respecto, Delgado *et al.* (2007) expresan, que el cumplimiento del consumo mínimo energético/proteico para Cuba, equivale a 2 300 Kcal/ persona/día y 62 g de proteínas, de las cuales el 25 % debe ser de origen animal. Por otro lado, Pérez (2008), INIE (2004) y García y Togores (2005), recomiendan un consumo diario de 72 g de proteínas, 2400 Kcal y 75 g de grasa.

No obstante, debe tenerse en cuenta que estos resultados no están mostrando soberanía alimentaria en la comunidad, pues el análisis está hecho a partir de la alimentación procedente del autosostenimiento y de la canasta básica. Además, se pudo constatar que no existen suficientes hábitos de consumo de frutas y vegetales en la dieta diaria, lo cual coincide con lo detectado por Leyva y *et al.* (2000), al evaluar mediante un diagnóstico, los hábitos de consumo de los habitantes del municipio Jaruco, aledaño a San José de Lajas.

Algunos autores al referirse a la seguridad alimentaria, hacen énfasis a que ésta depende también de la calidad y variedad de los alimentos consumidos (Brandt, 2007; Jhamtani *et al.*, 2007). Por ello, al analizarse la relación de la agrobiodiversidad disponible en los agroecosistemas con la alimentación, se observó que los productores no trabajan en función de satisfacer todas las necesidades nutritivas de la familia, y aunque el consumo de alimentos desde el punto de vista cuantitativo es aceptable, falta cultura de diversidad alimenticia en función de los aportes de los cultivos en vitaminas, minerales y grasas, observándose, insuficiencia en el número de cultivos que aportan proteínas como las leguminosas y oleaginosas para la extracción de grasa de origen vegetal (Cuadro 4).

Cuadro 4. Principales componentes de la agrobiodiversidad en la comunidad y su relación con la calidad nutritiva de la alimentación.

Nutrientes	Principales grupos y especies que lo aportan	
Carbohidratos	Granos y cereales	<i>Zea mays</i> , <i>Oryza sativa</i> ,
	Raíces y tubérculos	<i>Xanthosoma sp.</i> , <i>Musa sp</i> , <i>Manihot esculenta</i>
Proteínas	Leguminosas	<i>Phaseolus vulgaris</i>
	Origen animal	Huevo, carne de cerdo, pollo
Grasas	Oleaginosas	<i>Persea americana</i>
	Origen animal	Porcino
Vitaminas y minerales	Frutas	<i>Psidium guajava</i> , <i>Mangifera indica</i> , <i>Citrus Sp.</i>
	Vegetales	<i>Solanum lycopersicon</i>

Resultó interesante apreciar la existencia de sólo una especie cultivada que aporta grasas en su consumo fresco (*Persea americana L*); sin embargo, existen condiciones para producir *Helianthus annuus*, *Glycine max* y *Arachis hypogaea* y extraer su aceite en una planta extractora existente en la comunidad, la cual es más saludable y evita recurrir al mercado para adquirirla a un precio elevado.

4.1.1.2. Caracterización agroecológica de los agroecosistemas

Las condiciones climáticas de la comunidad de Zaragoza, unido a la disponibilidad y calidad química del agua, condiciones de suelo y la agrobiodiversidad manejada, permiten hacer una caracterización agroecológica general de la circunstancia de los productores.

4.1.1.2.1. Condiciones climáticas de la localidad

Las condiciones climáticas de la localidad se caracterizaron por presentar precipitaciones anuales por encima de 1 090 mm, de las cuales el 82.4 % ocurrieron en el período de mayo a octubre. La temperatura media anual fue de 23.8 °C, con máximas y mínimas de 29.5 y 19.9 °C respectivamente y 80 % de humedad relativa (Estación Meteorológica No. 78 374, 2006). El comportamiento de la temperatura se correspondió con la media histórica de la zona, con escasas variaciones entre los años (Figura 6); sin embargo, las precipitaciones manifestaron un comportamiento heterogéneo, destacándose en el año 2005 los meses desde junio hasta octubre, con valores por encima de la media histórica (Figura 7), lo cual se correspondió con una temporada donde el país fue afectado por huracanes.

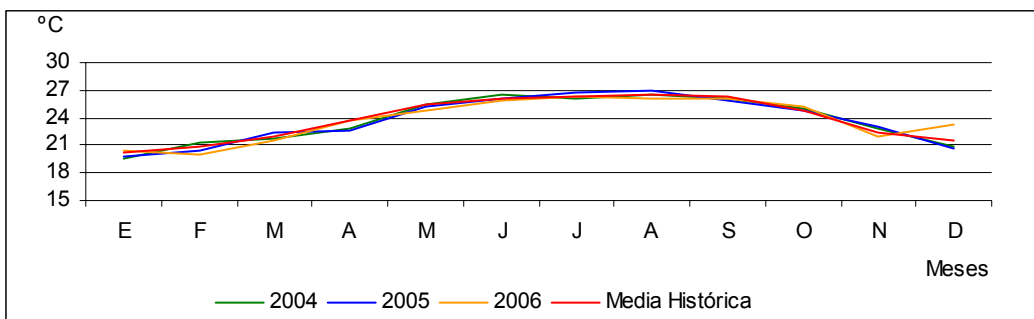


Figura 6. Comportamiento de las temperaturas en el período 2004-2006

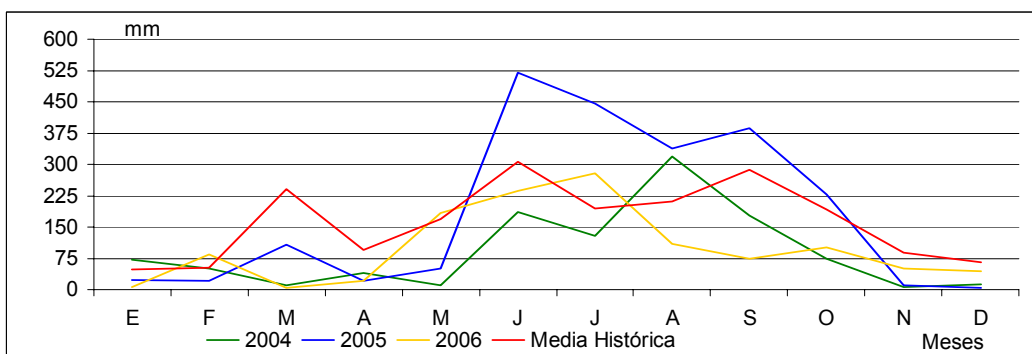


Figura 7. Comportamiento de las precipitaciones en el período 2004-2006

Estas condiciones climáticas unido al aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos de la zona, permite inferir que los actores podrían producir durante todo el año y mantener una alta diversidad de cultivos, acorde con las necesidades humanas, animales y del suelo.

4.1.1.2.2. Disponibilidad y calidad de agua

El agua para el uso doméstico se obtiene a través de la red pública y se encuentra entre los parámetros establecidos por la bibliografía nacional y extranjera para ser considerada como agua de buena calidad para el uso humano, según se pudo comprobar mediante los análisis químicos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Principales parámetros de calidad química del agua

Componentes	Resultados (mg/l)	Normas Cubanas	
		CMD(mg/l)	CMA(mg/l)
Sales Solubles Totales	342	-	-
Dureza total (como CaCO ₃)	20	100	400
Cloruro	198	200	250
Calcio	82	75	200
Magnesio	15	30	150
pH	7.4	6.8- 7.1	-
Conductividad eléctrica CE (mm/cm)*	0.56	0.53- 0.65*	-

CMD: Concentración Máxima Deseable; CMA: Concentración Máxima Admisible

Se infiere además, que tiene la calidad biológica requerida teniendo en cuenta que el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos lleva un programa de muestreos periódicos para análisis bacteriológicos y físico-químicos, según las normas establecidas para el programa de control sanitario del agua en Cuba (CEPIS/OPS, 2008).

Con relación al agua que se utiliza para el riego, proviene principalmente de pozos subterráneos y el análisis de disponibilidad manifestó, que el 60 % de las fincas poseen pozos particulares, permitiéndoles satisfacer el 70 % de las necesidades de riego y el resto carece de riego para sus cultivos, lo cual constituye una problemática para el desarrollo sostenible de la comunidad. Sin embargo, se observó que las limitaciones de agua para riego están relacionadas con la falta de mecanismos para acceder a ella, ya que la zona cuenta con la presa “Mampostón” con una capacidad de almacenaje superior a los 150 millones de metros cúbicos, suficiente para satisfacer las necesidades del municipio.

4.1.1.2.3. Estado del recurso natural suelo

En la comunidad predominan los suelos Ferralíticos Rojos compactados y Fersialíticos Pardos Rojizos lixiviados, según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2006), los que se corresponden con Nitisol Ródico y Luvisol Crómico respectivamente, según World Reference Base (Deckers *et al.*, 1998), con topografía llana y se caracterizan por ser de productividad media y tener una profundidad efectiva promedio de 50 cm. Aunque en algunos casos se consideran pocos profundos, no constituyen una limitante para los cultivos que se establecen en el territorio.

Las principales propiedades químicas se encuentran entre los parámetros medios permisibles para que se desarrollen en buenas condiciones los principales cultivos agrícolas de esta zona (Cuadro 6).

Cuadro 6. Principales propiedades químicas del suelo

Expresada en (cmol.Kg ⁻¹)				P (ppm)	M.O. (%)	pH (H ₂ O)
Na	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺			
0,22	0,53	33,25	8,06	43,33	3.25	7,59

Entre las principales bondades de estos suelos según los productores, se encuentran: (i) son suelos sueltos y de buen drenaje; (ii) fáciles para trabajarlos; (iii) muy productivos. Se considera además, que la materia orgánica es uno de los principales indicadores de la fertilidad del suelo, la cual fue registrada entre 3 y 4 %. Estos valores pueden ser considerados de buenos, pues significa que tiene entre 60 y 80 kilogramos de nitrógeno asimilable por hectárea (Mancilla 2006). El resto de los nutrientes se encuentra entre los rangos adecuados para el desarrollo de una alta diversidad de cultivos.

4.1.1.2.4. Agrobiodiversidad manejada

La agrobiodiversidad manejada por los productores varía entre un sistema y otro, lo cual está influido por las características propias de cada agroecosistema, la especialización y preferencias de los productores, estando los cultivos más comunes relacionados directamente con la alimentación y con la generación de ingresos (Ver cuadro 4, pág. 44)

Los agroecosistemas estudiados presentaron bajos niveles de agrobiodiversidad, teniendo en cuenta que únicamente en frutas, Cuba alberga más de 150 especies (Rodríguez *et al.*, 2007) y en la comunidad de Zaragoza, solamente en el 26.7 % de los agroecosistemas

estudiados se manejan más de 20 especies agrícolas, el resto está por debajo, lo cual constituye una de las principales limitantes para el desarrollo agrario sostenible.

De forma general, estos indicadores proporcionaron la información necesaria de los principales elementos de la dimensión agroecológica, vital para diseñar estrategias de desarrollo sostenible en agroecosistemas.

4.1.1.3. Situación económico-productiva

La base económica de los agroecosistemas estudiados, está diseñada en función del manejo de la agrobiodiversidad, de ahí que la distribución del área favorece a la producción agrícola de cultivos alimenticios anuales, tanto para el mercado como para el autoabastecimiento de la familia, seguido por cultivos perennes, principalmente frutales y áreas de pastos (Figura 8).

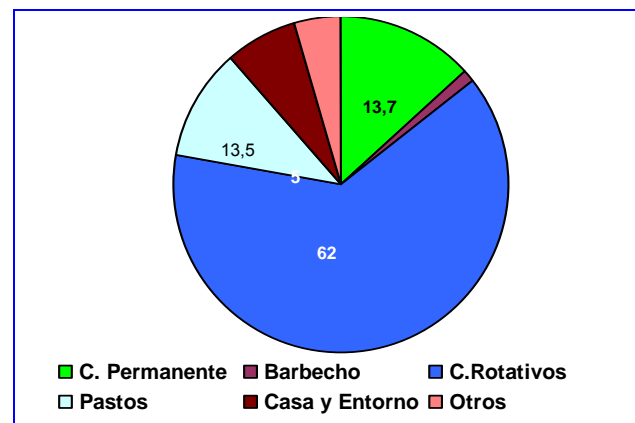


Figura 8. Distribución de la superficie total de los agroecosistemas estudiados

En esta superficie dedicada a los cultivos anuales, se mantienen cinco o más productos agrícolas que son utilizados de forma estable para la generación de ingresos, para lo cual dependen de una empresa estatal comercializadora (Acopio), encargada de recoger las producciones; sin embargo, resulta ineficiente, por lo que regularmente se auxilian de intermediarios privados.

Existen además otros elementos que ayudan a describir la situación económica de los agroecosistemas de la comunidad de Zaragoza y al mismo tiempo entender su especialización productiva, las cuales se resumen a continuación (Cuadro 7).

Cuadro 7: Resumen descriptivo de la dimensión económico-productiva del diagnóstico

Parámetros	Descripción cuantitativa y cualitativa
Principales producciones para el mercado	Leche y <i>Oryza sativa</i> : contribución al soporte agroalimentario del municipio Granos: <i>Zea mays</i> y <i>Phaseolus vulgaris</i> ; Viandas: <i>Xanthosoma sp.</i> , <i>Manihot esculenta</i> Hortalizas: <i>Solanum lycopersicon</i> Frutales: <i>Persea americana</i> y <i>Psidium guajava</i>
Diversidad de productos agrícolas para ingresos económicos	86.7 % de las fincas posee hasta cinco productos agrícolas que generan ingresos
Mercado	Empresa Acopio, intermediarios locales, intermediarios externos. El 86.7 % tiene mercados seguros
Rendimiento de los principales cultivos (consideraciones del productor)	60 % afirma tener bajos rendimientos 13 % los consideran normales 27 % los consideran buenos
Autofinanciamiento	El 100 % afirma que la finca es suficiente para generar los ingresos necesarios para la familia; el 60 % recibe ingresos extra que provienen de salarios estatales y remesas.
Ganancias totales	El 60 % prioriza las producciones para el mercado y tiene grandes ganancias, el 40 % tiene ganancias medias y priorizan la alimentación familiar.
Tecnologías de altos insumos	Fertilización química, herbicidas, plaguicidas, monocultivos, sobre laboreo del suelo, maquinaria que usa energía no renovable, cultivos limpios
Tecnologías agroecológicas	Arreglos espaciales (policultivos), alternativas orgánicas (origen vegetal y animal), tracción animal (uso de bueyes), industria rural, semilla local

Los productores están favorecidos por la situación económica del país, donde todo lo que se produce en términos de alimentación humana tiene mercado; por lo que obtienen ingresos loables para sus familias, que en general poseen un nivel de vida aceptable, aunque no informan sobre sus ganancias anuales, a estos se añade que un 60% recibe ingresos extras que provienen de salarios estatales y remesas, las cuales también favorecen el proceso productivo de la finca.

Todas las fincas estudiadas se consideran rentables, según opiniones de los actores y aun cuando tienen grandes ganancias, el 60 % considera que el rendimiento de los principales cultivos es bajo, el 13 % lo considera normal y sólo el 27 % piensa que es bueno. Al parecer, estas consideraciones están relacionadas con los rendimientos tradicionales alcanzados, a partir de elevadas cantidades de insumos para la nutrición de las plantas.

4.1.1.3.1. Tecnologías de producción

En la agricultura combinan tecnologías de producción intensiva con técnicas tradicionales, pero su forma de pensar se inclina hacia las tecnologías de altos insumos; sin embargo, al no contarse con los medios y recursos necesarios para implementarlas, tienen que recurrir a técnicas de bajos costos (Cuadro 8). Con respecto al tema, la literatura refleja que tradicionalmente en Cuba se han aplicado técnicas agroecológicas por parte de los actores directos, pero el auge de la agricultura moderna o de altos insumos propició un movimiento nacional de cambios hacia los adelantos científicos, en correspondencia con la política agraria internacional y que en años posteriores fuera cuestionada por los desequilibrios ecológicos que la misma ha provocado, con especial énfasis a las plantaciones monoculturales (Funes *et al.*, 2001; Leyva, 2002; Funes, 2007; Delgado *et al.*, 2007).

Además, se constató que el 80 % de los actores emplea la mecanización para el laboreo del suelo y el 20 % restante utiliza solamente la tracción animal. En la diversidad de cultivos agrícolas predominan las variedades tradicionales (criollas), no tienen conocimientos de cómo obtener semillas por el sistema formal y existe aun gran dependencia de productos químicos para la nutrición de las plantas y para el manejo de plagas y en algunos casos, los utilizan de forma indiscriminada. También se verificó que los actores conocen de la existencia de tecnologías agroecológicas, como es el uso de abonos verdes, lombricultura, compost, biofertilizantes, bioplaguicidas, mínima labranza y otros abonos orgánicos, pero no la aplican por no conocer totalmente sus bondades y por la falta de orientación para su obtención, elaboración y aplicación.

El análisis del diagnóstico mostró una información integral importante sobre las realidades de los sistemas estudiados y de forma general, se observó que existen condiciones socioculturales, económicas y medioambientales aceptables y disponen de recursos

humanos, naturales e infraestructura adecuada para establecer una elevada diversidad vegetal y animal y alcanzar a mediano plazo la soberanía alimentaria de la comunidad y con ella, un mayor acercamiento a la sostenibilidad; sin embargo, existen aspectos internos y externos que de diversas formas limitan el desarrollo sostenible de los agroecosistemas de la comunidad de Zaragoza (Anexo 3).

4.1.2. Análisis estratégico de los problemas detectados durante el diagnóstico

Al hacer un análisis integral de los problemas, se observó por un lado que pueden aparecer afectando a un número diferente de agroecosistemas y por otro, que estos afectan a los agroecosistemas de diferentes formas.

La representatividad porcentual de los problemas, a partir del número de productores que manifestaron tenerlos, mostró que la falta de diferentes insumos (fertilizantes químicos sintéticos, pesticidas, diesel, semillas certificadas y medios para las actividades agrarias), carencia de productos orgánicos para la nutrición de las plantas y la producción de semillas en la propia finca, son los problemas notificados que afectan al mayor número de agroecosistemas (Figura 9). Las afectaciones por plagas, la baja diversidad de cultivos agrícolas y los bajos rendimientos, le siguieron en orden de importancia.

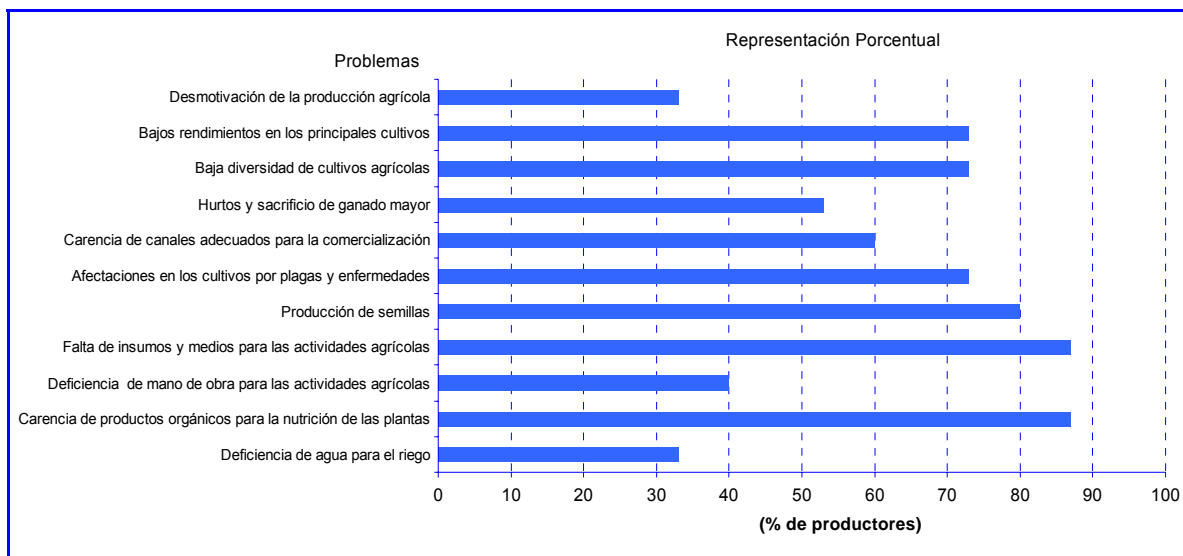
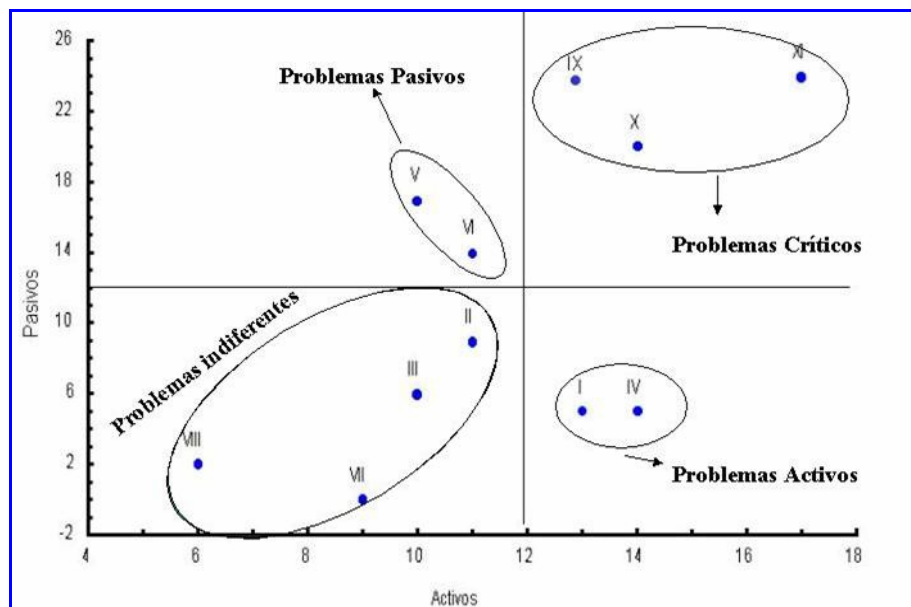


Figura 9. Representación porcentual de los problemas principales existentes en los agroecosistemas de la comunidad Zaragoza.

Existen otros problemas que fueron reportados por menos del 40 % de los productores, tales como: deficiencia de medios para realizar el riego, deficiencia de mano de obra y desmotivación hacia la producción agrícola; sin embargo, tienen gran importancia para la sostenibilidad de los agroecosistemas, lo que muestra que no siempre los actores son concientes de los problemas que los afectan, por lo que se hace necesario llevarlo al debate y analizarlo mediante herramientas participativas para determinar aquellos, que al accionar sobre ellos se producen los mejores resultados en el desarrollo sostenible general.

4.1.2.1. Jerarquización de los problemas mediante la matriz de Vester

Al analizar mediante la matriz de Vester los problemas detectados durante el diagnóstico, se observó que los mismos manifestaron diferentes niveles de actividad y pasividad en su interrelación de causalidad, de manera que se encontraron problemas de diferente naturaleza, ubicados en todos los cuadrantes del gráfico de dispersión y aún entre los problemas de la misma naturaleza mostraron diferencias en los niveles de actividad y pasividad (Figura 10).



(I) Deficiencia de agua para el riego; (II) carencia de productos para la nutrición de las plantas; (III) carencia de mano de obra para las actividades agrícolas; (IV) falta de insumos y medios para las actividades agrícolas; (V) falta de semillas; (VI) afectaciones en los cultivos por plagas; (VII) carencia de canales adecuados para la comercialización, (VIII) hurto y sacrificio de ganado mayor; (IX) baja diversidad de cultivos agrícolas; (X) bajos rendimientos en los principales cultivos; (XI) Desmotivación hacia la producción agrícola

Figura 10. Distribución de los problemas según la matriz de Vester

La ubicación de los problemas por niveles de causalidad y efecto, mostró que existen tres problemas de naturaleza crítica: (ix) la baja diversidad de cultivos agrícolas; (x) los bajos rendimientos en los principales cultivos; (xi) la desmotivación que tienen los productores hacia a la producción agrícola. Los mismos están relacionados con el nivel cognoscitivo de los productores para lograr un manejo eficiente de los recursos disponibles en el sistema, la disponibilidad y manejo consciente de la biodiversidad y el uso de alternativas agroecológicas. Estos coinciden con el análisis realizado por Lacki (1995), quien afirmó que en los agroecosistemas prevalecen problemas solucionables por los propios agricultores, las causas y las soluciones están, principalmente en las propias fincas y en la mayoría de los casos estos problemas no dependen del desarrollo tecnológico sino del incremento del nivel cognoscitivo que le proporciona además habilidades y actitudes para incrementar la eficiencia de la finca y encaminarla hacia un desarrollo agrario sostenible.

Otros autores como Leyva (2000; 2003) y Orellana *et al.* (2007), hacen referencia a la importancia de elevar el nivel cognoscitivo de los productores mediante la capacitación para solucionar problemas que prevalecen en sus fincas.

Por otro lado, se observó que la deficiencia de agua para el riego y la falta de algunos insumos, tales como diésel, fertilizantes químicos sintéticos, pesticidas y semillas, son los problemas de mayor proporción de causalidad entre los problemas detectados y aunque no se consideran críticos, tienen gran peso en la productividad de las fincas, según criterios de los productores. Estos resultados coinciden con los reportados por Socorro (2002), quien además añade la baja superficie bajo riego y de ella, la alta proporción dedicada al riego de alta tecnología. Estos problemas influyen al mismo tiempo en la falta de semillas, en la baja diversidad de cultivos agrícolas, en los bajos rendimientos de los principales cultivos y en la desmotivación de la producción agrícola, considerándose que son problemas de un alto nivel de causalidad y consecuencia.

Los problemas (II) carencia de productos orgánicos para la nutrición de las plantas, (V) producción de semillas, (VI) afectaciones en los cultivos por plagas y (VII) carencia de canales adecuados para la comercialización, aunque son categorizados como pasivos e indiferentes y tienen menor peso dentro del sistema, también constituyen limitantes de la sostenibilidad en los sistemas agrarios de la comunidad de Zaragoza.

Los resultados muestran que existen aspectos internos y externos que deben integrarse estratégicamente para diseñar programas eficientes hacia un acercamiento al desarrollo sostenible, en vías de dar prioridad a los problemas que tienen mayor importancia dentro de los sistemas agrarios.

A partir del análisis general de los resultados del diagnóstico, se diseñó una propuesta estratégica dirigida a alcanzar un mayor acercamiento al desarrollo sostenible en los agroecosistemas de la comunidad Zaragoza. La implementación de esta propuesta mostró la necesidad de evaluar las tendencias del desarrollo sostenible a través de indicadores de sostenibilidad.

4.2. Análisis de la sostenibilidad de los agroecosistemas de la comunidad Zaragoza a través de indicadores básicos

Al analizar los indicadores seleccionados para evaluar las tendencias de la sostenibilidad, se observó que responden directamente a los principales problemas detectados durante el diagnóstico (Cuadro 8).

Cuadro 8. Relación de los indicadores seleccionados con los problemas detectados

Indicadores de sostenibilidad	Problemas
Suelo (S)	I, II, III, IV, IX, XI
Biodiversidad (B)	I, II, III, IV, V, VI, IX, X, XI
Agua (A)	I, IV
Eficiencia económica (E)	I, II, IV, V, VI, VII, IX, X, XI
Diversidad económica (DE)	I, II, IV, V, VI, VII, IX, X, XI
Dependencia de Insumos (DI)	II, IV, V, VI, VII, IX, X
Infraestructura (I)	IV, VII
Tecnologías Alternativas (TA)	II, V, VI, IX, X, XI
Mecanización (M)	IV, VI, XI
Disponibilidad de Fuerza de Trabajo (DF)	I, III, X, XI
Capacidad de gestión (CG)	VII, XI
Seguridad alimentaria (SA)	I, II, III, IV, V, VI, VIII, IX, X, XI

(I) Deficiencia de agua para el riego; (II) carencia de productos para la nutrición de las plantas; (III) carencia de mano de obra para las actividades agrícolas; (IV) falta de insumos y medios para las actividades agrícolas; (V) falta de semillas; (VI) afectaciones en los cultivos por plagas; (VII) Carencia de canales adecuados para la comercialización, (VIII) Hurto y sacrificio de ganado mayor; (IX) baja diversidad de cultivos agrícolas; (X) bajos rendimientos en los principales cultivo; (XI) desmotivación hacia la producción agrícola

Se destacan indicadores como: biodiversidad, eficiencia económica, dependencia de insumos y seguridad alimentaria, los cuales son sensibles prácticamente, a todas las acciones realizadas para resolver los problemas detectados; le siguen dependencia de insumos, suelo y tecnologías alternativas. Estos resultados muestran, que aún cuando se seleccionaron los indicadores de mayor importancia para la sostenibilidad, tienen un alcance heterogéneo y además, un enfoque local dirigido a los sistemas agrarios de Zaragoza. Por otro lado, tienen puntos de coincidencia con investigaciones realizadas en igual temática por otros autores (Maserá *et al.*, 1999; Sarandón, 2002; Socorro, 2002; Astier y Hollands, 2005; Sarandón *et al.*, 2006).

4.2.1. Agrupamiento de los indicadores a partir del comportamiento temporal

Al hacer un análisis mediante las técnicas de agrupamiento, a partir de la diferencia del valor de los indicadores entre un año y otro, se observó que entre una distancia recalada de 12-25, se forman claramente dos grupos de indicadores con una participación porcentual de 80 y 20 % respectivamente (Figura 11).

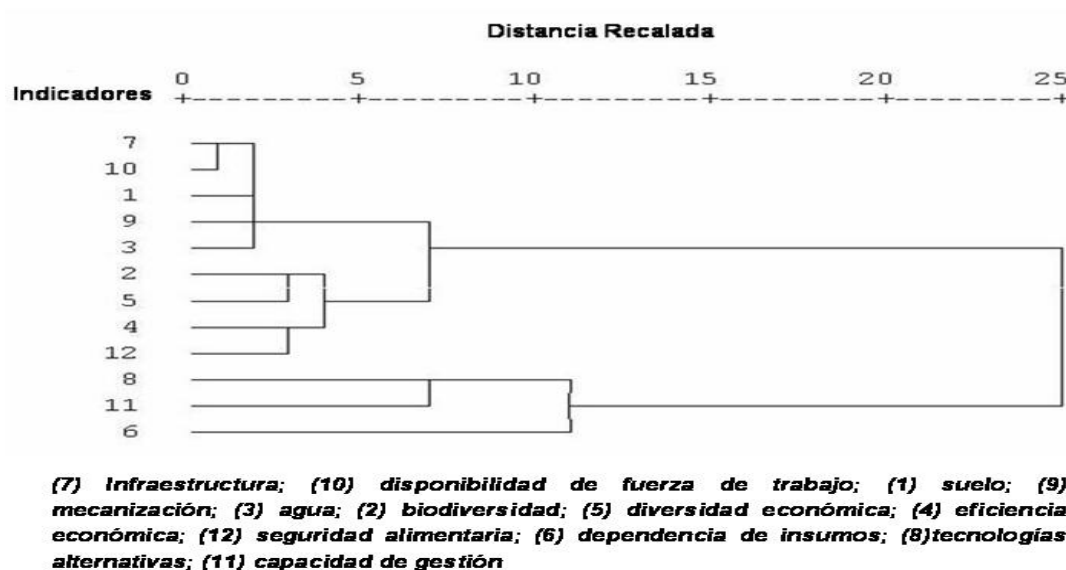


Figura 11. Agrupamiento de indicadores a partir del incremento del valor estandarizado del año 2004 hasta el 2006

Además, esta herramienta presentó en un orden ascendente de incremento, la ubicación de los indicadores, situándose en el primer grupo: (7) infraestructura; (10) disponibilidad de

fuerza de trabajo; (1) Suelo; (9) mecanización y (3) agua, los cuales tuvieron un comportamiento pasivo, sin variación de un año a otro, y los indicadores: (2) biodiversidad; (5) diversidad económica; (4) eficiencia económica y (12) seguridad alimentaria, con un comportamiento activo, pero con poca variación.

El segundo grupo, concentró los indicadores (8) tecnologías alternativas; (11) capacidad de gestión y (6) dependencia de insumos (el incremento del valor ponderado mejora el indicador y disminuye la dependencia). Éstos son los indicadores que mayores incrementos manifestaron de un año a otro; por tanto, tuvieron mayor aporte en la sostenibilidad de los agroecosistemas estudiados.

Los resultados son concluyentes en el sentido de que existe heterogeneidad en el comportamiento de los indicadores seleccionados y se infiere que cada indicador tiene sus particularidades y forma propia de responder a las acciones implementadas en el sistema.

4.2.2. Análisis de la sostenibilidad en los diferentes niveles de actuación

El análisis de la sostenibilidad mostró la necesidad de seguir la Teoría General de Sistema, ya que cada nivel de actuación tiene sus particularidades y requiere análisis particulares atendiendo a su complejidad. En este aspecto se puso en evidencia la existencia de tres niveles de actuación básicos: (i) agroecosistema general de la comunidad Zaragoza, (ii) grupos de sistemas o dominios de recomendaciones y (iii) sistemas independientes.

4.2.2.1. Sostenibilidad del agroecosistema general de la comunidad de Zaragoza.

Al representar el comportamiento de los indicadores evaluados mediante un gráfico AMIBA, se observó un incremento de los valores ponderados a través del tiempo, lo cual se reflejó en la ampliación del área de sostenibilidad en el gráfico radar. Esta manifestó una configuración irregular y evidencia que no todos los indicadores se comportaron de igual forma en el tiempo (Figura 12).

Estos resultados coinciden con lo expresado por Masera *et al.* (1999) y Sepúlveda *et al.* (2002), quienes además agregan que la técnica gráfica AMIBA, es la principal herramienta para la presentación de las tendencias de la sostenibilidad.

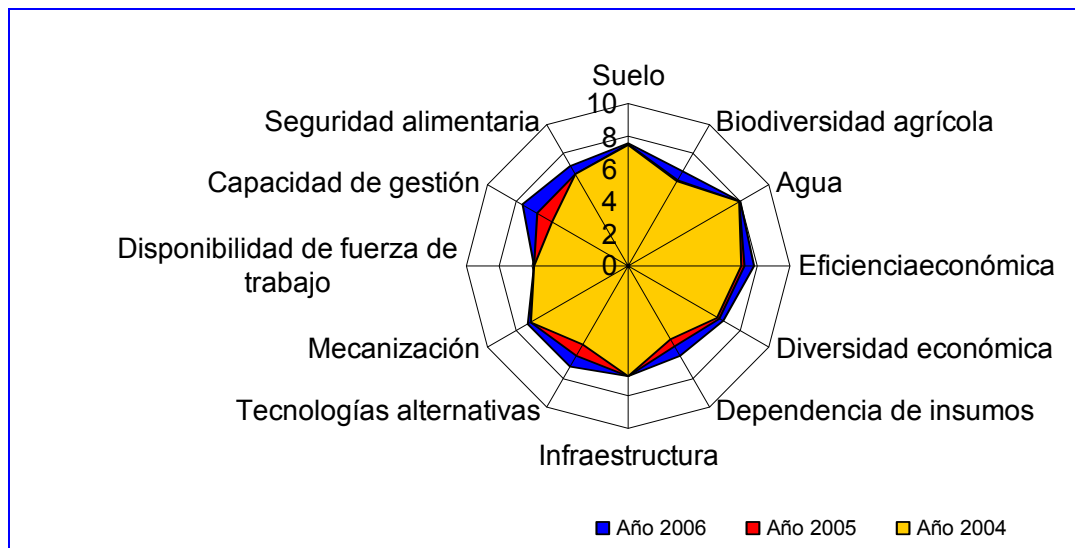


Figura 12. Tendencias de la sostenibilidad del agroecosistema de la comunidad de Zaragoza. Se destacaron los indicadores capacidad de gestión, tecnologías alternativas y dependencia de insumos, con incrementos visibles que se traducen en mayor aporte a la ampliación del área de sostenibilidad.

Un análisis de varianza por rangos de Kruskal Wallis, mostró que no todos los indicadores manifestaron diferencias significativas al comparar los años y coincide que los señalados anteriormente, seguidos por la biodiversidad agrícola y la eficiencia económica, difieren significativamente. Además, estos indicadores se manifestaron el mayor incremento, que ascendió a 39; 28; 23; 11 y 11 %, respectivamente (Cuadro 9).

El indicador capacidad de gestión manifestó el mayor incremento a través del tiempo y el mayor aporte a la sostenibilidad social del sistema, y estuvo caracterizado por el aumento del nivel cognoscitivo sobre los principios de la Agroecología y agricultura sostenible, el incremento de la capacidad innovativa y el nivel de socialización e intercambio de conocimientos, como aquellos elementos que representan fortalezas para el sistema, sin perder de vista la personalidad y capacidad de los actores para destruir las barreras de freno al cumplimiento de los objetivos trazados.

El indicador tecnologías alternativas manifestó un comportamiento ascendente de 5.62 hasta 7.2 y se materializó con el incremento del uso de los abonos orgánicos,

biofertilizantes, policultivos e incremento de la biodiversidad específica y genética, así como el uso de diferentes alternativas para producir y conservar sus propias semillas. El comportamiento de este indicador ha sido satisfactorio no solo porque minimiza el uso de recursos externos sino porque se manifiesta en una creciente conciencia en los actores acerca de la protección al medio ambiente.

Cuadro 9. Comportamiento de los indicadores de sostenibilidad en los agroecosistemas de la comunidad Zaragoza.

Indicadores de sostenibilidad	Año 2004	Año 2006	Significancia	Incremento (%)
Suelo	7,47	7,6	-	2
Biodiversidad agrícola	6,02	6,71	**	11
Agua	7,9	8	-	1
Eficiencia económica	6,97	7,76	**	11
Diversidad económica	6,33	6,82	-	8
Dependencia de insumos	5,2	6,4	***	23
Infraestructura	6,83	6,83	-	0
Tecnologías alternativas	5,62	7,2	***	28
Mecanización	6,93	7,16	-	3
Disponibilidad de fuerza de trabajo	5,83	5,83	-	0
Capacidad de gestión	5,42	7,51	***	39
Seguridad alimentaria	6,53	7,13	-	9

El indicador dependencia de insumos (representando una puntuación inversa), indica que el incremento del valor numérico mejora el indicador para la sostenibilidad del sistema y disminuye la dependencia externa. El mayor incremento de este indicador se experimentó en el año 2006, a partir de una disminución del uso de productos químicos, de la compra de semillas, del gasto de energía para el riego y las maquinarias; además, aumentó la aplicación de abonos orgánicos producidos en la misma comunidad.

El indicador biodiversidad agrícola manifestó un comportamiento activo a través del tiempo, con un incremento de un 11% entre el año 2004 y 2006 y se materializó en la aceptación de 16 nuevas especies agrícolas. Estos resultados demuestran que en la dimensión ecológica, fue el indicador que mejor respuesta manifestó frente a la propuesta estratégica para el desarrollo sostenible, implementada en los agroecosistemas de la comunidad Zaragoza.

El indicador eficiencia económica manifestó un incremento del 11%, el cual se reflejó en un aumento de los rendimientos agrícolas y de nuevas opciones para generar ingresos para la familia, lo que unido a un mayor nivel de integración de los recursos disponibles, trajo consigo el incremento de la productividad total y de las ganancias totales del sistema.

El resto de los indicadores no manifestaron cambios significativos; sin embargo, se destacaron la seguridad alimentaria y la diversidad económica con tendencias a tener respuestas positivas a medida que pasa el tiempo y que además tienen estrecha relación con los indicadores de mejor respuesta.

El indicador seguridad alimentaria se analizó teniendo en cuenta solamente la disponibilidad y calidad de la alimentación que proporciona el agroecosistema para la familia y mostró valores medios en los tres años de evaluación. Sin embargo, al hacer un análisis general de este indicador, se observó que las producciones propias favorecen marcadamente el sustento diario de los actores y sus familias en cantidad y calidad, lo cual constituye un elemento determinante de apoyo a los programas dirigidos a garantizar la alimentación diversificada y balanceada en la población, a través de la canasta básica.

El comportamiento discreto de algunos indicadores está relacionado con lo expresado por Altieri (1995) y Leyva y Pohlen (2005) al plantear que la sostenibilidad y estabilidad comienzan a verse en los agroecosistemas a partir de 5 años después de iniciar un programa de transición hacia una agricultura ecológica.

4.2.2.1.1. Comportamiento del índice general de sostenibilidad

El IGS permitió visualizar el nivel de sostenibilidad de los sistemas agrícolas y manifestó un incremento discreto de 0.64 en el año 2004 a 0.71 en el año 2006 (Figura 13). Estos resultados expresan que la sostenibilidad en los agroecosistemas de la comunidad Zaragoza tiene un comportamiento positivo, considerándose en el 2006 un sistema sostenible con tendencias a incrementarse en el tiempo, respuesta que coincide con lo expresado por Zinck *et al.* (2005), quienes han planteado que el grado de desarrollo sostenible puede expresarse en: fuertemente sostenible (>0.70), débilmente sostenible (0.59-0.70) y no sostenible (<0.59); sobre la base de este análisis, la comunidad en estudio asume una aparente fortaleza en sus agroecosistemas, sin embargo, esta no se corresponde con la realidad de la

comunidad, ni con la filosofía del autor que propugna valores mayores de IGS para poder considerar un agroecosistema fuertemente sostenible.

Por otra parte, estos resultados evidencian que elevar el nivel cognoscitivo de los productores permite incrementar de forma consciente la biodiversidad y hacer un uso eficiente de los recursos locales, lo que se traduce en un incremento del valor estandarizado de los indicadores de sostenibilidad.

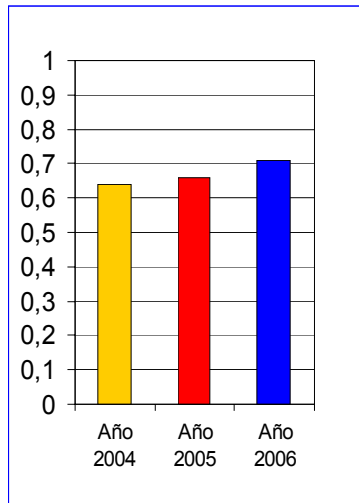


Figura 13. Comportamiento del índice general de sostenibilidad

Es importante destacar, que este desarrollo estuvo condicionado por el empeño que pusieron los productores en el proceso y la capacidad de gestión que desarrollaron; además, depende también de factores externos relacionados con los facilitadores y la capacitación ofertada, lo que se materializó en una mayor eficiencia de los agroecosistemas. Esto último, evidencia lo señalado por la FAO (1991) y Bolliger *et al.* (1993), al expresar que la capacitación mediante la extensión agrícola, mejora los conocimientos científicos de los actores del campo y permite al

agricultor manejar su finca de manera eficiente, por lo que debe contribuir a mejorar las condiciones de vida del productor y su familia.

El análisis mostró también la necesidad de conocer de forma independiente el estado de las dimensiones básicas de la sostenibilidad (ecológica, económica, y social) y la forma en que influyen al desarrollo agrario sostenible general de los agroecosistemas estudiados.

4.2.2.1.2. Integración de los resultados del Índice de Sostenibilidad por dimensiones

La dimensión ecológica presentó los mejores valores del IGS (> 0.70) en los tres años de evaluación, seguido por la dimensión económica, que aunque en los años 2004 y 2005 estuvo por debajo de 0.7, en el año 2006 experimentó un mayor incremento, alcanzando un valor promedio por encima de 0.7, valor que es considerado de aceptación como un sistema económicamente sostenible (Figura 14).

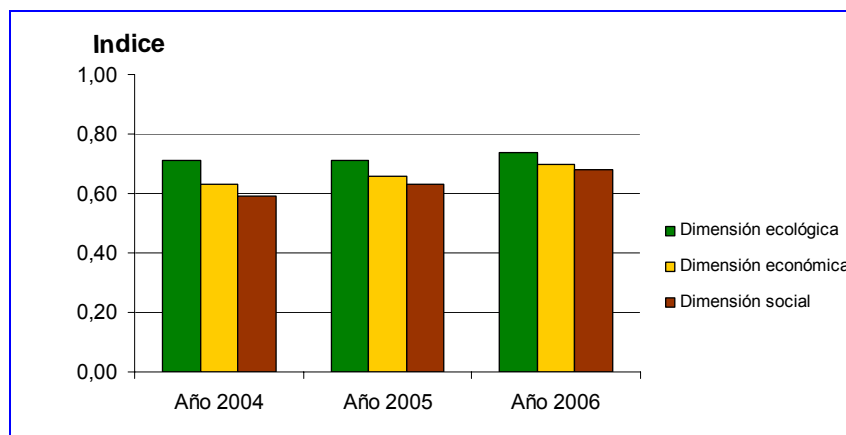


Figura 14. Comportamiento del índice de sostenibilidad por dimensión de análisis, a través del tiempo (2004 - 2006)

La dimensión social presentó los valores más bajos de sostenibilidad, con un IGS de 0.59, 0.63 y 0.68 en los tres años de evaluación respectivamente, evidenciando tendencias positivas a través del tiempo; sin embargo, manifestó el mayor incremento entre un año y otro. Debe destacarse que esta interpretación está enfocada a los indicadores seleccionados; no obstante, existen otros indicadores sociales de gran importancia como la salud y la educación, que no se consideraron para el análisis por que no constituyen problemas para la comunidad. Además, las acciones realizadas en los agroecosistemas, no tienen un alcance directo en los mismos.

De forma general, el comportamiento de la sostenibilidad fue heterogéneo en las tres dimensiones evaluadas y se manifestó con igual tendencia en los tres años de estudio. Resultados similares reportó Socorro (2002) en los agroecosistemas de la provincia de Cienfuegos, donde se observó un desbalance marcado en las dimensiones de la sostenibilidad, al reflejar la respuesta a los programas de desarrollo.

4.2.2.2. Análisis de la sostenibilidad por dominios de recomendaciones

No hay sistemas agrícolas iguales, tampoco existen dos campesinos cuyas circunstancias sean idénticas y por consiguiente, que respondan de la misma forma a los programas de desarrollo (Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005). Este planteamiento motivó la realización del análisis de la sostenibilidad por dominios de recomendaciones.

4.2.2.2.1. Formación de los dominios de recomendaciones

El análisis discriminante, teniendo como criterio de selección las variables con un coeficiente de variación (CV) por encima del 40%, dio como resultado, 12 variables que efectivamente pueden contribuir al análisis de diferenciación de las fincas y la creación de los grupos o dominios de recomendaciones (Cuadro 10).

Cuadro 10. Variables seleccionadas para el análisis de conglomerados

Código	Variables	Media	Desv. típ.	C.V
AI-1	Área total de la finca	2,8467	1,82859	64,24
AI-2	Capacidad de uso de la tierra	4,5333	8,91120	196,57
AII-1	Cultivos agrícolas	13,267	5,35146	40,34
AII-2	Animales de importancia agrícola	3,1333	1,35576	43,27
AII-4	Área ganadera	9,5000	13,07123	137,6
AIII-2	Área bajo riego	64,333	26,70919	41,52
BI-1	Disponibilidad y calidad de la fuerza de trabajo	6,0667	2,65832	43,82
BI-2	Proporción de fuerza de trabajo por área	1,0533	1,10126	104,55
CI-1	Infraestructura para almacenaje y procesamiento de las producciones	6,6667	3,19970	47,99
CI-2	Infraestructura para producción de animales	4,4667	2,03072	45,46
CII-1	Mecanización para activ. agrícolas y transporte	4,8000	3,00476	62,6
CII-2	Mecanización para postcosecha	3,0000	1,46385	48,79
CII-3	Tracción animal	7,0667	3,59497	50,87
CIV-2	Disponibilidad y calidad de la fuente de abasto	7,73333	3,172801	41,03
CV-2	Empleo de alternativas nutricionales	4,73333	2,120198	44,79
CV-4	Manejo de plagas mediante medios biológicos	3,3333	1,759329	52,78

En este sentido, Osan y Ramírez (2006) expresaron que un coeficiente de variación por encima del 40 % es suficiente para crear grupos con un alto grado de heterogeneidad.

Las variables identificadas con mayor poder discriminante fueron: (i) La capacidad de uso de la tierra, (ii) la fuerza de trabajo de la finca, caracterizadas por el número de personas que viven y que trabajan dentro de la finca y la especialización del sistema dado por las preferencias productivas con CV de 196. 57; 104. 55 y 137. 6 %, respectivamente.

El análisis de conglomerados, con una distancia recalada de 13, identificó claramente tres grupos o dominios de recomendaciones, con una participación porcentual de 67, 13 y 20 %, respectivamente (Figura 15).

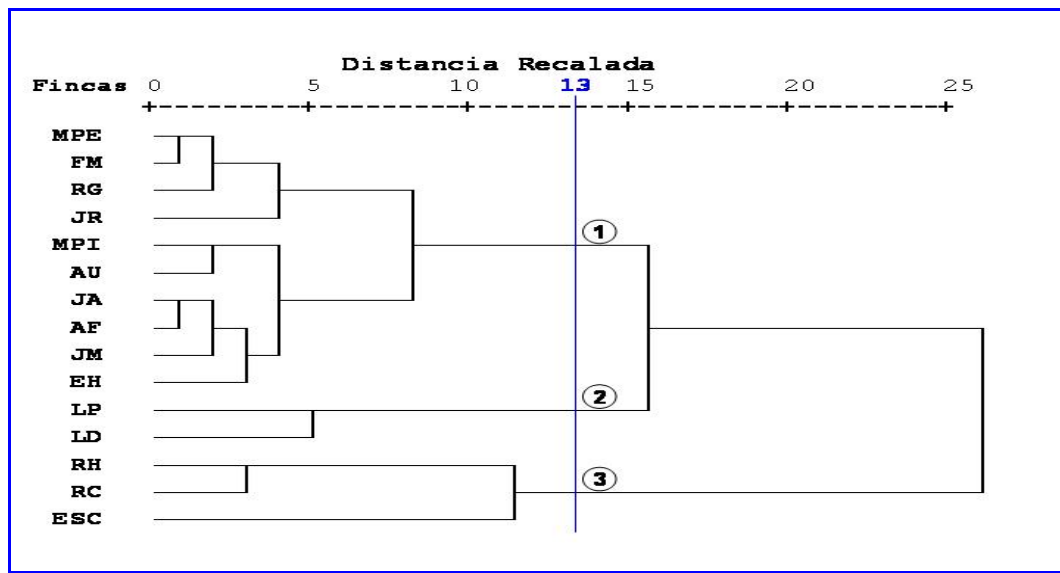


Figura 15. Dominios de Recomendaciones a partir de los agroecosistemas seleccionados

Aunque cada una de las ramificaciones mostradas en el dendograma tiene el potencial de ser seleccionada como un grupo, se utilizó esta distancia recalada, con el objetivo de reducir el número de ámbitos de recomendación tratando de no simplificar los grados de heterogeneidad encontrados.

4.2.2.2.2. Caracterización de los dominios de recomendaciones

Al hacer un análisis con los promedios en la escala de valores, se pudo apreciar que aunque para la mayoría de las variables, los conglomerados no hayan sido separados en tres grupos distintos (I, II y III), se nota una tendencia coherente en los promedios de las variables, que agrupan los conglomerados de acuerdo al comportamiento integral de todas las variables. De esta forma se pudo hacer una caracterización general de cada grupo o dominio de recomendación (Cuadro 11).

A partir de las diferencias en estas variables que describen componentes ecológicos, económicos y sociales de los agroecosistemas, se infiere que también manifiestan un comportamiento diferencial de la sostenibilidad frente a los programas de desarrollo, lo cual requiere de un análisis científico de la sostenibilidad por grupos homogéneos o dominios de recomendaciones.

Cuadro 11. Caracterización de los dominios de recomendaciones

Variables	Dominio I	Dominio II	Dominio III
Representación (%)	67	13	20
Área (ha)	> 3	2-3	≤1
Especialización	Predomina la agricultura. Ganadería en menor escala (ganado mayor y menor).	Equilibrio entre agricultura y ganadería	Predominio agricultura. Ganadería en pequeña escala (ganado menor).
Capacidad de uso de la tierra y fuerza de trabajo	Baja (2 personas/ha)	Baja (1.5 personas/ha)	Alta (>15 personas/ha)
Área bajo riego Fuente de abasto	Más del 70 % Pozo propio	Entre el 30 y 70% No tienen	Menos del 30 % Pozos propios
Diversidad de cultivos agrícolas	10 <Media>20	Baja < 10	10 <Media>20
Infraestructura agrícola	Alto desarrollo	Desarrollo medio	Bajo desarrollo
Infraestructura de almacenes y poscosecha	Buen desarrollo Almacenes suficientes	No cuentan con almacenes, emplean la vivienda.	No cuentan con almacenes, emplean la vivienda.
Infraestructura para producción animal	Poco desarrollo Corrales para animales menores.	Suficientes corrales y pastos para ganado vacuno y animales menores.	No disponen
Mecanización para poscosecha	Más del 70 % cuentan con molino, trilladora u otros equipos.	No disponen	No disponen
Laboreo del suelo	Tractor con implementos agrícolas propios. Uso de tracción animal.	No cuentan con mecanización y contratan el servicio externo. Predomina la tracción animal.	No emplean mecanización. Predomina la tracción animal.

4.2.2.2.3. Comportamiento de los indicadores de sostenibilidad en los dominios de recomendaciones

El dominio de recomendación I presentó los valores más altos de los indicadores, durante el transcurso de la investigación y por lo tanto, la mayor área de sostenibilidad en el gráfico radar. Este dominio manifestó un incremento discreto a través del tiempo y no reflejó diferencia significativa en el valor de los indicadores en la escala estandarizada con respecto a los restantes dominios de recomendaciones. Sin embargo, es importante destacar que el área de sostenibilidad formado en el gráfico radar es más homogénea, lo cual

manifiesta un crecimiento más equilibrado en las tres dimensiones de la sostenibilidad (Figura 16).

El dominio de recomendación II presentó los valores más bajos de los indicadores de sostenibilidad y además, el área más irregular en el gráfico radar (Figura 17). Este grupo representa los agroecosistemas que menos condiciones tienen para un desarrollo sostenible.

El dominio de recomendación III se caracterizó por agrupar las fincas con menor desarrollo en la infraestructura económico-productiva; sin embargo, no presentó la menor área de sostenibilidad (Figura 18).

Los tres dominios de recomendaciones manifestaron un comportamiento similar, donde se observó una ampliación del área de sostenibilidad, con un incremento significativo en los indicadores capacidad de gestión, tecnologías agroecológicas y dependencia de insumos. Los demás indicadores manifestaron un comportamiento pasivo.

El análisis general del comportamiento de los indicadores de sostenibilidad por dominios de recomendaciones mostró que estos no revelaron repuestas uniformes en los tres dominios y en los tres años de evaluación; sin embargo, las tendencias generales no mostraron diferencias significativas y solo resaltan los indicadores: diversidad económica, dependencia de insumos, uso de tecnologías agroecológicas y capacidad de gestión, donde en algunas de las comparaciones, estas se reflejaron de forma acentuada (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comportamiento de los indicadores de sostenibilidad en los dominios de recomendaciones a través del tiempo.

Variables	Año	Dominios de Recomendaciones		
		DR I (n=10)	DR II (n=2)	DR III (n=3)
Diversidad económica (DE)	2004	6.834 a	5.334 b	5.330 b
	2005	7.035 a	5.334 b	5.333 b
	2006	7.3 a	5.83 b	5.89 b
Dependencia de Insumos (DI)	2004	5.1 ab	4.5 b	6.0 a
	2005	5.65 ab	5.0 b	6.5 a
	2006			
Tecnologías Alternativas (TA)	2004	5.866 a	4.165 b	5.78 a
Capacidad de gestión (CG)	2004	5.7 a	4.33 b	5.223 ab

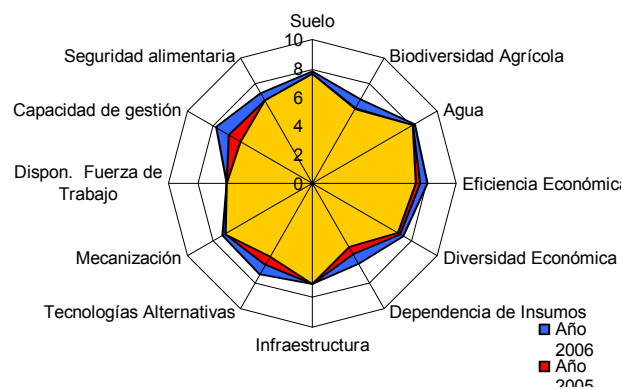


Figura 16. Comportamiento de la Sostenibilidad en el dominio de recomendación I

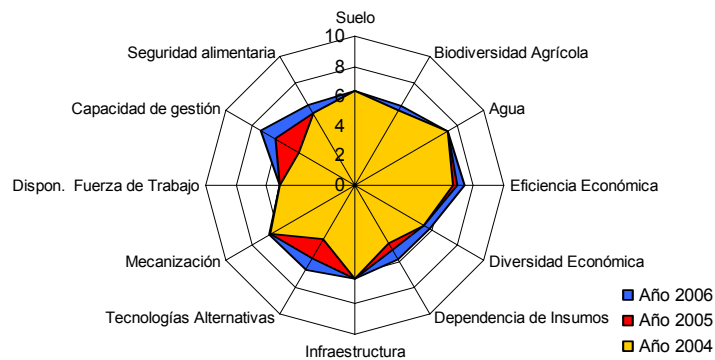


Figura 17. Comportamiento de la Sostenibilidad en el dominio de recomendación II

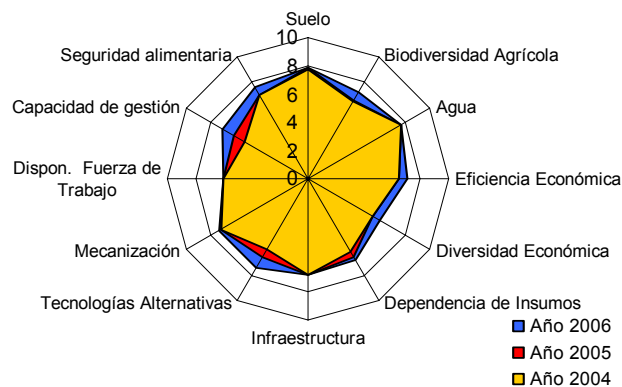


Figura 18. Comportamiento de la Sostenibilidad en el dominio de recomendación III

Estos indicadores representan los de mayores incrementos a través del tiempo, el resto aunque manifestó tendencias positivas, esta variación no resultó ser significativa.

Los resultados demuestran que la heterogeneidad que existe entre los dominios de recomendaciones puede conllevar a un comportamiento diferencial de los indicadores de sostenibilidad a través del tiempo frente a la implementación de los programas de desarrollo. Además, estos resultados evidencian que el dominio de recomendación I alcanzó un mayor acercamiento a la sostenibilidad, caracterizado por los mejores valores de los indicadores evaluados, mientras que el dominio de recomendación III agrupó los agroecosistemas con menor desarrollo económico-productivo.

Es importante destacar, que al observar el comportamiento individual de los agroecosistemas, se distinguió en el dominio de recomendación I, una finca que por sus buenos resultados, fue motivo de un análisis individual, visto como estudio de caso.

4.2.2.3. Análisis de la sostenibilidad de la finca “La Chivería”. Estudio de caso

4.2.2.3.1. Justificación del estudio de caso

El análisis de la sostenibilidad en la comunidad Zaragoza manifestó un comportamiento heterogéneo en los 15 agroecosistemas estudiados, demostrándose que un 20 % de los agroecosistemas asumió con gran empeño la propuesta de desarrollo implementada y captó el mensaje llevado desde el inicio, para alcanzar una mayor transformación hacia la sostenibilidad, donde se destacó la finca “La Chivería” (JM) con un incremento del IGS de 17.75 %, siendo mayor que el del resto de los sistemas estudiados (Figura 19).

En este escenario productivo se comprendió con rapidez la importancia de la transformación de su agroecosistema y el productor se convirtió en un líder de la comunidad Zaragoza, capaz de asumir nuevos retos, en pos de ayudar a que los demás actores avancen hacia un desarrollo sostenible. Esta familia convirtió la finca en un escenario clave para continuar su transformación hacia la sostenibilidad, una vez concluida la investigación. La guía acertada del jefe de familia y el entusiasmo y fuerza de voluntad de los demás miembros constituyeron elementos determinantes para lograr el éxito.

Este comportamiento diferencial se visualizó al realizar un análisis de conglomerados jerárquicos considerando como criterio de agrupamiento el incremento del valor de los

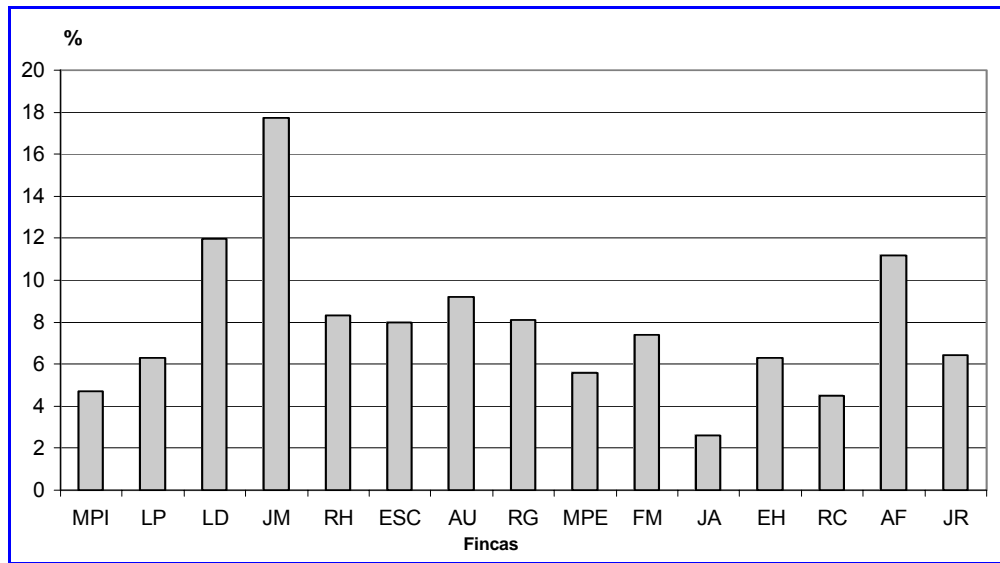


Figura 19. Incremento del índice general de sostenibilidad en los agroecosistemas de la comunidad Zaragoza desde el año 2004 hasta el 2006

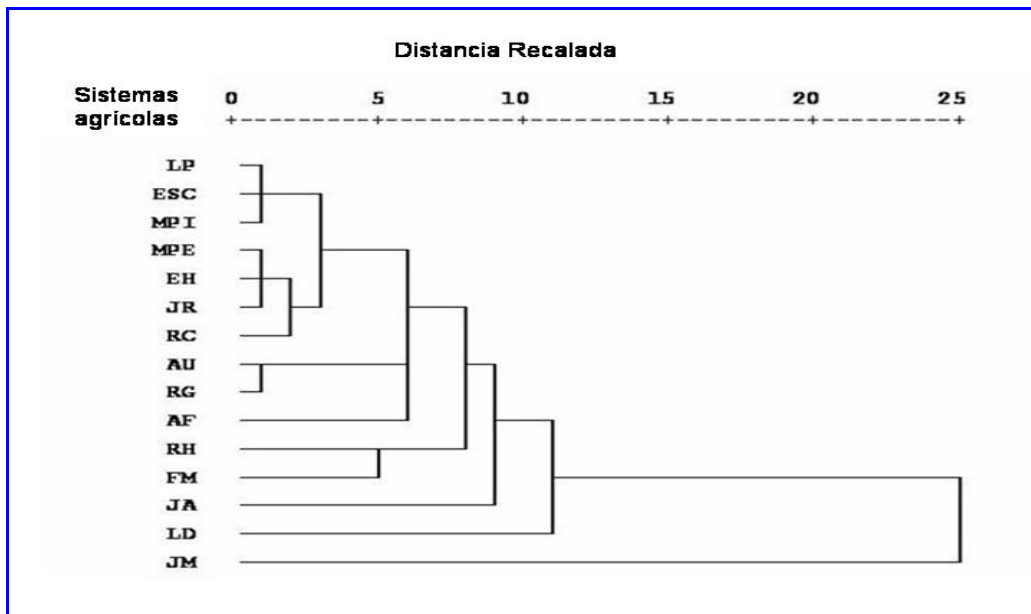


Figura 20. Agrupamiento de los agroecosistemas a partir del incremento del valor de los indicadores de sostenibilidad desde el año 2004 hasta el 2006

indicadores de sostenibilidad en la escala estandarizada desde el año 2004 hasta el año 2006, donde la finca JM, aparece como un grupo independiente (Figura 20). Esta observación motivó la realización un análisis de la sostenibilidad en esta finca como caso independiente.

4.2.2.3.2. Comportamiento de los indicadores de sostenibilidad en la finca “La Chivería”

Al analizar el comportamiento de los indicadores en el tiempo, se observaron algunos con altos valores pero un comportamiento pasivo y otros con valores bajos y medios, que manifestaron un incremento significativo; por tanto, para un análisis de agrupamiento se debe hacer por dos vías: (1) considerando el valor de juicio en la escala de valores y (2) considerando la similaridad del incremento de un año a otro.

El análisis por la primer vía, mostró que a una distancia recalada de 17 se forman claramente dos grandes grupos de indicadores. El grupo I con un 58.33 % de participación y formado por los de valores mas altos (7.77- 9.0), y el grupo II con un 41.67 % y formado por los indicadores que menor promedio manifestaron a través del tiempo (Figura 21). Al disminuir la distancia recalada, se incrementa la formación de grupos distribuidos por un orden decreciente de los valores de los indicadores. Este análisis sitúa a los indicadores agua e infraestructura como los que mejores valores manifestaron en los tres años de evaluación y a los indicadores dependencia de insumos y capacidad de gestión como los de menores valores; sin embargo, son los indicadores que mejor respuesta mostraron frente a la implementación de la propuesta de desarrollo sostenible. Por tanto, fue necesario realizar el análisis teniendo como criterio de agrupamiento la similaridad del incremento de los indicadores a través del tiempo.

Este segundo análisis determinó que a una distancia recalada (≥ 10), se forman dos grupos de indicadores con una participación porcentual de 66.7 y 33.3 % respectivamente y un orden creciente de incremento; de esta forma, el primer grupo concentra los indicadores que menor incremento mostraron a través del tiempo (Figura 22)

Al realizar el corte a una distancia recalada de 5, se formaron claramente 4 grupos que mantienen alta heterogeneidad, con un comportamiento diferencial frente a la implementación de la propuesta de desarrollo (Cuadro 13).

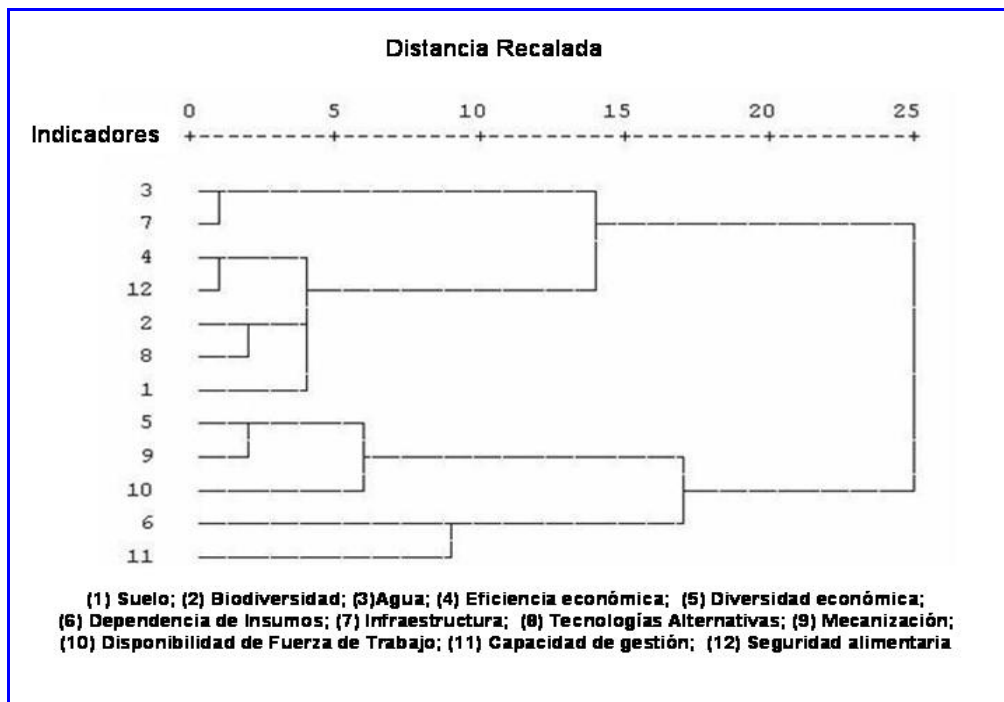


Figura 21. Agrupamiento de indicadores en la finca JM, a partir del valor de juicio en escala estandarizada en los años 2004 y 2006

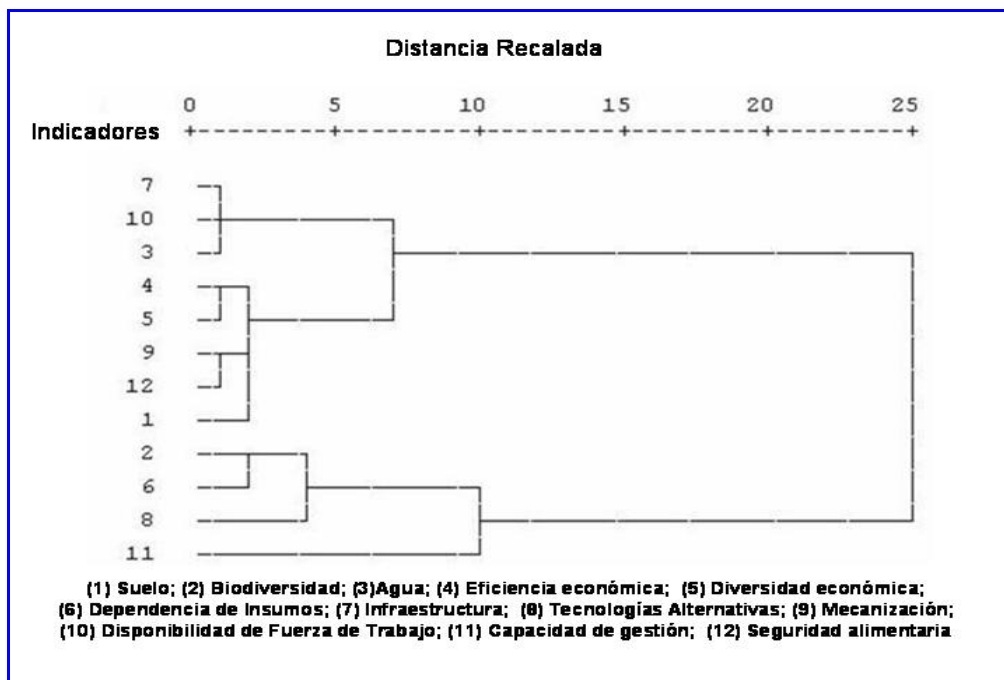


Figura 22. Agrupamiento de indicadores a partir del incremento del valor estandarizado desde el año 2004 hasta el 2006

Cuadro 13. Caracterización y comportamiento de los grupos de indicadores creados

Grupo	Indicadores	Descripción
A	Infraestructura (7); disponibilidad de fuerza de trabajo (10); agua (3)	Comportamiento pasivo No manifestaron incremento
B	Eficiencia económica (4); diversidad económica (5); mecanización (9); seguridad alimentaria (12); suelo (1)	Comportamiento activo Incremento discreto Influencia positiva en la sostenibilidad del sistema.
C	Biodiversidad (2); dependencia de insumos (6); tecnologías alternativas (8)	Comportamiento activo Alto incremento en el tiempo Alto aporte en la sostenibilidad del sistema.
D	Capacidad de gestión (11)	Comportamiento activo Muy alto incremento en el tiempo Alto aporte en la sostenibilidad del sistema.

El grupo A se caracterizó por aglomerar indicadores con un comportamiento pasivo y que no manifestaron incrementos en el tiempo, aunque también son considerados de gran importancia para describir y representar la sostenibilidad de los sistemas agrarios.

En el grupo B se concentró el mayor número de indicadores con el 41.67 %, caracterizado por manifestar un incremento discreto, en un rango entre 6.7 y 14 %, pero que influyen positivamente en la sostenibilidad de los agroecosistemas.

Los grupos C y D, concentraron al 26.67 % de los indicadores y se caracterizaron por manifestar un comportamiento activo, un alto incremento en el tiempo y un alto aporte en la sostenibilidad de los agroecosistemas.

4.2.2.3.3. Análisis de la sostenibilidad por sus tres dimensiones básicas

El uso de indicadores económicos, ecológicos y socioculturales, permitió observar las tendencias por dimensión de análisis y aunque existe interdependencia entre ellas, posibilita identificar los elementos críticos o amenazas a la sostenibilidad.

4.2.2.3.3.1. Sostenibilidad de la dimensión ecológica de la finca “La Chivería”

La dimensión ecológica presentó los IGS más altos con valores de 0.78; 0.79 y 0.91 en los tres años de evaluación, respectivamente; sin embargo, estuvo caracterizada por el menor incremento general con solo un 16.7 %. Esto se debe a que presentan un mayor

acercamiento a los valores deseados de sostenibilidad; por tanto, los cambios que puedan ocurrir son menores; por otra parte, los indicadores que describieron esta dimensión requieren de mayor tiempo para manifestar los cambios experimentados. El incremento en esta dimensión estuvo caracterizado por los indicadores suelo y biodiversidad, los cuales manifestaron diferencias significativas al comparar los años 2004 y 2006 (Cuadro 14)

Cuadro 14. Incremento del IGS y comportamiento de los indicadores de sostenibilidad en la dimensión ecológica de la finca JM

Indicadores	Años		Significancia	Incremento (%)
	2004	2006		
Suelo	7,33	8,67	**	18,28
Biodiversidad	7	9,67	**	38,14
Agua	9	9	-	0
IGS	0,78	0.91	-	16.7

El indicador agua presentó valores altos con un comportamiento estable a través del tiempo, a partir del criterio empleado para su medición. No se realizaron acciones directas para mejorar este indicador; sin embargo, se infiere que la finca funciona como un sistema integrado, donde todos sus componentes están interrelacionados y al actuar sobre algunos de ellos y mejorarlos, puede influir positivamente en los demás. El agua que se utiliza para uso doméstico proviene de la red pública y según análisis realizados (Pág. 46, cuadro 5), tiene calidad química adecuada para tales usos.

El indicador suelo tuvo un comportamiento pasivo en los años 2004 y 2005, y un mayor incremento en el 2006, para un total del 18.28 %, distribuido en las variables: calidad del suelo por observación visual, relación área total/ área cultivable y fertilidad de suelo.

La finca presenta un suelo Fersialítico Pardo Rojizo según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2006) y los parámetros químicos evaluados se encuentran dentro de los rangos permisibles para este tipo de suelo, este presentó un discreto incremento, destacándose el contenido de materia orgánica (Cuadro 15), el cual constituye un indicador de la calidad del mismo, de gran importancia para garantizar producciones rentables.

Al referirse a la materia orgánica, Quiroga *et al.* (2000) afirman que es el principal indicador e indudablemente, el que posee una influencia más significativa sobre la calidad del suelo. Por otro lado, Domínguez *et al.* (2005) y Janzen (2006), plantean que su mineralización se traduce en una mayor disponibilidad de nutrientes para los cultivos. La mejoría de este indicador estuvo condicionada también por un mejor aprovechamiento del área y un incremento de la calidad basada en criterios emitidos por los actores relacionados con la facilidad para el laboreo y el desarrollo de los cultivos.

Cuadro 15. Características químicas del suelo de la finca JM

Años	MO (%)	pH (H ₂ O)	Expresada en (cmol.Kg ⁻¹)				P (ppm)
			Na	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
2004	2.61	7.73	0.23	0.31	44	10.77	50.33
2006	3.15	7.8	0.25	0.49	38.3	15.27	51.33

De forma general, este incremento respondió a la implementación de acciones directas hechas para mejorar este indicador, entre las que se encuentran, el uso de abonos orgánicos como estiércoles, humus de lombriz y abonos verdes, incorporación de parte de los desechos de las cosechas, uso de biofertilizantes a base de hongos micorrízicos, disminución del uso de agroquímicos y el desarrollo de un manejo de la finca con asociaciones, rotaciones y disminución del laboreo del suelo.

Al referirse a la eficiencia de las alternativas orgánicas para mejorar las propiedades del suelo, Hole *et al.* (2005) y Glover *et al.* (2000), plantean que el uso de abonos orgánicos y otras técnicas conservacionistas, contribuyen a la mayor densidad de lombrices en el suelo y estas son consideradas uno de los principales indicadores de la estabilidad y calidad del suelo (Decaens *et al.*, 1994; Mausbach y Seybold, 1998; Glover *et al.*, 2000); su presencia está relacionada positivamente con los niveles de materia orgánica en el mismo, y negativamente con el uso de herbicidas, labranza y fertilización sintética intensiva en el sistema (Giller *et al.*, 1997; Primavesi, 1999; Altieri, 2002).

La biodiversidad agrícola fue uno de los indicadores que mejor respuesta mostró frente a la propuesta de desarrollo implementada y se materializó con un incremento del 38.14 %, lo que manifestó gran diferencia entre un año y otro. Este indicador se caracterizó principalmente por el incremento del número de especies vegetales manejadas, de 58 especies en el año 2004 hasta 73 y 78 en los años 2005 y 2006 respectivamente, para un incremento de 20 especies en total.

Al analizar las especies ganadas por grupos de cultivos, se observó predominio de las especies alimenticias y trajo consigo un incremento en los índices de equitatividad, de Diversidad de Shannon-Weaner (H') y de Riqueza de Margalef (DMg); sin embargo, disminuyó el índice de Dominancia de Simpson (D_{Sp}). (Cuadro 16)

Cuadro 16. Comportamiento de los índices ecológicos en la finca JM

Índices	Año 2004	Año 2005	Año 2006
Número de individuos (N)	58	73	78
Riqueza de especies (S)	10	10	11
Uniformidad (E)	0.8375	0.88335	0.8962
Índice de Margalef (D_{Mg})	2.21651	2.10444	2.31616
Índice de Simpson (D_{Sp})	0.17302	0.14945	0.13153
Índice de Shannon –Weaner (H')	1.9284	2.03399	2.14857

Estos resultados evidencian, que además de la ganancia de especies, la agrobiodiversidad se caracterizó por una mejor distribución en los diferentes grupos de cultivos. Al referirse a los índices ecológicos, algunos autores plantean que son indicadores de la estabilidad ecológica de los sistemas agrícolas (Odum, 1986; Moreno, 2001); una mejoría en los mismos está relacionada con un incremento de la biodiversidad, disminución de la dominancia de especies, lo cual influye positivamente en el equilibrio ecológico de la finca y al mismo tiempo en la disminución de las afectaciones por plagas. Sin embargo, estos índices poseen limitaciones para mostrar la mejor distribución de los grupos de la agrobiodiversidad para lograr un mayor acercamiento hacia la sostenibilidad, por lo que resulta conveniente considerar nuevos índices, dirigidos a evaluar de forma más integral el papel de la agrobiodiversidad en el agroecosistema.

4.2.2.3.3.2. Sostenibilidad de la dimensión económica de la finca “La Chivería”

La dimensión económico-productiva tiene gran importancia para la sostenibilidad general de la finca y es un estimulante para desarrollar acciones y aceptar tecnologías que influyan directamente en la sostenibilidad ecológica y social. Esta dimensión presentó valores del IGS de 0.71; 0.76 y 0.86 en los tres años de evaluación y estuvo caracterizada por un incremento general de un 21.12 %.

Este incremento estuvo protagonizado por los indicadores tecnologías alternativas, dependencia de insumos, diversidad económica y eficiencia económica del año 2004 al 2006 (Cuadro 17).

Cuadro 17. Incremento del IGS y los indicadores de sostenibilidad en la dimensión económica de la finca JM.

Indicadores	Años		Significancia	Incremento (%)
	2004	2006		
Eficiencia económica	7,8	9,2	*	17,95
Diversidad económica	6,33	7,67	**	21,17
Dependencia de insumos	5,5	8,5	***	54,54
Infraestructura	9	9	-	0
Tecnologías alternativas	7	9,33	***	33,29
Mecanización	7	7,67	-	9,57
IGS	0,71	0,86	-	21.12

El indicador eficiencia económica manifestó un incremento del 17.95 % y se caracterizó por un aumento en el rendimiento de los principales cultivos agrícolas, dado por la introducción de variedades más productivas, disminución de los costos de inversiones mediante el empleo de las alternativas agroecológicas y el aumento de la productividad total del sistema. Estas variables se materializaron en un incremento significativo de las ganancias totales equivalentes a 48, 80 y 150 miles de pesos en los años 2004, 2005 y 2006, respectivamente.

La experimentación campesina y la participación en ferias de diversidad, le permitieron al productor introducir nuevas variedades, seleccionadas por criterios propios relacionados con el rendimiento y adaptabilidad a las condiciones y circunstancias de la finca.

El indicador diversidad económica, manifestó un incremento entre el año 2004 y 2006 del 21.17 %, y se caracterizó por la diversidad de opciones productivas de la finca, la diversificación de mercado y otros ingresos alternativos.

En el año 2004, la finca dependía económicamente de un número reducido de cultivos, donde se destacaban: *Oryza sativa*, *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, *Xanthosoma sp*, *Solanum lycopersicon* y *Musa sp*. En el año 2006, se habían incorporado otros cultivos al ingreso económico de la finca, como *Manihot esculenta*, *Allium sativum*, *Allium cepa*, *Vigna sesquipedalis* y *Psidium guajava*. Por otro lado, se incorporaron a la generación de

ingresos la producción de huevos de gallina y la prestación de servicio, mediante la utilización de los implementos agrícolas y la mecanización. Estos últimos también proporcionan soluciones sociales, las cuales el estado no siempre puede materializar.

Es importante destacar que la gran diversidad varietal introducida, influyó positivamente en la generación de ingresos, un ejemplo visible lo constituyó el cultivo del tomate. Este inicialmente significaba una sola opción económica, con la introducción de nuevas variedades de consumo fresco y variedades de tomate industrial, actualmente se comercializa tomate para consumo fresco e industrial, procesado artesanalmente y semillas de alta calidad. Debe considerarse que la introducción de un nuevo cultivo al agroecosistema, representa el 100% de incremento productivo, al no contarse con ningún elemento comparativo, siendo mayor el impacto que cuando se introduce una nueva variedad, la cual solo incrementa la diferencia con respecto a la anterior.

El indicador infraestructura presentó valores altos con un comportamiento estable a través del tiempo, estuvo condicionado por la especialización de la finca y los intereses de los productores, lo cual no sufrió modificaciones significativas en el período evaluado.

La mecanización manifestó un incremento del 9.57 % y estuvo caracterizado por la innovación de aditamentos e implementos agrícolas en la finca y por la adquisición de nuevos implementos, a partir de mayores ganancias económicas.

El indicador dependencia de insumos se ubicó en el grupo C, donde se concentran los indicadores que más influyeron en la sostenibilidad de la finca y mejoró en un 54.54 % en el año 2006, lo cual implica una menor dependencia externa de recursos y se caracterizó principalmente por la disminución del empleo de agroquímicos, disminución del gasto de energía para el riego y el uso de maquinaria. Por otro lado, influyeron también las acciones desarrolladas para la producción de sus propias semillas y el uso de abonos orgánicos y humus de lombriz producidos en la misma finca.

La introducción y aceptación de alternativas agroecológicas se ubica entre los indicadores que más influyeron a la sostenibilidad de la finca con un incremento del 33.29 %, su utilización manifestó un comportamiento ascendente a través de los años con una puntuación de 7.0; 8.0 y 9.33 respectivamente, lo cual se materializó en el incremento del

uso de los abonos orgánicos y biofertilizantes, los policultivos, incremento de la biodiversidad específica y genética, así como diferentes alternativas para producir y conservar sus propias semillas (Figuras 23, 24, 25, 26, 27 y 28).

Según Fe *et al.* (2003), la producción, disponibilidad y calidad de semillas constituye una problemática para los productores campesinos y para el país en general. A partir del conocimiento de esta problemática, en la finca se desarrolló un sistema de producción y conservación de semillas que permitió satisfacer sus necesidades, prestarle servicio a productores vecinos, servir de ejemplo a la comunidad y expandir la experiencia.

El análisis de los indicadores económicos permitió concluir que en el año 2006, la finca JM presentó mayor sostenibilidad económica que en años anteriores, con tendencias a seguir aumentando el área que representa la sostenibilidad.

4.2.2.3.3. Sostenibilidad de la dimensión social de la finca “La Chivería”

La dimensión social de la sostenibilidad, presentó los valores más bajos del IGS; sin embargo, de forma general, fue la dimensión que mayor incremento presentó a través del tiempo, con un 25.34 %. Este incremento estuvo protagonizado por el aumento altamente significativo del indicador capacidad de gestión (Cuadro 18).

Cuadro 18. Incremento del IGS y los indicadores de sostenibilidad en la dimensión social de la finca JM

Indicadores	Años		Significancia	Incremento (%)
	2004	2006		
Disponibilidad de fuerza de trabajo	6,5	6,5	-	0
Capacidad de gestión	5,67	9,67	***	70,55
Seguridad alimentaria	8	9	-	12,5
IGS	0,67	0,84	-	25.34

La disponibilidad de fuerza de trabajo mostró valores bajos, influyendo proporcionalmente en la relación de fuerza de trabajo por superficie, representando una debilidad de la finca. El agroecosistema actualmente conformado por cuatro hectáreas en producción, es atendido directamente por el campesino líder, su esposa y alguna contratación ocasional.

La seguridad alimentaria manifestó un incremento del 12.5 % y se caracterizó por el aumento del número de componentes de la biodiversidad que significan fuentes de



Figura 23. Cultivos intercalados. *Zea mays* y *Cucurbita pepo*



Figura 24. Cultivos intercalados *Cucurbita pepo* y *Sesamun orientale*



Figura 25. Cultivos intercalados. *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*



Figura 26. Producción de abonos orgánicos. Humus de Lombriz



Figura 27. Secado de semillas. Variedades de frijol



Figura 28. Conservación de semillas

proteínas y de grasas para la dieta humana, tales como: leguminosas, oleaginosas, crianza de carneros y gallinas ponedoras para el consumo de huevos, lo cual desde el punto de vista cualitativo, resulta de gran importancia para la alimentación familiar.

Los alimentos producidos en la finca tienen 3 destinos básicos: (i) para la alimentación familiar, (ii) para el mercado estatal y particular (generación de ingresos), (iii) para obras de servicios sociales (donación a escuelas, círculos infantiles y hogar materno). La familia prioriza el primer destino, aun cuando exista un mercado para los mismos, como una estrategia de mantener la calidad alimentaria del hogar, reducir la dependencia externa y la vulnerabilidad frente a cambios que comprometan la seguridad alimentaria de la familia.

La capacidad de gestión fue el indicador que mayor incremento manifestó del año 2004 al año 2006, con un 70.55 %, ubicándose en el grupo IV. Estuvo relacionado con el incremento de los conocimientos sobre Agroecología y agricultura sostenible, de la capacidad innovativa, del nivel de socialización e intercambio del conocimiento y del uso eficiente de los recursos que representan fortalezas para el sistema.

4.2.2.3.4. Integración de las tres dimensiones

El IGS manifestó un comportamiento creciente, caracterizado por un incremento discreto del año 2004 al 2005 (de 0,72-0,76) y un incremento mayor (de 0,76-0,87), del año 2005 al 2006 (Figura 29).

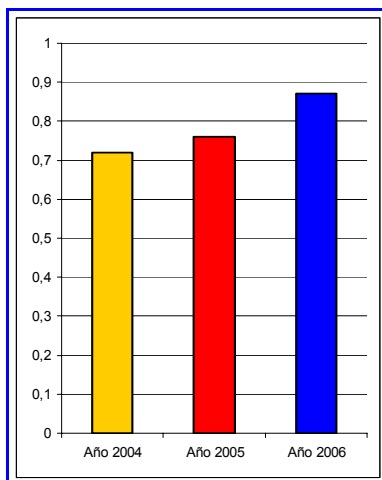


Figura 29. Comportamiento del IGS en la finca JM

Los resultados se corresponden con el proceso por el que atravesó la propuesta de desarrollo sostenible: Año 2004, adaptación e implementación de la propuesta; año 2005, aceptación e implementación de la propuesta y año 2006 implantación y desarrollo.

Estos valores son considerados aceptables al hablar de la sostenibilidad general de un sistema; sin embargo, no llega a los valores óptimos del índice, por lo que solamente se considera a la finca como un sistema en

camino hacia la sostenibilidad con tendencias crecientes.

Al referirse al IGS, Zinck *et al.* (2005) lo consideran como el grado de desarrollo sostenible y expresan que un sistema es fuertemente sostenible cuando este alcanza valores mayores de 0.70. Por otro lado, Sepúlveda *et al.* (2002), consideran a un sistema estable cuando el índice de desarrollo tiene valores de 0.6 a 0.8 y de alcanzar valores entre 0.8 y 1.0, se considera como la situación óptima del sistema.

Al representar gráficamente el comportamiento general de los indicadores evaluados, se observó con mayor precisión las tendencias de la sostenibilidad de las fincas, con un incremento del área que representa la misma y de una forma heterogénea, donde cada indicador manifiesta una forma particular de incremento (Figura 30).

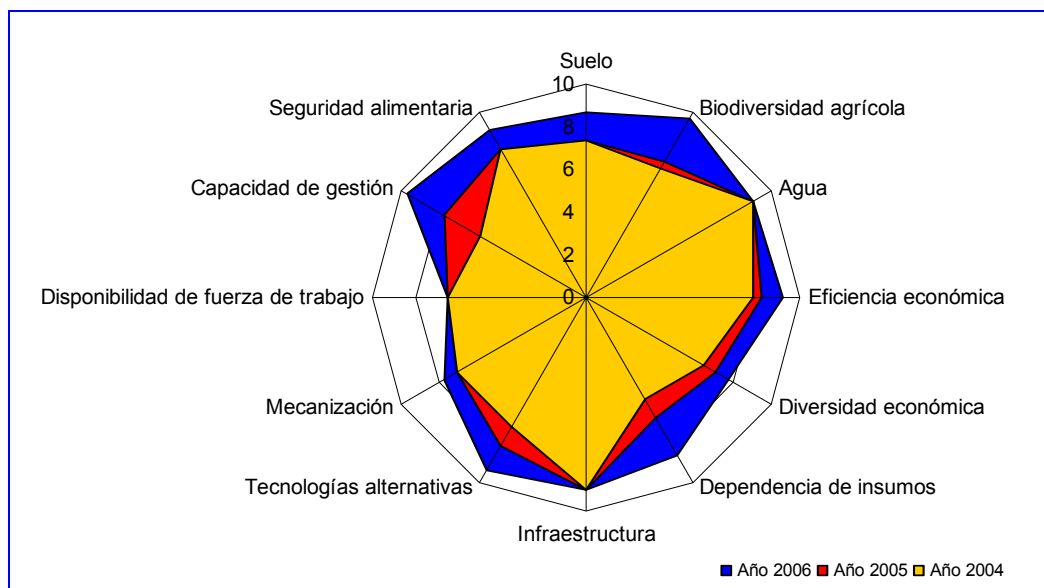


Figura 30. Comportamiento de los indicadores de sostenibilidad en la finca JM

La mayoría de los indicadores analizados, aunque no alcanzaron los valores óptimos en la escala de valores, lograron ubicarse entre los rangos aceptables, sobresaliendo la biodiversidad agrícola, dependencia de insumos, alternativas agroecológicas y capacidad de gestión, como los indicadores que más aportaron al área de sostenibilidad con un incremento de 38.4, 54.54, 33.29 y 70.55 % respectivamente.

Al analizar estos indicadores considerando la finca como un sistema integral, se observó que su comportamiento está influido además por la relación que tiene con otros indicadores.

La diversidad de especies manejadas manifestó una relación directa con los demás indicadores con aportes a la sostenibilidad ecológica y socioeconómica del sistema productivo. En este sentido, Schroth *et al.*, (2004) plantean que aunque la diversidad específica es considerada como un indicador ecológico, también se analiza desde una perspectiva socioeconómica. La diversidad de especies en la finca genera los ingresos necesarios para la economía y autosuficiencia del hogar, además regula la sinergia funcional entre los componentes del sistema (Reijntjes *et al.*, 1999).

La dependencia de recursos externos significa un alto riesgo para los productores agrícolas, al aumentar el valor positivo de este indicador, significa menor dependencia externa y mayor grado de sostenibilidad; por otro lado, este indicador cobra gran importancia actual y brinda una visión a largo plazo desde la perspectiva de la sostenibilidad de la producción, tomando en cuenta la tendencia del aumento del precio del petróleo y de sus derivados y los daños a la salud, ocasionados por los productos agroquímicos sintéticos. Algunos autores como Conway (1998), Lyngbaek *et al.* (2001), Sosa *et al.* (2004), al referirse a los recursos externos del agroecosistema, señalan que la dependencia externa principalmente de productos agroquímicos sintéticos, representa una de las principales amenazas para la sostenibilidad de la producción.

La introducción y aceptación de alternativas agroecológicas presenta una estrecha relación con la sostenibilidad ecológica de la finca y además, las tecnologías aceptadas estuvieron enfocadas a la disminución de las inversiones por la adaptación de tecnologías basadas en el uso eficiente de los recursos locales, lo cual también influyó directamente en la sostenibilidad económica del sistema.

La aceptación de alternativas agroecológicas manifestó además, estrecha relación con la dimensión social de la sostenibilidad, caracterizada por un incremento del nivel cognoscitivo del productor sobre los principios de la Agroecología y la agricultura sostenible; lo cual, al ser analizado en su conjunto, manifestó una mejoría de la eficiencia general del sistema; esto se evidencia en lo expresado por CIED (2007), al referir que las técnicas agroecológicas y el uso de recursos, la capacitación y capacidad de gestión conllevan a operativizar recursos ociosos, recuperar e innovar implementos agrícolas, optimizar subsistemas y recursos, incrementar la diversidad, implementar el reciclaje de nutrientes y regenerar la fertilidad del suelo.

La capacidad de gestión fue el indicador que mayor incremento manifestó del año 2004 al año 2006, con un 40 %; este comportamiento estuvo relacionado directamente con el incremento del nivel cognoscitivo y la participación de todos los integrantes de la familia en las decisiones generales de la finca, lo cual condujo a un manejo más eficiente de los recursos del sistema.

El principal obstáculo que se observó en la finca para un mayor acercamiento hacia el desarrollo sostenible, estuvo relacionado con la disponibilidad de fuerza de trabajo, esto representa una debilidad del sistema y debe ser analizada integralmente, de manera que todos los miembros de la familia contribuyan conjuntamente a través del apoyo mutuo, tomando en cuenta las características socioeconómicas locales, con perspectivas de contratación de fuerza de trabajo externa.

De forma general, la propuesta de desarrollo sostenible en la finca JM tuvo gran aceptación y manifestó resultados muy positivos con tendencias a seguir incrementando su impacto en la sostenibilidad del sistema.

4.2.2.4. Consideraciones generales de las tendencias de la sostenibilidad en los tres niveles de actuación.

Al hacer un análisis general de la sostenibilidad, se observó que los indicadores seleccionados dan sustento a su valoración y análisis, para describir su comportamiento en el tiempo, observándose una clara tendencia a incrementarse los valores estandarizados y el IGS, lo cual coincide con el planteamiento de investigadores como Masera *et al.* (1999), Harold *et al.* (2006) y North y Hewes (2006), que consideran que el uso de indicadores y la aplicación de la técnica gráfica del Ameba, permiten entre otros aspectos, observar tendencias hacia la sostenibilidad general en los predios o microcuencas y fortalecer procesos que respondan a las debilidades observadas.

Es importante destacar que este comportamiento estuvo enfocado a los indicadores seleccionados, los cuales describen con facilidad y viabilidad práctica, las tendencias de la sostenibilidad a partir de la implementación de la propuesta de desarrollo; sin embargo, existen otros indicadores básicos como salud y educación que no fueron seleccionados por existir conformidad en su desempeño entre los actores y demás participantes, al responder a programas priorizados por el sistema social.

Al hacer el análisis de la sostenibilidad por dominios de recomendaciones, se demostró que las diferencias existentes entre estos grupos conducen a un comportamiento heterogéneo de los indicadores de sostenibilidad a través del tiempo, frente a la implementación de la propuesta estratégica, lo que evidencia la necesidad de ajustar los programas de desarrollo a las características específicas de los grupos de sistemas y a sus necesidades particulares. Este análisis crea un antecedente que puede ser utilizado para identificar acciones prioritarias para cada dominio, apropiadas a las condiciones socioeconómicas y ecológicas de cada grupo. En este sentido, Jänicke y Klaus (2006) plantean, que a la hora de fomentar el desarrollo sostenible agrícola, la mayor dificultad es buscar las medidas adecuadas que se adapten a las circunstancias de todos los agroecosistemas y tengan en cuenta su complejidad, por tanto es recomendable crear grupos de sistemas con circunstancias similares para reducir la complejidad de las recomendaciones.

El análisis de la sostenibilidad en el estudio de caso permitió hacer una valoración más detallada del comportamiento de los indicadores seleccionados; de esta forma, se observó que la diversidad de especies manejadas, la sustitución de insumos a partir de alternativas agroecológicas y la capacidad de gestión, fueron los aspectos que más aportaron al incremento de la sostenibilidad. Por otra parte, el comportamiento de estos indicadores mostró el papel que desempeñó la capacitación en este agroecosistema, elevando así el nivel cognoscitivo de todos los integrantes de la familia, lo cual conllevó a un manejo más eficiente de los recursos del sistema, coincidiendo con lo expresado por la FAO (1991) y Bolliger *et al.* (1993), al señalar que la capacitación proporciona grandes beneficios para los agroecosistemas, incrementa el sentido de pertenencia y compromiso de sus integrantes; además, según Masera *et al.* (1999) y Duarte (2005), aumenta la capacidad de gestión lo cual propicia flexibilidad o adaptabilidad del sistema como uno de los atributos básicos de la sostenibilidad.

De forma general, se pudo observar que en este agroecosistema, la capacitación, unido al incremento de la capacidad de gestión, propiciaron operativizar recursos ociosos, recuperar e innovar implementos agrícolas, optimizar el uso de energía, incrementar la diversidad de utilidad práctica, implementar el reciclaje de nutrientes y regenerar la fertilidad del suelo

mediante alternativas agroecológicas; se logró además, mayor motivación, participación y apoyo mutuo de los integrantes de la familia para el funcionamiento del sistema.

Es importante destacar que la capacidad de comunicación adquirida por el actor principal para exponer sus resultados, ha permitido transmitir sus experiencias a otros actores, decisores, facilitadores y demás visitantes, en reuniones y talleres tanto nacionales como internacionales. Por otro lado, esta finca ganó el mérito de ser considerada “finca de referencia nacional”, condición que otorga el Movimiento de Agricultura Urbana de Cuba, a las fincas que hayan alcanzado altos niveles de desarrollo, que sean sistemas diversificados y capaces de cumplir con los programas que exige dicha organización.

4.3. Estudio de la Agrobiodiversidad en la comunidad Zaragoza. Propuesta de nuevos índices de evaluación.

Durante todo el proceso de desarrollo de la investigación, se observó que la biodiversidad agrícola es el indicador de mayor importancia para la sostenibilidad general de los agroecosistemas, esto se reflejó en su relación directa con los principales indicadores que describieron los cambios ocurridos en dichos sistemas. Estos resultados coinciden con lo expresado por Brack (2005), al plantear que la biodiversidad es riqueza actual y futura, es seguridad económica, alimentaria, de producción, de negociación y seguridad para las generaciones futuras. Sin embargo, no existe una adecuada representación de los diferentes grupos de especies que garantizan las misiones básicas de un agroecosistema. Este aspecto estimuló hacer un análisis individual del comportamiento espacial y temporal de la misma, desde un enfoque integral, considerando su impacto socioeconómico y ecológico en la sostenibilidad del sistema.

4.3.1. Comportamiento espacial y temporal de la agrobiodiversidad

4.3.1.1. Riqueza total de especies agrícolas

En el diagnóstico inicial se encontró un total de 93 especies agrícolas de alto valor utilitario, de las cuales 65 están relacionadas directamente con la alimentación humana y el resto responde a otros usos de importancia ecológica, económica y social. Del total de especies encontradas al iniciarse la investigación, 82 son manejadas por los productores y las demás, son especies asociadas, principalmente arvenses (Cuadro 19).

Cuadro 19. Distribución general de la biodiversidad agrícola en los sistemas productivos de la comunidad Zaragoza.

Grupos de especies	Años			Especies ganadas
	2004	2005	2006	
Alimentación humana	65	75	77	12
Arvenses	7	7	7	0
Cercas vivas y otros usos	6	6	7	1
Medicinales	5	5	6	1
Flores y plantas ornamentales	7	7	7	0
Pastos	3	3	3	0
Abonos verdes	0	1	2	2
Total	93	106	109	16

La agrobiodiversidad disponible en la comunidad no es elevada si se compara con las aparecidas en otros países como Colombia (Leyva, 2000) o en Filipinas (Rosset, 1995); sin embargo superaron las reportadas por Vegas *et al.*, (1998) para agroecosistemas aledaños, donde se registraron 43 especies, predominando la caña de azúcar en monocultivo y las reportadas en una finca campesina de la cuenca Almendares-Vento, donde se registraron 73 especies de plantas cultivadas (Pinzón *et al.*, 2006) y similar a las encontradas en seis conucos de la provincia de Holguín en la región oriental de Cuba, con un registro de 80 especies de importancia agrícola (Esquivel y Hammer, 1992).

La familia con mayor número de especies fue la Fabaceae que representó el 16 % de los cultivos agrícolas inventariados; al referirse a esta, Halffter y Ezcurra (1992) plantean, que en el caso de Cuba es la de mayor número de especies comestibles, seguida por la Poaceae y la Rutaceae; esta última fue la segunda mejor representada en cuanto al número de especies comestibles con un 13.2 %. Estos mismos autores plantean además, que la familia Fabaceae representa el 10.9 % de las especies reportadas para el país.

4.3.1.1.1. Riqueza de especies por agroecosistemas

La agrobiodiversidad manejada en los escenarios productivos en el período estudiado, tuvo un amplio rango de variabilidad, que fluctuó entre 10 y 70 especies, destacándose cuatro escenarios donde se manejan anualmente más de 40 especies agrícolas. Estos son, JM, RH, AU y JR, con 70, 60, 44 y 56 especies respectivamente, en el año 2006 (Figura 31). A demás, representan las fincas que mayor incremento manifestaron en el tiempo.

El reducido número de cultivos agrícolas que se observó en algunos agroecosistemas, no se ajusta a la alta diversidad presente en el país y se plantea que la riqueza en biodiversidad es otra de las principales características de Cuba, que posee el mayor grado de diversidad biológica y endemismo de las Antillas, la que alcanza más del 50% (PPD/ FMAM, 2005).

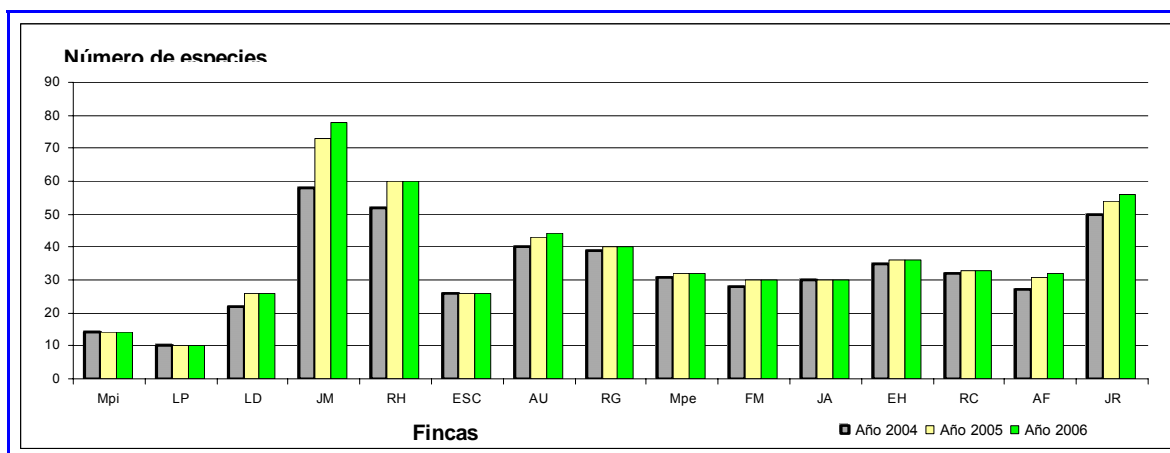


Figura. 31. Número de especies agrícolas por finca en el período 2004- 2006

En el caso particular de la comunidad Zaragoza, se asume que la baja diversidad está relacionada con la especialización de la producción y el poco conocimiento que existe del papel que juega esta en la sostenibilidad general de las fincas.

4.3.1.1.2. Riqueza de especies por grupos de cultivos

La participación de los diferentes grupos de cultivos está dominada por los frutales con el 38.96 % de las especies registradas (Cuadro 20).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Castiñeiras *et al.* (2006) en tres áreas rurales de Cuba, donde los frutales alcanzaron el 38.09 % del total de las especies agrícolas y superior a lo reportado por Perdomo *et al.* (2002) en agroecosistemas de Jaruco, provincia La Habana, donde solo alcanzaron un 24,7 %.

Los frutales son especies perennes y al establecerse en la finca del agricultor ocupan el suelo por tiempo indefinido, lo que le confiere una mayor estabilidad en el sistema; además, los frutales tienen una gran adaptabilidad al clima tropical por lo que hay un gran número de especies reportadas en el país, registrándose 166 en el caso de los huertos urbanos (Rodríguez *et al.*, 2007).

Cuadro 20. Comportamiento de los grupos de especies y representatividad porcentual por superficie ocupada.

Grupos	Años			%	Área (%)
	2004	2005	2006		
Frutales	28	29	30	38,96	13,7
Hortalizas	12	14	14	18,18	15,6
Granos	3	8	8	10,39	26
Viandas*	6	6	6	7,79	28,5
Condimentos	5	5	5	6,49	2
Oleaginosas	2	4	4	5,20	0,5
Otras	2	2	2	2,60	0,2
Animales	7	7	8	10,39	13,5
Total de especies	65	75	77	-	-

* Frutos, raíces y tubérculos comestibles que se sirven guisados, como el ñame, la malanga, el plátano, etc. (Real Academia Española, 2005).

A los frutales les siguieron las hortalizas y los granos con un 18.18 y 10.39 % respectivamente; los demás grupos están representados en menor cantidad. En un estudio realizado en diferentes huertos caseros en comunidades rurales de Cuba, se reportaron 38 especies de frutales, 14 de hortalizas, 10 de raíces y tubérculos y 9 de granos, coincidiendo que los frutales, es el grupo de especies comestibles mejor representados (Castiñeiras *et al.*, 2002). Sin embargo, estos solo ocupan el 13.7 % del área cultivada, lo que demuestra que este grupo no significa el soporte económico de los productores, sino otros grupos de especies, principalmente raíces y tubérculos, granos, hortalizas y animales de producción con un 28.5, 26 y 15.6 y 13,5 % del área cultivada, respectivamente (Cuadro 20).

Las Hortalizas solo se cultivan en el 15.6 % del área, lo cual está relacionado con las condiciones especiales en cuanto a suelo, riego, fertilizantes y atenciones culturales que requieren las especies de este grupo, además tienen un mercado local muy limitado, causado por la falta de hábitos de consumo y los bajos precios de las mismas. Estos aspectos en su conjunto, influyen negativamente en la siembra de grandes áreas de hortalizas en los agroecosistemas estudiados.

4.3.1.2. Dominancia e importancia de las especies.

El índice de Dominancia de Simpson (DSp) mostró heterogeneidad entre sistemas, pero pocos cambios a través del tiempo. Este comportamiento responde a la sensibilidad que manifestó el índice frente a la especialización productiva de los sistemas agrarios, dando mayor peso al número de especies dominantes que al número total de especies (Figura 32).

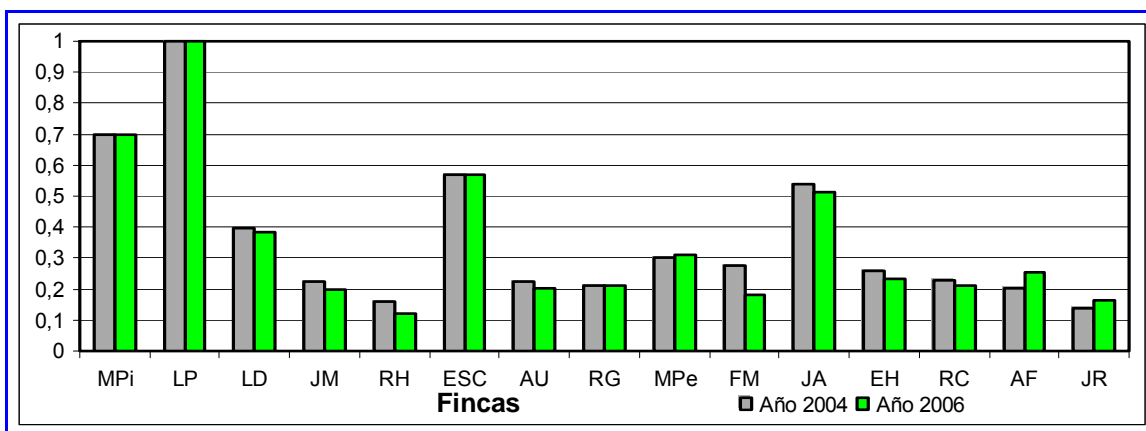


Figura 32. Comportamiento del Índice de Dominancia de Simpson (DSp)

Se observaron fincas con altos valores del DSp, entre las que se destacan MPI, LP, ESC y JA. Estas fincas están caracterizadas por presentar un reducido número de especies y estar dedicadas principalmente al monocultivo de *Oryza sativa*, otras fincas presentaron una alta diversidad y su productividad depende de un gran número de cultivos (RH, JR y FM). Estas manifestaron bajos valores del DSp, llegando a estar en el 2006 por debajo de 0.2, lo cual confirma que no hay especies dominantes (Figura 32).

Las especies perennes de mayor importancia, fueron: *Musa sp*, *Persea americana*, *Mangifera indica*, *Psidium guajava*, *Citrus sinensis* y *Pouteria sapota*, dado por una mayor frecuencia de aparición en los sistemas estudiados y los cultivos anuales de mayor importancia resultaron ser *Zea may*, *Phaseolus ssp*, *Lycopersicum sculentus*, *Manihot esculenta* y *Xanthosoma sp* (Cuadro 21).

Es significativo destacar que el orden de importancia de las especies en los sistemas campesinos de la comunidad Zaragoza, no está condicionado solamente por el valor cuantitativo de mercado y aporte nutritivo de las especies, sino que influyen aspectos

socioeconómicos y ecológicos tales como: tradiciones familiares, disponibilidad de recursos, canales de comercialización, disponibilidad de tierra y hábitos de consumo.

Cuadro 21. Frecuencia de aparición de los principales cultivos.

Cultivos perennes		Cultivos Anuales	
Especies	Frecuencia de aparición (%)	Especies	Frecuencia de aparición (%)
<i>Musa spp</i>	93.33	<i>Zea mays</i>	78.84
<i>Persea americana</i>	80.00	<i>Phaseolus ssp</i>	76.67
<i>Mangifera indica</i>	73.33	<i>Solanum lycopersicum</i>	73.33
<i>Psidium guajava</i>	73.33	<i>Manihot esculenta</i>	70
<i>Citrus sinensis</i>	60.00	<i>Xanthosoma sp</i>	60
<i>Coffea arabica</i>	53.33	<i>Oryza sativa</i>	46.00
<i>Pouteria sapota.</i>	53.33	<i>Arachis hipogaea</i>	36.5
<i>Cocos nucifera, a</i>	46.67	<i>Ipomoea batata</i>	33.33

Al considerar este aspecto, Peter (2004) plantea que la diversidad específica tiene un valor estratégico en la economía campesina, de ahí su selectividad, importancia y frecuencia de aparición. Por otro lado, Castiñeiras *et al.* (2006) plantean que en áreas rurales de Cuba predominan cultivos tales como *Manihot esculenta*, *Musa spp*, *Xanthosoma spp*, *Phaseolus ssp* y *Zea mays*, lo cual manifiesta apego a su cultura alimentaria tradicional

4.3.1.3. Índice de similitud (S)

El índice de similitud en los tres años de evaluación manifestó un comportamiento similar, con un valor promedio bajo (0.44), solamente el 41% de las comparaciones realizadas presentó valores ≥ 0.50 de similitud y el 24 % de las comparaciones tiene valores menores de 0.30 de similitud (Figura 33).

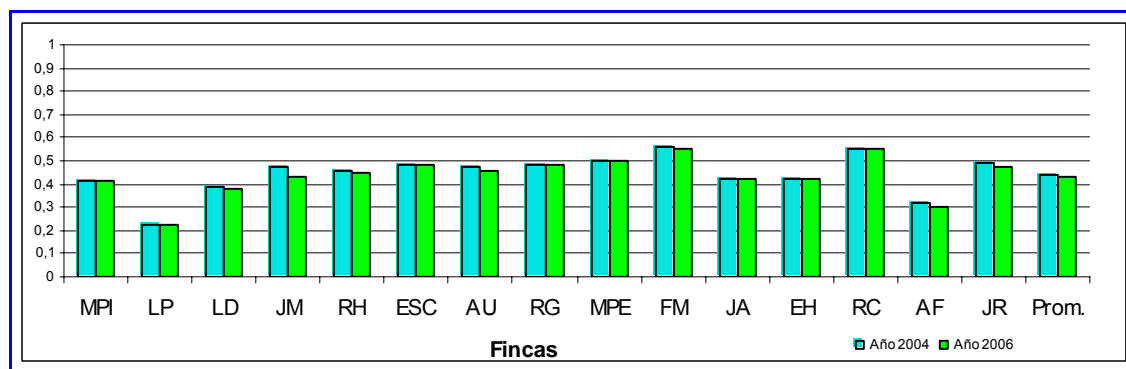


Figura 33. Comportamiento del índice de Similitud (S)

Estos resultados coinciden con lo expresado por Venegas (2004 b), quien plantea que los valores resultantes de este índice cuando fluctúa entre 0 y 0.4, son considerados bajos y cuando se encuentran por encima de 0.5, existe una alta similitud.

Los valores más bajos se encontraron al comparar la finca LP con el resto, con un promedio de 0.22 de similitud, lo que se explica por la baja diversidad de especies y que al mismo tiempo son poco comunes en la región. Los valores más altos de similitud se observaron al comparar las fincas FM, RC, JR y RG con las restantes, con un promedio de 0.56, 0.55, 0.49 y 0.48 respectivamente, aunque no son las fincas con mayor número de especies.

La ligera disminución del índice de similitud en algunas fincas se explica por el incremento de especies que no fueron reportadas en el resto de las fincas, por tanto, el incremento de especies poco comunes en la región disminuyen el índice de similitud, ya que son especies cultivadas por pocos productores; sin embargo, el coeficiente se ve favorecido por las especies más comunes.

4.3.1.4. Índices de diversidad de Shannon-Weaner (H')

El Índice de Diversidad de Shannon-Weaner (H') presentó valores bajos, solamente el 53 % de los agroecosistemas estudiados se encontró entre 1.5 y 3.5 que según Odúm (1986) y Venegas (2004b), son los valores adecuados para este índice, sobrepasando difícilmente el valor de 4.5, el resto de las fincas estudiadas presentaron valores inferiores a los establecidos como adecuados para el índice (Figura 34).

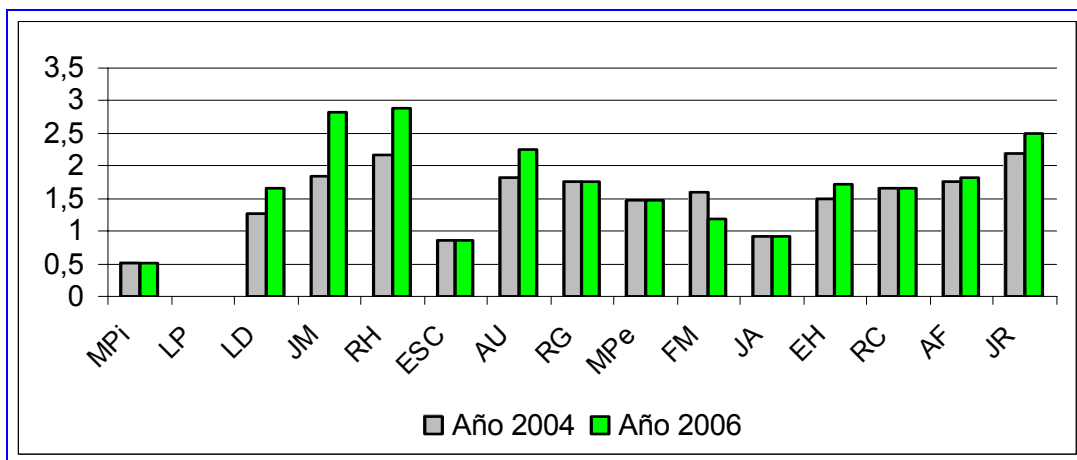


Figura 34. Comportamiento del índice de Diversidad de Shannon-Weaner (H')

Estos resultados indican que los sistemas estudiados no son lo suficientemente heterogéneos como para sustentar una alta diversidad específica, lo cual se manifestó en el reducido número de especies agrícolas encontradas. En este sentido sobresale la finca LP con un H' de 0,00026, lo cual se debe a una muy baja diversidad de cultivos agrícolas y a una alta dominancia, esta finca se caracteriza por ser completamente arrocerera.

En general se observó un incremento del H' en el año 2006, siendo más acentuado en las fincas RH, JM, LD, AU y JR, las cuales se corresponden con el mayor incremento de la diversidad agrícola. Este índice no solo respondió al incremento de la biodiversidad, sino también mostró sensibilidad a la forma en que están distribuidos los individuos dentro de las especie, lo cual se observó en la finca de FM, que experimentó un incremento de la diversidad agrícola; sin embargo, hubo una disminución del H' (Figura 34).

Por otro lado, la riqueza específica de los escenarios productivos de la comunidad Zaragoza se considera aceptable, ocupando el 10.6 % de las especies agrícolas disponibles en el país, que según GNAU (2003) se reportaron 1024 especies. Sin embargo, se muestra la necesidad de incrementar la biodiversidad en función de mantener la estabilidad ecológica del sistema y lograr un equilibrio entre los principales grupos de utilidad práctica.

Los índices ecológicos tradicionales evaluados constituyeron indicadores importantes para analizar la biodiversidad agrícola en los agroecosistemas, siendo el de mayor eficiencia el índice de diversidad Shannon-Weaner (H'); sin embargo, este índice al igual que el resto, no expresa la relación con la sostenibilidad económica y social, por lo que carecen de un carácter multidimensional e integrador para interpretar las funciones básicas de la diversidad dentro del agroecosistema.

Este análisis muestra la necesidad de incorporar al estudio de los agroecosistemas, índices capaces de evaluar la biodiversidad con un enfoque integral de acuerdo a sus valores utilitarios, algo de lo cual aún se adolece en la literatura tanto nacional como internacional.

4.3.2. Propuesta de nuevos índices de agrobiodiversidad

Tendiendo en cuenta que faltan índices e indicadores de agrobiodiversidad, capaces de visualizar el acercamiento necesario a la sostenibilidad en correspondencia con la distribución de sus principales componentes, para garantizar la eficiencia económica,

ecológica y social de un agroecosistema, se realizó un análisis de las funciones básicas de la biodiversidad agrícola dentro del sistema y se determinó que existen 4 grupos principales de especies que responden a los intereses del hombre de acuerdo a sus valores utilitarios y principales funciones dentro del agroecosistema y estos, al mismo tiempo están divididos en 14 componentes o grupos específicos (Cuadro 22).

Cuadro 22. Grupos y componentes de la biodiversidad agrícola dentro del sistema

Grupos	Componentes
Biodiversidad para la alimentación humana (FER)	Formadoras de origen vegetal (Leguminosas)
	Formadoras de origen animal
	Energéticas. Raíces y tubérculos
	Energéticas. Cereales
	Reguladoras. Vegetales
	Reguladoras. Frutas
Biodiversidad para la alimentación animal (FE)	Formadoras para animales (Leguminosas)
	Energéticas para animales (Pastos y cereales)
Biodiversidad para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (AVA)	Abonos verdes
	Arvenses
Biodiversidad complementaria de utilidad no alimentaria (COM)	Medicinales, estimulantes y condimentosas
	Flores y plantas ornamentales
	Maderables (entran además cercas vivas, melíferas, energéticas y otras)
	Otras (Dentro de las cuales se encuentran especies de usos especiales: religiosas, tintóreas industriales y narcóticas, entre otras)

4.3.2.1. Fundamentación matemática de la nueva propuesta de índices

Teniendo en cuenta estos elementos, se formuló un índice de diversidad general del agroecosistema (IDA), basado en la relación que existe entre el valor máximo de los grupos de especies que deben encontrarse dentro del agroecosistema y el valor real de los grupos de especies existentes dentro del mismo y parte del supuesto teórico ideal:

$$IDA = \frac{\sum_1^{S_t} VRG}{S_t * VMG}, \text{ donde VRG: Valor real que alcanza cada grupo de especies en el}$$

agroecosistema, VMG: Valor máximo que debe alcanzar cada grupo de especies dentro del agroecosistema y S_t : Total de componentes de la biodiversidad agrícola.

Teniendo en cuenta que VMG representa un valor ideal que no se puede determinar numéricamente, se determinó un valor de importancia (v_i) de cada componente de la agrobiodiversidad.

Para determinar el valor de importancia (V_i) de cada componente, se elaboró una escala de desempeño donde se contemplaron cuatro niveles de importancia, los cuales reflejan la biodiversidad que debe existir en cada grupo de acuerdo a criterios sociales y culturales propios de cada comunidad que se analice. Es decir, en esta escala se asignó un valor de 0-3 puntos de acuerdo al número de especie y la importancia de cada una dentro de la componente (Anexo 10).

De esta forma, el IDA se expresa a través de la función matemática: $IDA = \frac{\sum_1^{S_t} V_i}{S_t (V_i \text{ max})}$ (1)

donde V_i : valor de importancia de cada componente y $V_i \text{ máx.}$: valor de importancia máxima de cada componente en la escala de valores.

Como se expresó anteriormente, la biodiversidad de utilidad práctica está dividida en 4 grupos, los cuales responden a las misiones básicas del agroecosistema y estos a su vez, están constituidos por un número específico de componentes. A partir de esta distribución, se estableció un índice específico para analizar de forma individual cada grupo (IEG).

Entonces, en cada grupo, el $IEG = \frac{\sum_1^{S_e} (V_i)}{S_e (V_i \text{ max})}$ (2)

De esta forma, el IDA representa la integración de los diferentes IEG

$IDA = \frac{\sum_1^n S_e (IEG)}{S_t}$ (3)

Es decir; $IDA = \frac{S_1 IFER + S_2 IFE + S_3 IAVA + S_4 ICOM}{S_t}$

Donde IFER: es índice de biodiversidad para la alimentación humana; IFE, índice de biodiversidad para la alimentación animal; IAVA, índice de biodiversidad para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos; ICOM, índice de biodiversidad complementaria; S_e , número de componentes de cada grupo de la biodiversidad agrícola.

Teniendo en cuenta que cada grupo tiene un número específico de componentes, los índices en cada caso quedan como sigue:

$$IFER = \frac{Vi(I) + Vi(II) + Vi(III) + Vi(IV) + Vi(VI)}{18} \quad (4)$$

$$IFE = \frac{Vi(VII) + Vi(VIII)}{6} \quad (5)$$

$$IAVA = \frac{Vi(IX) + Vi(X)}{6} \quad (6)$$

$$ICOM = \frac{Vi(XI) + Vi(XII) + Vi(XIII) + Vi(XIV)}{12} \quad (7)$$

Las fórmulas (1) y (3), asumen que todas las componentes de la biodiversidad agrícola tienen el mismo peso para el índice, sin embargo, el cálculo del IDA a partir de (3), permite hacer un análisis independiente en cada grupo y conocer dentro del índice, qué grupo(s) de la diversidad tiene(n) deficiencia(s), por tanto, se adoptó la fórmula (3) para el cálculo del IDA la cual tiene en cuenta el comportamiento de los índices específicos de cada Grupo.

De esta forma, se representa con un valor numérico la distribución de la biodiversidad de utilidad práctica dentro del agroecosistema para alcanzar un mayor acercamiento a la sostenibilidad agrícola, expresada en valores de 0-1, siendo este último el valor deseado tanto para el IDA como para los IEG.

4.3.2.2. Implementación de los nuevos índices de agrobiodiversidad

Al aplicar el índice de diversidad general del agroecosistema (IDA) en el área de estudio, se pudo apreciar su incremento a partir del año 2004 (Figura. 35) y aunque de forma general tiene valores aceptables, se necesita un equilibrio entre los IEG establecidos. Esto constituyó una debilidad del agroecosistema.

La diversidad agrícola ganada estuvo dominada por las especies que están asociadas directa o indirectamente a la alimentación humana, esto respondió a la especialización de los agroecosistemas y a la filosofía productiva de los actores, basado en la disponibilidad de mercado, la generación de ingresos y la alimentación familiar.

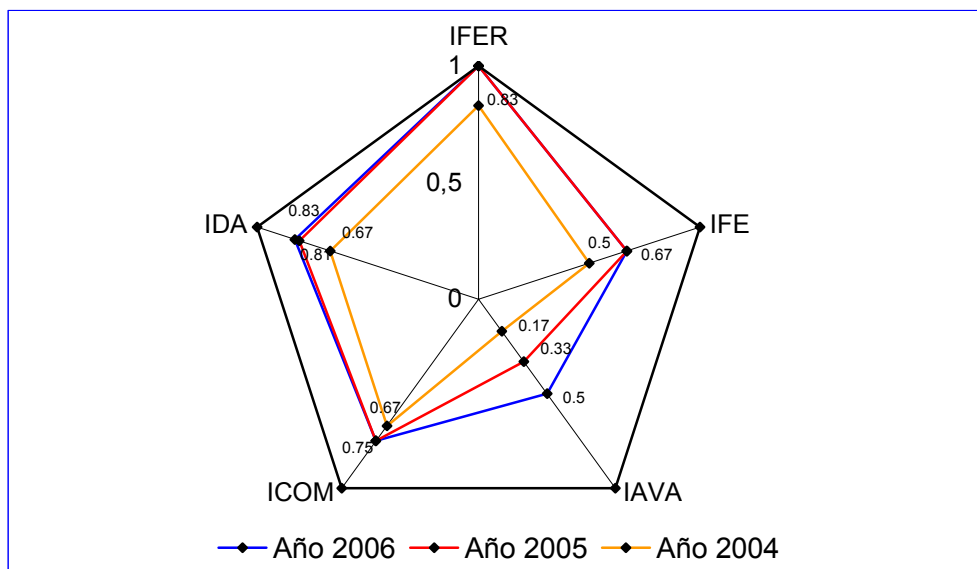


Figura 35. Comportamiento General de los nuevos índices de agrobiodiversidad en los agroecosistemas de la comunidad Zaragoza

El IFER, que representa la biodiversidad empleada para la alimentación humana y la principal fuente de ingresos, alcanzó el valor óptimo requerido para este índice; sin embargo, los índices específicos IFE, ICOM y IAVA manifestaron valores bajos de 0.67, 0.75 y 0.5, respectivamente en el año 2006, destacándose el IAVA con los valores más bajos, lo que manifiesta que los productores no realizan un manejo consciente de la biodiversidad en función de mantener el equilibrio ecológico del sistema.

La implementación de los nuevos índices reveló que la riqueza de especies en los agroecosistemas está dominada por la agrobiodiversidad para la alimentación humana, existiendo déficit de especies a favor de la alimentación animal y para mejorar las propiedades del suelo, recurso natural imprescindible para asegurar la sostenibilidad agraria en el tiempo, lo que demuestra, que los productores en general, priorizan la seguridad alimentaria de la familia con un pensamiento economicista, sin valorar los recursos naturales a largo plazo. Estos resultados justifican la apatía manifestada por los productores, en incorporar cultivos que no tuvieran una función alimentaria o una utilidad económica práctica para la familia y coincide con lo planteado por Castiñeiras *et al.* (2006), quienes expresan que los campesinos manejan la diversidad de acuerdo al uso y beneficio económico que aportan a la familia.

Un análisis individual en todos los sistemas agrícolas estudiados manifestó un comportamiento muy heterogéneo de los IEG, encontrándose agroecosistemas donde no hubo ganancias de la biodiversidad y por lo tanto no experimentaron variación de los índices de un año a otro y fincas donde hubo un incremento significativo de los índices específicos y por lo tanto del IDA (Figura 36).

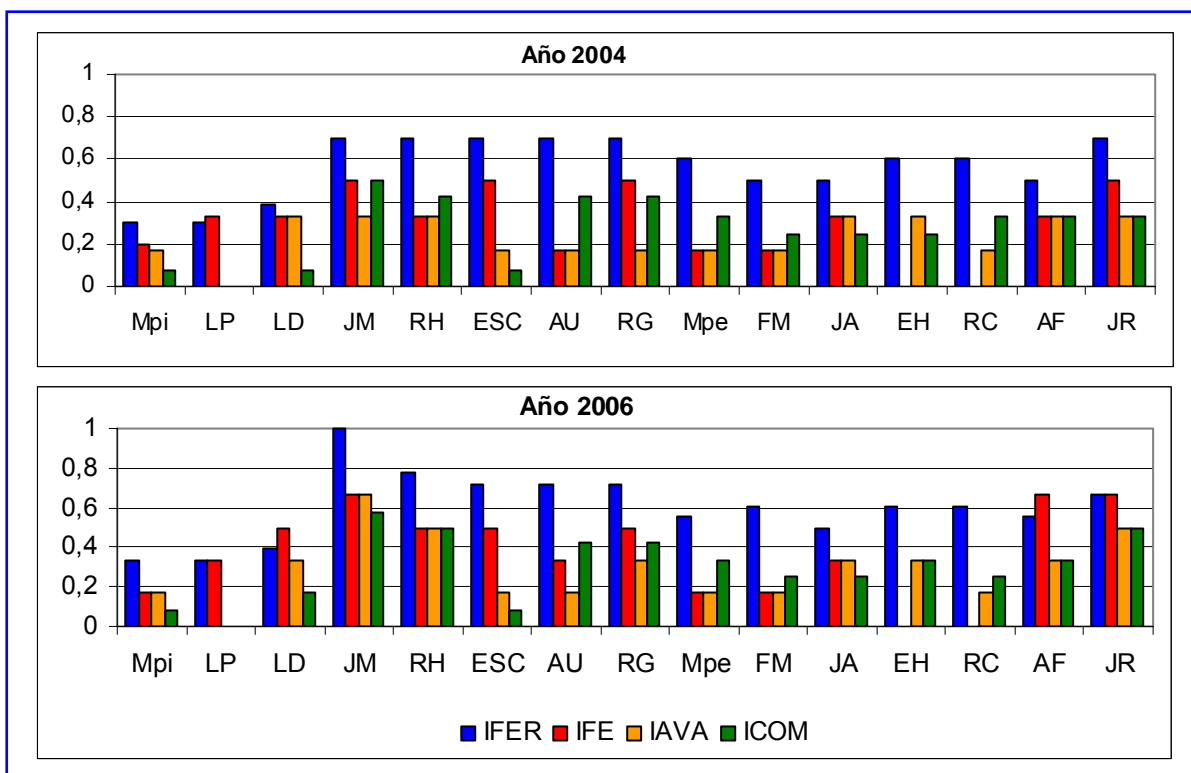


Figura 36. Comportamiento de los nuevos índices de diversidad agrícola en los 15 agroecosistemas campesinos seleccionados en la comunidad de Zaragoza.

El análisis específico del caso de estudio, finca “JM”, manifestó un incremento de los IEG (del año 2004 al 2006), mayor que las restantes fincas; sin embargo, aún no llega a los parámetros deseados, establecidos por el autor en la nueva propuesta de los índices de agrobiodiversidad. En este agroecosistema se alcanzaron los valores deseados del índice en cuanto a la diversidad usada para la alimentación humana, pero hubo valores bajos en los índices relacionados con la biodiversidad complementaria, la biodiversidad manejada para la alimentación animal y la biodiversidad manejada para el equilibrio biológico del suelo y del sistema (Figura 37).

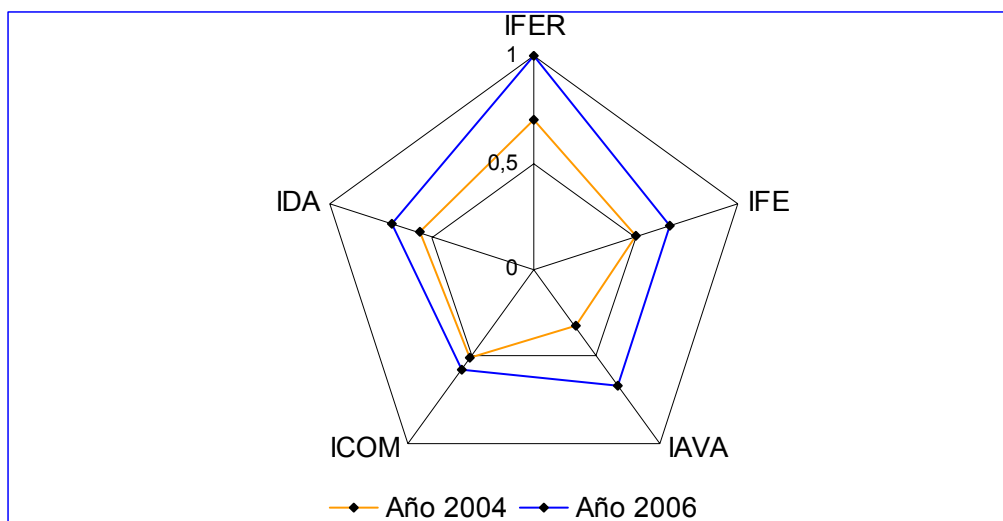


Figura 37. Comportamiento del IDA y los IGS en la finca JM

Los nuevos índices obtenidos (IFER, IFE, IAVA e ICOM), mostraron ser necesarios y eficientes para determinar cómo debe estar distribuida la biodiversidad de utilidad práctica dentro de los agroecosistemas para alcanzar un mayor acercamiento a la sostenibilidad agrícola, estos responden a los grupos básicos de la agrobiodiversidad que deben existir dentro del sistema y a la distribución de los mismos. Además, son imprescindibles para determinar el IDA, que es el índice general de diversidad de especies del agroecosistema.

La riqueza de especies es muy importante para la sostenibilidad del sistema, pero esta debe estar asociada a la diversidad de valores utilitarios. Por esta razón el IDA, representa la relación que existe entre el número de especies existentes y su distribución en los grupos de importancia directa para el sistema.

Los valores del IDA son considerados óptimos cuando se acercan a la unidad (1), para ello es necesario que cada uno de los índices específicos (IFER, IFE, IAVA e ICOM) alcancen valores máximos.

Por otro lado, estos índices responden a posibles cambios del número de componentes que el evaluador necesite considerar en el estudio y está determinado por las diferentes opiniones que existen en cuanto a la definición del número de componentes a considerar en la biodiversidad agrícola de un sistema.

4.4. Propuesta Metodológica para el Desarrollo Agrario Sostenible (PROMEDAS)

Sobre la base de propuestas precedentes como MEDEBIVE (Leyva, 2003) y MESMIS (Maserá *et al.*, 2000) y con los resultados obtenidos en esta investigación, se elaboró una nueva Propuesta Metodológica para el Desarrollo Agrario Sostenible (PROMEDAS) de los agroecosistemas, donde se integran diferentes herramientas de análisis de sistemas. Esta propuesta metodológica incluye un conjunto de indicadores de sostenibilidad aún no contemplados dentro de los indicadores nacionales, a la vez que se proponen nuevos índices que evalúan e indican integralmente el nivel de acercamiento a la sostenibilidad de los agroecosistemas a partir de la agrobiodiversidad.

La propuesta contempla cinco etapas básicas (Figura 38), cuya descripción se expone a continuación.

1) Diagnóstico general

Está dirigido a obtener una visión integral del desarrollo sostenible en los agroecosistemas través de una caracterización general, donde se recopila y analiza toda la información disponible. Está enfocado fundamentalmente a los servicios básicos del agroecosistema, el estado de los recursos naturales, productivos y económicos y se desarrolla en diferentes pasos.

- Entrada (presentación oficial con directivos y líderes en la comunidad; reuniones con actores y decisores; explicación del proceso y selección de tamaño de muestra para implementar la propuesta)
- Proceso de recopilación de información (se utilizan diferentes herramientas, entre las que se destacan: recorridos exploratorios, entrevistas informales, encuestas formales, diálogos semi-estructurados, observaciones y mediciones directas).
- Análisis e interpretación de la información recopilada (reuniones y talleres participativos con actores y decisores; agrupamiento de los problemas y selección de los problemas claves: matriz DAFO y matriz de Vester y formación de Dominios de Recomendaciones).

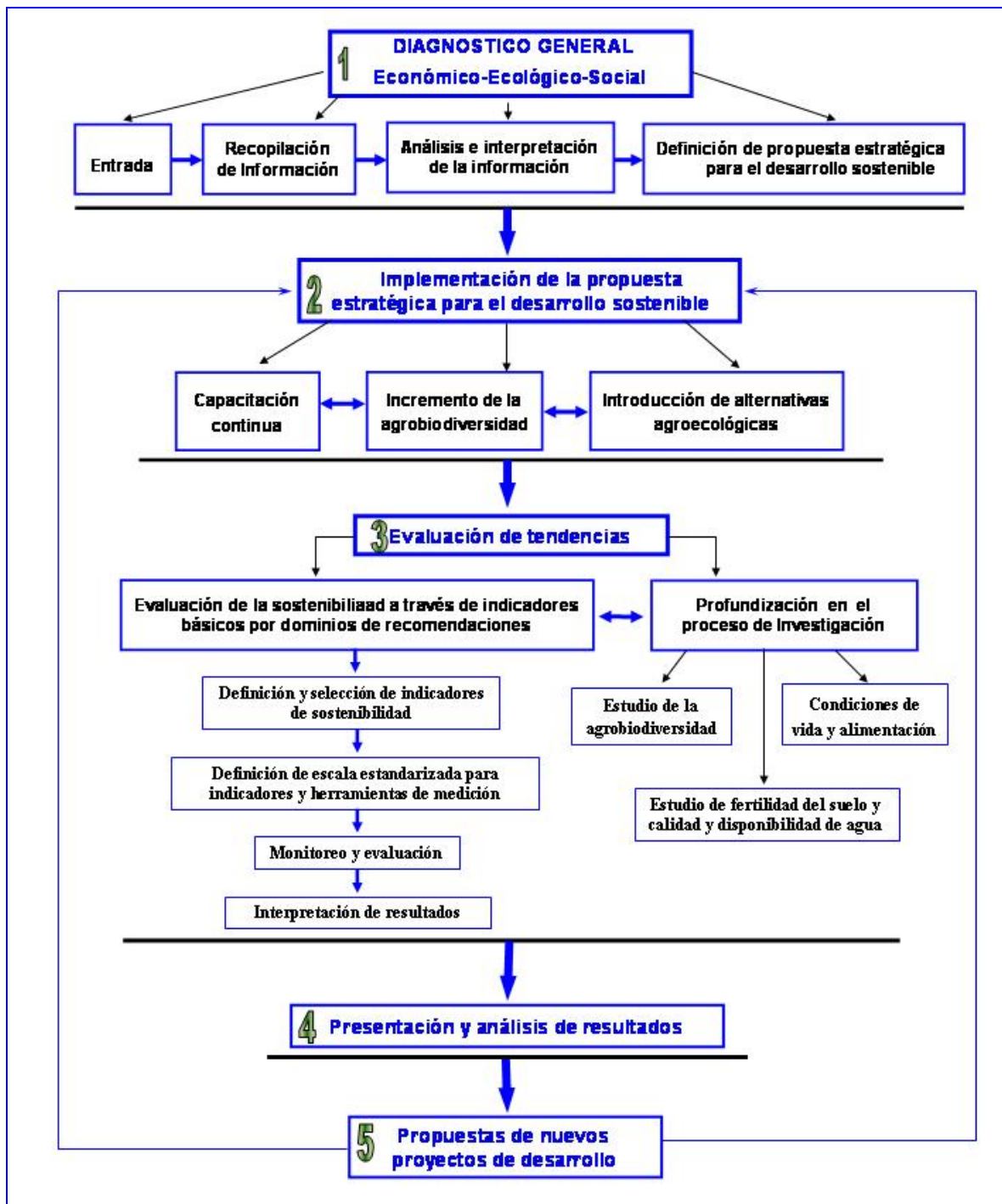


Figura 38. Esquema de la Propuesta Metodológica para el Desarrollo Agrario Sostenible (PROMEDAS)

- Definición y diseño de propuestas estratégicas para el desarrollo sostenible.

A partir de los resultados y análisis del diagnóstico, se diseñan estrategias de desarrollo enfocadas a resolver los problemas detectados y lograr un mayor acercamiento al desarrollo sostenible sobre la base de los tres pilares fundamentales del desarrollo agrario sostenible: (i) la capacitación, (ii) el incremento de la biodiversidad agrícola y (iii) la introducción de alternativas agroecológicas.

Estas propuestas estratégicas se deben diseñar y ajustar a las circunstancias de los diferentes grupos o Dominios de Recomendaciones definidos.

2) Implementación de la propuesta estratégica para el desarrollo sostenible

Se desarrollan diferentes actividades con el objetivo de implementar la propuesta estratégica de desarrollo sostenible, definida en la primera etapa:

- **Capacitación continua: temas básicos y temas específicos solicitados:** Se utilizan los métodos tradicionales de reuniones con los actores y se planifican otras actividades como talleres de capacitación, ferias de biodiversidad y días de campo, en estas se imparten conferencias, charlas técnicas y se proyectan videos de capacitación, en temas seleccionados por interés colectivo.
- **Incremento de la agrobiodiversidad.** Se aprovechan las ferias de biodiversidad y se ofertan semillas de cultivos, que estén enfocados a mantener el equilibrio de las misiones básicas del agroecosistema:
 - Biodiversidad para la alimentación humana (proteicas, energéticas y reguladoras)
 - Biodiversidad para la alimentación animal (proteicas y energéticas)
 - Biodiversidad de abonos verdes y mejoradores de suelo
 - Biodiversidad complementaria de utilidad no alimentaria (medicinales, flores, plantas ornamentales, aromáticas, entre otras)
- **Introducción de alternativas agroecológicas.** Se conduce paralelo a la capacitación y constituye un proceso participativo donde, a partir del conocimiento científico y ancestral, se le proporciona a los actores soluciones alternativas para los problemas

detectados. Estas soluciones deben centrarse en el uso eficiente de los recursos locales con el objetivo de aumentar la eficiencia de los sistemas agrarios, mantener el equilibrio de las misiones básicas del agroecosistema y garantizar no solo la productividad económica sino la sostenibilidad ecológica y social del sistema. Entre estas, se deben priorizar: alternativas nutricionales, alternativas para el manejo de plagas y arvenses, técnicas de cultivos múltiples y manejo ecológico de los recursos naturales.

3) Evaluación de tendencias

En esta etapa se evalúa el impacto y desempeño de la implementación de la propuesta estratégica para el desarrollo sostenible de los agroecosistemas en estudio.

- Evaluación de la sostenibilidad a través de indicadores básicos

Se hace un análisis general de las tendencias de la sostenibilidad a partir de la evaluación de un conjunto de indicadores seleccionados participativamente para lograr tales objetivos.

- Definición y selección de indicadores de sostenibilidad
- Definición de escala estandarizada para indicadores y herramientas de medición
- Monitoreo y evaluación
- Interpretación de resultados

- Profundización en el proceso de investigación

Paralelo al análisis general de las tendencias de la sostenibilidad, se debe profundizar en aquellos indicadores o componentes del sistema que manifiesten un interés particular en la investigación, entre los que se debe priorizar la biodiversidad agrícola, el agua, el suelo, la eficiencia económica del sistema, la capacidad de gestión, entre otros.

- Conocer el papel que representa la biodiversidad agrícola en el desarrollo sostenible del sistema mediante el Índice de Diversidad del Agroecosistema (IDA) e los índices específicos (IFER, IFE, IAVA, ICOM), basado en su importancia y distribución.
- Hacer un análisis desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, de los parámetros medios de alimentación y su relación con la biodiversidad agrícola y el manejo general de la finca.

4) Presentación y análisis de los resultados

En esta etapa, se presentan y discuten los resultados obtenidos en un taller donde participan todas las partes involucradas en el proceso: actores, facilitadores y decisores.

- Presentación y discusión de un informe final
- Evaluación de los resultados del proceso

5) Propuestas de nuevos proyectos de desarrollo

A partir del análisis general de los resultados, se plantean nuevas estrategias y propuestas de desarrollo para mejorar la sostenibilidad de los agroecosistemas, enfocadas a las deficiencias observadas durante la etapa de evaluación.

Al terminar esta etapa, se crean las condiciones para un nuevo proceso de implementación de programas de desarrollo, basado en los principales obstáculos y fortalezas para la sostenibilidad encontrados en los sistemas agrarios y se trazan las estrategias de desarrollo a corto, mediano y largo plazo.

Conclusiones

V. CONCLUSIONES

1. En los agroecosistemas de la comunidad “Zaragoza” existen condiciones socioculturales, económicas y medioambientales aceptables, así como disponibilidad de recursos humanos y naturales e infraestructura adecuada para establecer y mantener una elevada diversidad vegetal y animal para alcanzar, a mediano plazo, un mayor acercamiento a la sostenibilidad.
2. La capacitación, la biodiversidad agrícola y la introducción de alternativas agroecológicas, constituyen los principales elementos a tener en cuenta para diseñar programas eficientes hacia un acercamiento al desarrollo sostenible y deben enfocarse estratégicamente, en función de los problemas que tienen mayor importancia dentro de los agroecosistemas.
3. El análisis por dominios de recomendaciones permite agrupar los agroecosistemas de acuerdo a sus características específicas y a sus necesidades particulares, lo que constituye un antecedente para identificar acciones prioritarias para el desarrollo, adecuadas a las circunstancias socioeconómicas y ecológicas de cada grupo.
4. El uso de indicadores básicos y la aplicación de la técnica gráfica Ameba, permiten evaluar y visualizar con eficiencia las tendencias de la sostenibilidad, al implementar programas de desarrollo; además, crean las condiciones objetivas para trazar estrategias que respondan a las debilidades observadas.

5. La biodiversidad agrícola constituye el elemento de mayor importancia para la sostenibilidad de los agroecosistemas y muestra una relación directa con los principales indicadores que describen las tendencias hacia la sostenibilidad, desde un enfoque holístico y multidimensional.
6. El Índice de Diversidad del Agroecosistema (IDA) permite determinar la forma de distribución cualitativa y cuantitativa de la agrobiodiversidad para alcanzar un mayor acercamiento a la sostenibilidad.
7. La Propuesta Metodológica para el Desarrollo Agrario Sostenible (PROMEDAS), permite promover y evaluar el desarrollo sostenible de los agroecosistemas y profundizar en el estudio de la agrobiodiversidad.

Recomendaciones

VI. RECOMENDACIONES

1. Que se extiendan los resultados de esta investigación a las restantes comunidades rurales del Municipio San José de Las Lajas y paulatinamente a otras comunidades del país.
2. Tener en cuenta los dominios de recomendaciones, el índice general de sostenibilidad y los indicadores de sostenibilidad aplicados en esta investigación, como herramientas de trabajo para el desarrollo de nuevas investigaciones en este complejo campo investigativo aún poco estudiado.
3. Utilizar el nuevo índice de diversidad agrícola (IDA) y los nuevos índices específicos (IFER; IFE; IAVA; ICOM), como herramientas de evaluación en los programas de desarrollo agrario, para conocer como debe incrementarse la agrobiodiversidad, en función de alcanzar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad general de los agroecosistemas.
4. Que se registren y publiquen los Índices de Diversidad determinados y utilizados en este trabajo de tesis, como primicia de la información científica y como herramienta de trabajo para caracterizar y mejorar desde el punto de vista de la biodiversidad, los diferentes agroecosistemas.
5. Que los resultados de esta investigación se pongan al servicio de actores, decisores estudiantes, profesores e investigadores, a través de las diferentes instituciones del país, como material de consulta y apoyo en la formación pre y posgraduada.
6. Utilizar la metodología propuesta en esta investigación PROMEDAS como guía para que los investigadores y decisores diseñen y apliquen los programas de desarrollo agrario sostenible en correspondencia con las necesidades y potencialidades de los agroecosistemas.

Referencias Bibliográficas

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alfonso, C. A.; Monedero, M. 2004. Uso, manejo y conservación de los suelos. La Habana. ACTAF, 68p
2. Alonso, A. 2004. Impactos socioeconómicos de la agricultura ecológica. En: M.J. Marrón; G. García, coords. Agricultura, Medio Ambiente y Sociedad. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. p. 213-237. Serie Estudios; 156.
3. Altieri, M. A. 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. Agricultura técnica 54, núm. 4: p 71-86.
4. Altieri, M. A. 1995. El tránsito de la Agricultura Convencional a la Agricultura Ecológica. En: V Encuentro Nacional, con más productores Ecológicos. (5:1995:Lima)
5. Altieri, M. A., 1996. Ethnoscience and diversity: key elements in the design of sustainable pest management systems for small farmers in developing countries. Agriculture, Ecosystems and Environment. p 257-272.
6. Altieri, M.A. 1997 Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. CLADES-ACAO. La Habana. p 45:56.
7. Altieri, M. A. 1999. Naturaleza y función de la biodiversidad en la agricultura. Dimensiones Multifuncionales de la Agricultura Ecológica en América Latina. Reader: Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo. no 11, p. 86.
8. Altieri, M. A. 2002. Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. Agriculture Ecosystems and Environment, vol. 93, p 1-24.
9. Altieri, M. A.; Nichols C. I. 2007. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Perspectivas Agroecológicas no 2.
10. Altieri, M.A.; Ponti L.; Nicholls C. I. 2007. El manejo de plagas a través de la diversificación de las plantas. LEISA, Revista de Agroecología. vol. 22, no 4. p 9-12.
11. Alvarez, F. N. 2000. La diversidad biológica y cultural, raíz de la vida rural. Biodiversidad, Sustento y Culturas. no 9.

12. Alvarez, F. N. 2004. Las semillas en la tierra germinan y se multiplican. Biodiversidad, sustento y Culturas, vol. 42, p 8-15
13. Alvarez–Arenas, R; Gozález, T.D.; González, M.M. 2003. Guía de alimentación para centros escolares. Ed. INTA DE EXTREMADURA: Mérida.100 p.
14. Ammour, T. y Reyes R. 2006. Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción en la concesión comunitaria de San Miguel. Peten, Guatemala. Consultado [3-2006]. Disponible en: <http://www.netmye.net/enespanol/Documentos/Evaluación_de_la_Sostenibilidad_SPCC_Petén_Guatemala.pdf>
15. Astier, M.; Hollands, J. 2005. Sostenibilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.
16. Astier, M.; López-Riadura, S.; Pérez, A. E.; Maser, O.R. 2002. El Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS) y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región Purhepecha, México. En: Agroecología. El camino hacia una agricultura sostenible. Ed. Científicas Americanas, p 415-430.
17. Astier-Calderón, M.; Maass-Moreno M.; Etchevers-Barra J. 2002. Indicadores de calidad de suelos en la agricultura sustentable. Agrociencia vol 36, no 5.
18. Banco Mundial, 1992. Desarrollo y medio ambiente. Informe anual sobre desarrollo mundial.
19. Bautista, C. A.; Etchevers B., Castillo R.F. del; Gutiérrez, C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas. Consultado [1-3-2007]. Disponible en: <<http://www.aeet.org/ecosistemas/042/revision2.htm>>
20. Benson, T. 2004. Africa's Food and Nutrition Security Situation. Where Are We and How Did We Get Here? 2020 Discussion Paper No. 37. IFPRI. Consultado [15-4-2007]. Disponible en: <WWW.ifpri.org/2020/dp/dp37.htm>
21. Berdegué, J.; Sotomayor, O.; Silleruelo, C. 1990. “Metodología de tipificación y clasificación de sistemas de producción campesinos de la provincia de Ñuble, Chile”, En Tipificación de sistemas de producción agrícola, Santiago de Chile: RIMISP,-118 p.

22. Bolliger, E.; Reinhaud, P.; Zellweger, T. 1993. Extensión agrícola, una guía para asesores y asesoras en zonas rurales. SKAT, Vadianstrasse 42, CH - 9000 St Gallen.
23. Brack, A. 2005. Diversidad biológica y mercados. Ministerio de la agricultura de Perú. Consultado [6-3-2006]. Disponible en: <http://www.sepia.org.pe/apc-aa/img_upload/>
24. Brandt, K. 2007. Issue paper: Organic Agriculture and food utilization. Ponencia presentada en la conferencia internacional sobre Agricultura Orgánica y Seguridad Alimentaria. Roma, FAO.
25. Braun - Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. Springer, Wien.
26. Brookfield, H.; Stocking, M. 1999. Agrodiversity: definition, description and design. *Global Environmental Change*. vol 9, p.77-80.
27. Brunett, P.L.; Gonzalez, E.C.; García, H.L.A. 2005. Evaluación de la sostenibilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores. *Rev. Livestock Research for Rural Development* vol 17, no 7.
28. Byerlee, D.; Collinson, M.; Perrin R.; Winkelmann, D.; Biggs, S.; Moscardi, E.; Martinez, J.C.; Harrington L.; Benjamín A. 1980. Planning technologies appropriate to farmers. Concepts and procedures. México. CIMMYT.
29. Caballero, G. R. 2003. Diversidad, participación y manejo integrado; tres pilares del desarrollo sostenible. *Rev. Agricultura Orgánica*, vol 9, no1.
30. Cáceres, D. 2003. Agricultura Orgánica versus Agricultura Industrial. Su relación con la diversificación productiva y la seguridad alimentaria. *Agroalimentaria*, vol.16.
31. Castiñeiras, L. /et al/. 2002. Conservación de la biodiversidad de las plantas cultivadas en los huertos caseros de comunidades rurales de Cuba. La Habana. Ediciones INIFAT.
32. Castiñeiras, L. /et al/. 2006. Conservación in situ de la biodiversidad agrícola en huertos caseros de tres áreas rurales de Cuba. En: García, M; Castiñeiras, L. Biodiversidad agrícola en las Reservas de la Biosfera de Cuba. La Habana. Editorial Academia.

33. CEPIS/OPS. 2008. Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Cuba. Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud. Textos completos. Consultado [6-3-2008]. Disponible en: <<http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/analisis/cubas>>
34. Ceyes, A. G. 2003. Medio Ambiente. Impacto y Desarrollo. La Habana: Científico-Técnica. 105 p.
35. Chambers, R., Guijt, I. 1995. DRP, Cinco años después. ¿Dónde nos encontramos?. Forest, Trees and People. Newsletter, no 26-27.
36. Chirinos, A.; Guarenas, M. A.; Sánchez, D. M. 2008. Calidad de agua. Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero. Coro-Falcón. Venezuela. Consultado [6-3-2008]. Disponible en: <<http://www.monografias.com/trabajos40/calidad-agua-miranda/calidad-agua-miranda.shtml>>
37. CIED. 2007. Técnicas Agroecológicas y el Uso de Recursos ABSTRACT No. 4 - Técnicas Agroecológicas. Consultado [6-3-2008]. Disponible en: <<http://www.ciedperu.org/cied/biblio4.htm>>
38. Companioni, N.; Páez, E.; Ojeda, Y.; Murphy, C. 2002. Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. La Habana, Cuba. 110 p.
39. Conway, G.R. 1998. Sustainable Agriculture. In The Doubly Green Revolution: food for all in the 21 st Century. New York. Cornell University Press.
40. Coronel de Renolfi, M.; Ortuño, S. F. 2005. Tipificación de los Sistemas Productivos Agropecuarios en el Área de Riego de Santiago del Estero, Argentina. Problemas del desarrollo. Revista latinoamericana de economía. vol. 36, no. 140.
41. Cuba. MINSAP. 1991. Normas Cubanas. Sistema de Norma para determinar calidad química de agua potable. Requisitos y muestreo. N C. 93-02-1986. Vigente desde Marzo de 1991.
42. Decaens, T.; Lavelle, P.; Jimenez, J.; Escobar, G.; Rippstein, G.; Schneidmadl, J.; Sanz, I.; Hoyos, P.; Thomas, R. 1994. Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia. European Journal of Soil Biology, vol 30; p 157-168.

43. Deckers, J.A., Nachtergaele, F.O., Spaargaren, F.O. 1998. World Reference Base for Soil Resources. Introduction. ISSS/ISRIC/FAO. Acco, Leuven/Amersfoort, Belgium. 165p.
44. Delgado S. J., M. A. Fernández, G. E. M. Armenteros, L. O. Hernández, P. Gavilanes. 2007. Análisis Cualitativo y Cuantitativo de la Agricultura Ecológica en Cuba. En: V. M. S. Garrido. Recomendaciones y estrategias para desarrollar la Agricultura Ecológica en Iberoamérica. Ed. CYTED. p 163-173.
45. Delgado, F; Frías, S. 2003. Estudio de indicadores de sostenibilidad del sistema familiar campesino en ecosistema de montaña: el caso de la comunidad de Tres Cruces. Revista Agroecología Leisa. Edición especial. Ocho casos de estudio.
46. Deponti, C.M; Eckert, C; Azambuja, J.L.B. 2002. Estrategia para construção de indicadores para avaliação de sostenibilidade e monitoramento de sistemas. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. vol 3, no 4, p 44-52.
47. Díaz de Rada, V. 2002. Técnicas de Análisis Multivariante para Investigación Social y Comercial. Ejemplos prácticos utilizando SPSS versión 11. Madrid. RA-MA Editorial. 349 p.
48. Díaz del Cañizo, M.A. 2000. Recuperación de variedades tradicionales locales de cultivos hortícolas y del conocimiento a ellas asociado, para su conservación, uso y manejo en las comarcas de Antequera (Málaga) y Estepa (Sevilla). [Tesis Maestría]. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC) (coord.); Universidad Internacional de Andalucía sede Iberoamericana de Santa María de la Rábida.
49. Díaz, C. 2002. El diagnóstico para la participación. Selección de lecturas sobre trabajo comunitario. CIE "Graciela Bustillos". Asociación de Pedagogos de Cuba. 77 p.
50. Diouf, J. 2005. La biodiversidad contra el hambre. Tierramérica. 19/01/05. Grandes Plumas. Consultado [4-2007]. Disponible en: <<http://www.tierramerica.net/2004/1016/grandesplumas.shtml>>

51. Domínguez, G.F; Studdert, G.A.; Echeverría, H.E. 2005. Propiedades del suelo: efectos de las prácticas de manejo. En: H.E. Echeverría; F.O. García. eds. Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Buenos Aires. Ediciones INTA. p 207-229.
52. Duarte, N.S 2005 a. Caracterización y tipificación de fincas cafetaleras en la microcuenca el Río Sesesmiles, Copán, Honduras. [Tesis de Maestría]. CATIE.
53. Duarte, N.S. 2005 b. Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras. [Tesis de Maestría]. CATIE.
54. Edwards C. A. 1987. The concept of integrated systems in lower input/sustainable agriculture. *Am. J. Alternative Agric.*, vol 2, no 4, p.148-152.
55. Enciclopedia Encarta. Biblioteca Premium Microsoft Encarta 2006
56. Engel P. G. H. 2002. Facilitando el desarrollo sostenible: ¿Hacia una extensión moderna?, pas de référence. FAO, nd. Understanding extension. Consultado [4-5-2006]. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/>>
57. Espinoza, Y.; Malpica, L. 2006. Mediciones simples para evaluar el estado de la calidad y salud del suelo bajo pasturas. *Revista Digital CENIAP HOY* N° 11, mayo-agosto, 2006. Venezuela. Consultado [4-2006]. Disponible en: <http://www.ceniap.gob.ve/ceniaphoy/articulos/n11/arti/espinoza_y.htm>
58. Esquivel, M. A. 1993. Los recursos fitogenéticos y la Agricultura Sostenible. Conferencia. En: Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Folleto de Conferencia y Mesa Redonda (1:1993: La Habana). Instituto Superior de Ciencia Agropecuaria de la Habana. p 19-22
59. Esquivel, M., A.; Hammer, K. 1992. Contemporary traditional agriculture- structure and diversity of the “conuco”/ En su: Origen, evolution and diversity of Cuban plantgenetic resources Germany: Buch and offsetdruckluders, 192. p
60. Estación Meteorológica. 2006. Datos del clima. Base de datos de la Estación Meteorológica número 78374. San José de Las Lajas. La Habana Cuba.

61. FAO. 1991. Criterios, instrumentos y medios para la agricultura y el desarrollo rural sostenibles. Documento principal no.1. Roma.
62. FAO. 1999. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Resumen de prensa. Dirección de Producción y Sanidad Vegetal. Roma.
63. FAO. 2002. Opciones y desafíos para la Seguridad Alimentaria de América Latina y el Caribe. Roma.
64. FAO. 2004. Programa de Apoyo a los Modos de Vida (LSP). Roma.
65. FAO. 2005. Cultivos urbanos. Consultado [5-2005]. Disponible en: <<http://www.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/X0076S.htm>. >
66. Fe, C. de la; Rios, H.; Ortiz, R. 2003. Las Ferias de Agrobiodiversidad. Guía metodológica para su organización y desarrollo en Cuba. La Habana. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 24 p.
67. Fernández-Baca, E.; Fernández, M. 2000. Evaluando la Sostenibilidad de las Comunidades Rurales. Caso Comunidad de Colpar, Perú. Informe Final, ISG / Grupo Yanapai, Perú.
68. Funes, F. 2001. El movimiento cubano de agricultura orgánica. En: Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. La Habana ACTAF, Food First, CEAS.
69. Funes, F. 2006. Hacia un modelo agroecológico Cubano. En: Congreso SEAE. España
70. Funes, F. 2007. Agroecología, Agricultura Orgánica y Sostenibilidad. La Habana. ACTAF.
71. Funes, F; García, L; Bourque, M; Pérez, N; Rosset, P. 2001. Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. La Habana. ACTAF.286 p.
72. Funes-Monzote, F. 2001. La agricultura cubana en camino a la sostenibilidad. LEISA Revista de Agroecología. Enfrentando el desastre, vol 17, no 1.

73. García, A.; Togores, V. 2005. “Algunas consideraciones acerca del acceso al consumo en los noventa, factores que lo determinan”. En: Reflexiones sobre economía cubana. La Habana. Editorial de Ciencias Sociales.
74. García, L.; Pérez, N.; Freire, E. 1999. Centro de Estudios de Agricultura Sostenible. Su contribución a la difusión de la agricultura orgánica en Cuba. Revista Agricultura Orgánica. vol 5, no 3, p 13-16.
75. Garrido, V. M. S. 2006. Recomendaciones y estrategias para desarrollar la Agricultura Ecológica en Ibero América. CYTED. Cooperación Iberoamericana. 228 p.
76. Geilfus, F. 2000. 80 Herramientas para el Desarrollo Rural Participativo. Diagnóstico, Planificación, Monitoreo, Evaluación. IICA-SAGAR, México. 206 p.
77. Gianella, T.; Chávez, J. 2003. Escuelas de campo de Agricultores. LEISA, revista de agroecología. vol. 19, no 1.
78. Giller, K.E.; Beare, M.H.; Lavelle, P.; Isaac, A.M; Swift, M. J. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. Applied. Soil Ecology. vol 6, p 3– 16.
79. Gliessman, S. R. 2000. Agroecology: ecological process in sustainable agriculture. Ann Arbor Press Chelsea.
80. Gliessman, S. R.; Rosado-May, F. J.; Guadarrama-Zugasti, C.; Jedlicka, J.; Cohn, A.; Mendez, V. E.; Cohen, R.; Trujillo, L.; Bacon, C.; Jaffe, R. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Revista Ecosistemas, no 1.
81. Gliessmann, S. R. 2001. La biodiversidad y estabilidad de los agroecosistemas. En: La Práctica de la Agricultura y Ganadería Ecológicas: 69-87. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAEE). Sevilla.
82. Glover, J.D.; Reganold, J.P.; Andrews, P.K. 2000. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic and integrated apple orchards in Washington State. Agriculture, Ecosystems and Environment. vol 80, p 29 -45.
83. GNAU. 2003. Informe del Grupo Nacional de Agricultura Urbana a la Asamblea Nacional del Poder Popular. La Habana. MINAGRI. 88 p.

84. Gomez, A.A., Sweete, D.E.; Syers, J.K.; Couglan, K.J. 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. In: Methods for assessing soil quality. SSSA Special Pub. 49, Madison, Wisconsin.
85. Google Earth. 2008. Programa Googleearth.exe. Consultado [6-2008]. Disponible en: <<http://earth.google.es/showcase/>>
86. Guazzelli, M.J.; Mairelles, L.; Barreto, R.; Goncalves, A.; Motter, C.; Rupp, L. C. 2007. Servicios del agroecosistema: Una experiencia en la sierra Gaucha. LEISA, revista de agroecología. vol 22, no 4, p 5-8.
87. Halffter, G. [et al.] 2001. Manual para la evaluación de la biodiversidad en reservas de la Biosfera. Manuales y Tesis. Zaragoza. SEA. 77 p.
88. Halffter, G.; Ezcurra, E. 1992. ¿Que es la biodiversidad? En: Halffter, G. (ed.), La diversidad biológica en Iberoamérica. Xalapa. CYTED-D, Instituto de Ecología. 24 p.
89. Harold A. M.; Pedraza, G. X.; Solarte, A. J. 2006. Construcción y uso de indicadores de Sostenibilidad para la Planeación Participativa de Predios. Consultado [11-2006]. Disponible en: <<http://desarrollo.ecoportel.net/content/view/full/63022>>
90. Hernández R.A.; Ramos, F. G.; Vásquez, R.; Díaz, G. O. 2003. Recursos Naturales y Agroecosistemas en Oaxaca. México: ACD. 120 p
91. Hernández, A. /et al/. 2006. Manual para la aplicación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. En: Congreso Científico del INCA (15:2006, nov. 7-10: La Habana) Memorias CD ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
92. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D.; Rivero, L. 1999. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana, AGRINFOR, 64 p.
93. Hole, D.G.; Perkins, A.J.; Wilson, J.D.; Alexander, I.H.; Grice, P.V.; Evans, A.D. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? Biological Conservation. 130 p.
94. INIE. 2004. Política social y reformas estructurales: Cuba a principios del siglo XXI.

95. Jänicke, M.; Klaus, J. 2006. "Lead markets for environmental innovations: a new role for the nation state", *Global Environmental Politics*, vol 4, no 1, p. 29-46
96. Janzen, H. H. 2006. The soil carbon dilemma: shall we hoard it or use it? *Soil Biol. Biochem.* p 419-424.
97. Jhamtani, H.; Purnomisidi; Putin A. J. 2007. Derrotando la desnutrición con cultivos y sistemas alimentarios locales. *LEISA, revista de agroecología*, vol 23, no.3, p 9-11
98. Jiménez, G. R. M. 2007. Evolución del desarrollo de las cooperativas agrícolas cubanas: Retos y perspectivas. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Universidad de La Habana. Consultado [9-2007]. Disponible en: <<http://conference.se-es.ca/wp-content/uploads/2007/11/conferencia-first-intern-ciriocreynaldo-jimenez-cuba1.pdf>>
99. Jiménez, W. 2005. Agricultura moderna contra diversidad y equilibrio. Consultado [6-2005]. Disponible en: <<http://www.mfa.gov.il/MFAES/MFAArchive/Agricultura%>>.
100. Lacki, P. 1995. .Adoptando nuevos métodos de enseñanza. En: *Buscando soluciones para la crisis del agro*. 47-51p. Santiago de Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
101. LAROUSSE. 2004. *Diccionario Enciclopédico*. Décima edición. Editores Larousse, Colombia.
102. Lefroy, R.D.; Bechstedt, H. D; Rais, M. 2000. Indicators of sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia and Thailand. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. p 137-146.
103. Leyva, A. 2000. Informe sobre asistencia Técnica en el Departamento de Boyacá, Colombia. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 74 p.
104. Leyva, A. 2003. MEDEBIVE a Methodology to Promote Agroecosystem Vegetable Biodiversity and ecological Technologies of production. En: *Proceedings Red Científica Alemana Latinoamericana-RECALL Resource Utilization: Globalization and Local Structures*. Universidad Autónoma de Nueva León Monterrey, México. p. 59-67.

105. Leyva, A. 2004. La Biodiversidad Funcional de los Agroecosistemas del Trópico. Como conservarla y multiplicarla. La Habana: INCA. 285 p.
106. Leyva, A. 2005. Metodología para el Desarrollo de la Biodiversidad Vegetal (MEDEBIVE). En: A. Leyva; J. Pohlan. Agroecología en el trópico -Ejemplo de Cuba. La Biodiversidad Vegetal, como conservarla y multiplicarla. Aachen: Ed. shaker verlang. p 165- 172
107. Leyva, A. /et al./. 2002. Establecimiento de una finca modelo para el Desarrollo Científico - Docente de la Agricultura Sostenible en Cuba. Bainoa, un ejemplo. Informe final de proyecto. Código: 0408. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
108. Leyva, A.; Alonso, A; Vegas, J. 1999. La Investigación participativa para el rescate, perfeccionamiento y aplicación de tecnologías apropiadas en la agricultura cubana. Informe Final de Proyecto; Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 221 p.
109. Leyva, A.; Muñoz, E. 2007. Proyecto Ejecutivo. Municipio Huiramba. Resultados del Diagnóstico. Proyecto de asistencia técnica en el Estado de Michoacán, México. SEDAGRO. 55 p.
110. Leyva, A.; Pohlan, J. 2005. Agroecología en el trópico: Ejemplos de Cuba. La biodiversidad vegetal, como conservarla y multiplicarla. Aachen: Ediciones shaker verlang. 198 p.
111. López-Ridaura, S.; Masera, O.; Astier, M. 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. Ecological Indicators. 148 p.
112. Lozano, J. A. 2004. Conferencia de Extensionismo Agrícola, Documento. INTRANET. MICROCAMBUS, Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río-Cuba, Consultado [10-2004]. Disponible en: <<http://www.monografías.com/trabajos12/intrants/intrants.shtml>>

113. Luna, M. A. M.; Nodarse V. N; Durán Z. O. 2001. "Diagnostico del municipio San José de las Lajas". Informe de investigación. Proyecto "Sociedades Locales y participación popular para la gestión ambiental". Grupo Ecología Medio Ambiente y Sociedad.
114. Lyngbaek, A.E.; Muschler, R.G.; Sinclair, F.L. 2001. Productivity and profitability of multistrata organic versus conventional coffee farms in Costa Rica. *Agroforestry Systems*. p 205 -213.
115. Machado, R. L. 2006. Sistematización de experiencias del Programa de Agricultura Urbana en el municipio Lajas. [Tesis de maestría]; UNAH.
116. Magurran, A. 1989. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Edic. Barcelona. 200 p.
117. Mancilla, L. E. 2006. *La Agricultura Forrajera Sostenible*. Programa Producción Animal, Universidad Ezequiel Zamora, Guanare, Edo. Portuguesa. Consultado [10-2006]. Disponible en: <<http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/>>
118. Manuel-Navarrete, D.; Gallopin, G.; Blanco, M.; Diaz-Zorita, M.; Ferraro, D.; Herzer, H.; Laterra, P; Morello, J.; Murmis, M.; Pengue, W.; Piñeiro, M.; Podestá, G.; Satorre, E.; Torrent, M.; Torres, F.; Viglizzo, E.; Caputo, M; Celis, A. 2005. Análisis sistémico de la agriculturización en la Pampa Húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, CEPAL; Naciones Unidas. 65 p. Serie Medio Ambiente y Desarrollo, no 118.
119. Margalef, R. 2002. Diversidad y biodiversidad. En: A. Bonet, *Gestión de espacios protegidos*. Universidad de Alicante. Departamento de ecología. Alicante. España. 362p
120. Martínez, Q. D. 2008. Reseña de la historia agraria del municipio San José de Las Lajas. En archivos del autor (Historiador del municipio San José de Las Lajas). Documento no publicado [Fecha de consulta: Junio, 2008].
121. Masera, O.; Astier, M.; López- Riadura, S. 1999. Sostenibilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada (GIRA). México.

122. Masera, O.; Astier, M.; López, S. 2000. El Marco de Evaluación MESMIS. Sostenibilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México Rural.
123. Masera, O.; López-Ridaura, S. 2000. Sostenibilidad y sistemas campesinos: Cinco experiencias de evaluación en el México Rural. Mundi-Prensa. México.
124. Matsuura, K. 2002. Datos de intervención del Sr Koichiro Matsuura, Director General de la UNESCO, con motivo del Día Mundial del Agua el 22 de marzo del 2002. Koichiro Matsuura. Consultado [10-2002]. Disponible en: <<http://www.infoagua.org>>
125. Mausbach, M.J.; Seybold, C.A. 1998. Assessment of soil quality. En: R. Lal (ed). Soil Quality and Agricultural Sustainability. CRC Press Michigan. p 33-43.
126. Méndez, M. J.; Guerra, B. E. 2007. Calidad sanitaria del agua en principales fuentes de abasto de la ciudad de Matanzas. Revista Médica Electrónica. vol 29, no 5.
127. Moreno G.T.; Palacios V.O.Y; Guzmán R., J.L. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas agrosilvopastoriles del Sur de Sinaloa. En: O.Masera; S. López-Ridaura, (eds.). Sustentabilidad y Sistemas Campesinos: Cinco Experiencias de Evaluación en el México Rural. México. Mundi-Prensa.
128. Moreno, C. E. 2001. Método para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. CYTED, 86 p.
129. Morón, A. 2004. Efecto de las rotaciones y el laboreo en la calidad del suelo. En: Simposio "Fertilidad 2004" Fertilidad de suelos para una Agricultura Sostenible. Organizado por INPOFOS (2004, Abril, 22-24: Rosario).
130. Müller, S. 1995. Evaluating the sustainability of agriculture: the case of the reventado river watershed in Costa Rica. European University Studies: serie 5, Economics and Management. Berlin, Germany. 223 p.
131. Muñoz, V.E. 2004. Escalonamiento, capacitación y difusión de experiencias exitosas en la agricultura con principios agroecológicos en Cuba. Informe Final de Monitoreo; ACTAF. Proyecto SANE II.

132. Nahed, J. T. 2002. Animales domésticos y agroecosistemas campesinos. LEISA. Revista de agroecología. vol 18, no 1
133. Navarro, H. 2003. Agroecología, Buenas prácticas Agrícolas y Desarrollo Territorial. Red Mesoamericana para la Investigación Desarrollo de la Agricultura Regional. Texcoco, Estado de México, 157 p.
134. North, K.; Hewes, D. 2006. Seguimiento de fincas para el progreso hacia la sostenibilidad. LEISA. Revista de agroecología, vol 22, no1.
135. Odum, E. P. 1987. La Habana. Ecología. Edición Revolucionaria. 639 p
136. Oficina Nacional de Estadística 2006 a. Anuario Estadístico de Cuba. La Habana. 41 p
137. Oficina Nacional de Estadística. 2002. Censo de población y viviendas. Oficina Nacional de Estadística. Informe Nacional. Cuba.
138. Oficina Nacional de Estadística. 2005. Datos sobre distribución de las áreas agrícolas. Informe Nacional. Oficina Nacional de Estadísticas. Cuba
139. Oficina Nacional de Estadística. 2006 b. Datos de Salud Pública de la provincia de la Habana. Informe Nacional. Oficina Nacional de Estadísticas. Cuba.
140. Oficina Nacional de Estadística. 2007. Datos de población de la provincia de la Habana. Informe Nacional. Oficina Nacional de Estadísticas. Cuba.
141. Ojeda, R. 1999. La Gestión Agraria Sostenible en el municipio San José de Las Lajas. Propuesta de proyecto. Universidad Agraria de la Habana. 17 p.
142. Orellana, G. R. 2008. Los recursos hídricos y el efecto del mulcheo sobre el suelo. En: INIFAT. Manual sobre Agricultura Orgánica Sostenible. La Habana. Consultado [6-2008]. Disponible en: <<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/aup/pdf/organica.pdf>>
143. Orellana, G. R.; Fundora, M.Z.; Castiñeiras, L.; Shagarodsky, T. 2007. Conocimientos tradicionales en los huertos caseros cubanos: Experiencias para multiplicar. LEISA Revista de agroecología, vol. 23, no. 3.

144. Ortiz, T. A.; Astier C. M. 2003. Sistematización de experiencias agroecológicas en Latinoamérica. LEISA Revista de Agroecología. Edición especial.
145. Osan, O. E. 2003. Tipología de Empresas Lecheras Pampeanas de Argentina. [Tesis de maestría]; Pontificia Universidad Católica de Chile.
146. Osan, O. E.; Ramírez, E. P. 2006. Los sistemas de producción de leche argentinos: una propuesta de tipificación mediante técnica de análisis multivariado. Asociación Argentina de Economía Agraria. [Tesis de maestría]; Pontificia Universidad Católica de Chile.
147. Pacini, C.; Wossink, A.; Giesen, G.; Vazzana, C.; Huirne, R. (2003). Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and fieldscale analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. p 273-288.
148. Paneque, V.M. 2002. Manual de técnicas analíticas para el análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. 130p.
149. PDCP. 2008. Reunión del programa de desarrollo científico y productivo del municipio San José de Las Lajas. Coordinador Onelio Borroto. En Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. 6p
150. Pengue, W. A. 2005. La importancia de la agricultura familiar. En: El camino para un Desarrollo Rural Sostenible. Artículo publicado en LA TIERRA, periódico de la Federación Agraria Argentina, Año XCIII, Numero 7426. Rosario, Diciembre. p 8, Suplemento Especial Técnico Económico.
151. Perdomo, M. E.; Origgs, L. R.; Reyes, B. E. 200). La biodiversidad vegetal y animal en patios y traspatios del casco urbano del municipio Jaruco. En: Forum municipal de Ciencia y Técnica. Municipio de Jaruco.(4: 2002: Jaruco)
152. Pérez, N. 2003. Agricultura Orgánica: bases para el manejo ecológico de plagas. La Habana: ACTAF. 80 p.
153. Pérez, V. O. E. 2008. Economía y Nivel de Vida en Cuba: Avances y Retos. Consultado [4-2008]. Disponible en: <<http://www.focal.ca/pdf/everleny.pdf>>

154. Pérez-López, F.J.; Sola-Fernández, F.M. 2004. DIVERS: Programa para el cálculo de los índices de diversidad. [programa informático en línea]. Consultado [10-2004]. Disponible en: <<http://perso.wanadoo.es/jp-1/descargas.htm>>
155. Perfecto, I. 1994. The transformation of Cuban agriculture after the cold war. *American Journal of Alternative Agriculture (Maryland)* vol 9, no 3, p 98 -108.
156. Peter, R. H. 2008. Estrategias múltiples en una finca orgánica de los Países Bajos. *LEISA. Revista de Agroecología.* vol. 23, no 4, p17- 19.
157. Peter, W. H. 2004. Recuperación de semillas locales. Diez lecciones aprendidas. En *Biodiversidad, sustento y Cultura.* vol. 41, p 19-24.
158. Pinzón, M. J.; Rodríguez, P.; Ventosa, I. 2006. Manejo agroecológico de una finca rural en la microcuenca hidrográfica del “Noreste de La Habana”. [Tesis de maestría]; UNAH.
159. Pohlan, J. 2000. Agricultura Sostenible. ¿Sueños o Realidad? Conferencia. En: *Libro de Resúmenes. Seminario Científico del INCA,* (10: 2000), 7 p.
160. PPD/ FMAM. 2005. Estrategia Nacional de Cuba. Tercera Fase Operativa 2005 – 2008. La Habana.
161. Prescott, R. 2006. The Barometer of Sustainability. Consultado [4-2008]. Disponible en: < <http://www.iucn.org/>>
162. Pretty, J. N. 1995. *Regenerating Agriculture. Policies and Practices for Sustainability and Self - Reliance.* London. 310 p.
163. Prieto, G. D; Monzote, M. F.; Ramírez, A. F.; Rodríguez, A. M.; Hernández, O. L.; Delgado, S. J.; Gavilanes, D. P. 2004. La agricultura y ganadería sostenibles (orgánica o ecológica) en Cuba. En: *Encuentro Taller Iberoamericano de Agricultura y Ganadería sostenible.* (3: 2004 enero 20-21: Palmira)
164. Primavesi, A. 1999. *Manejo Ecológico do Solo. Agricultura em Regiões Tropicais.* São Paulo. 549 p.

165. Radrizzani, A. 2000. Los sistemas productivos del área de riego del río Dulce. Una visión desde la sostenibilidad, Universidad Internacional de Andalucía. España.
166. Ramirez, R. R. 2008. La problemática global del agua. Consultado [6-2008]. Disponible en: <<http://www.monografias.com/trabajos14/problemadelagua.zip>>
167. Real Academia Española. 2005. Diccionario de la lengua española. Vigésima segunda edición. Madrid: Espasa-Calpe S.A. Consultado [6-2008]. Disponible en: <<http://www.wordreference.com/definicion/>>
168. RED LEISA. 2007. Agricultura sostenible. Ideas básicas y experiencias. Fundación ILEIA/ Asociación ETC Andes. Perú.
169. Reijntjes, C.; Haverkort, B.; Waters-Bayer, A. 1999. Agricultura para o Futuro: uma introdução a agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos. AS-PTA, Leusden, Holanda: ILEA. 324 p.
170. Ribeiro, A. L. 2004. Sistemas, Indicadores e Desenvolvimento Sustentável. Turrialba, 2003. Consultado [2-2004]. Disponible en: <<http://www.mdic.gov.br/tecnologia/>>
171. Ríos, H. 2006. Fitomejoramiento Participativo. Los agricultores mejoran cultivos. La Habana: INCA. 299 p.
172. Rodríguez A.A.; Sánchez, P.; Rodríguez, A.; Rod, A. 2007. Los huertos caseros urbanos. Un reservorio de Recursos filogenéticos de frutales. En: Jornada Científica “Juan Tomás Roig in Memoriam”. Libro de resúmenes: INIFAT, (11: 2007: La Habana). p. 41.
173. Rodríguez C. S. 2007. Aspectos a considerar para el desarrollo de una agricultura sostenible en Cuba. Centro de Estudios de la Economía Cubana. Cuba siglo XXI.
174. Roig, J. T. 1988. Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos. La Habana: Editora Científico- Técnica, t1, t2.
175. Röling, N.G.; Wagemakers, M.A.E. 1998. Facilitating sustainable agriculture. Wageningen, Cambridge: Agricultural University, Cambridge University Press. 318 p.

176. Rosset, P. 1995. Bases históricas de la agricultura ecológica. En: Conferencia en Curso de Postgrado Agroecología y Agricultura Sostenible. (1995: UNAH).
177. Rosset, P. 2006 a. La crisis de la Agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. *Revista de Agroecología y Desarrollo*. no 11/12. p 2-12
178. Rosset, P. 2006 b. Agricultura Sustentable y Agroecología como elementos claves en la Soberanía Alimentaria. En: Conferencia en el Encuentro de Agricultura Orgánica. [CD-Room]. (2006: La Habana)
179. Rosset, P.; Altieri, M.A. 1995. Agricultura en Cuba. Una experiencia nacional en conversión orgánica. En: *Reader de Agroecología: conceptos y práctica*. CLADES. Berkeley. p183-185.
180. Santoyo H.; Ramírez P.; Sudevi, M. 2000. *Manual para la evaluación de programas de desarrollo rural*. Morelos, Zacatecas. 245 p.-
181. Sarandón, J.S.; Zuluaga, S.M.; Cieza, R; Gómez, C.; Janjetic, L.; Negrete E. 2006. Evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista de Agroecología*, vol 1, p 19-28.
182. Sarandón, S.J. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología. El camino hacia una agricultura sostenible*. Ed. Científicas Americanas, p. 393-414.
183. Sarandón, S.J.; Marasas, M.E.; Dipietro, F.; Belaus, A.; Muiño, W.; Oscares, E. 2003. Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La Pampa, Argentina, mediante el uso de indicadores. En: *Congreso Brasileiro de Agroecología*, (1:2003, nov.: Porto Alegre) *Memorias CD ROM*. EMATER/ASCAR.
184. Schonhuth, M.; Kievelitz, U. 1994. *Diagnóstico Rural Rápido Participativo. Métodos de Diagnóstico y Planificación en la Cooperación al Desarrollo*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. GTZ. GmbH. 137 p.

185. Schroth, M.; /et al/. 2004. Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes. Washington, Covelo, London. Island Press. 226 p.
186. Selincourt, K. de. 1996. Agriculture Organic. The Ecologist. 272 p.
187. Sepúlveda, S. 2002. Desarrollo Sostenible Microregional. En: Desarrollo Sostenible. Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Lecturas seleccionadas. p 9-26.
188. Sepúlveda, S.; Cavaría, H.; Castro, A.; Rojas, P.; Picado, E.; Bolaños, D. 2002. Metodología para estimar el nivel de Desarrollo Sostenible en Espacios Territoriales, IICA. 47 p.
189. SERJUS (Servicios Jurídicos y Sociales). 2002. Propuesta Teórico Metodológica del Sistema de Planificación, Monitoreo y Evaluación. En: Selección de lecturas sobre Trabajo Comunitario. Ed. CIE “Graciela Bustillo. Cuba. p 81-98
190. Socorro, A. R. 2002. Indicadores de la Sostenibilidad de la Gestión Agraria en el territorio de la Provincia Cienfuegos. [Tesis de doctorado]; INCA. 106 p.
191. Soil Survey Staff. 2003. Keys for Soil Taxonomy. USDA. 9 ed. 332p.
192. Sosa, L.M.; Escamilla, E. P.; Díaz, S. C. 2004. Organic coffee. En: J. N. Wintgens, Coffee: growing, processing, sustainable production. Wiley–UCH, Weinheim. p. 339-354.
193. Souza, J.; Itten, B.; Vicente, C.A. 2001. La biodiversidad y la gente. Buenos Aires: CETAAR.
194. Tellarini V, Caporali F. 2000. An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy. Agriculture, Ecosystems & Environment .vol.77. p.111–123
195. THREAD. 2005. Sembremos la semilla de los derechos: Examen del comercio agrícola y la OMC desde la perspectiva de los derechos humanos. Nota de antecedentes no1. Serie THREAD.
196. Thrupp, L.A. 1996. New Partnerships for sustainable agriculture. Washington: World Resources Institute.

197. Van der Werf, H.M.G.; Petit, J. 2002. Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. vol. 93, p.131-145.
198. Vázquez, L.L. 2004. El manejo agroecológico de la finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias. La Habana: ACTAF
199. Vázquez, L.L. 2007. Adopción de prácticas agroecológicas para el manejo de plagas por los agricultores cubanos. *Agricultura Orgánica*. vol13, no 2. p. 37-40
200. Vega, J. 1998. Diversidad de cultivos agrícolas en los agros ecosistemas campesinos dedicados a la caña de azúcar en el Municipio Jaruco. [Tesis de maestría]; UNAH, 84 p.
201. Vegas, J.; Alonso, A.; Castillo, J.G. 1998. Conservación y estudios de la diversidad de especies vegetales en los agroecosistemas vegetales. La Habana: Ed. INCA. 31 p.
202. Venegas, V. R. 2004 a. Indicadores de Sostenibilidad Predial. *CLADES: Revista de Agroecología y Desarrollo*. Numero Especial 11/12.
203. Venegas, V. R. 2004 b. "Propuesta Agroecológica del CLADES - CET - ITAS" *Revista de Agroecología y Desarrollo: Revista de CLADES*, no14.
204. Vernoooy, R. 2003. Semillas Generosas. Mejoramiento Participativo de Plantas. Ottawa: Centro de Investigación para el Desarrollo.105 p.
205. Vester, F. 1983. *Unsere Welt. Ein Vernetztes Systems*. Munich: Edit. DTV. 177 p.
206. Villaret, A. 2002. El enfoque sistémico aplicado al análisis del medio agrícola: Introducción al marco teórico y conceptual. *Praxis del desarrollo rural*. Pradem/CICDA. Peru.
207. Von der Weid, J. M. 2004. *Agroecología y Agricultura Sostenible*. *Agroecología y Desarrollo Revista de CLADE*; no7.
208. Zinck, J.A.; Berroterán, J.L.; Farshad, A.; Moameni, A.; Wokabi, S.; Van Ranst, E. 2005. La sostenibilidad agrícola: un análisis jerárquico. *En Gaceta Ecológica*. no 76. p 53-72

AneXos

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Agroecosistemas seleccionados y superficie total

Iniciales	Agroecosistemas- Productores	Superficie (ha)
1. MPi	Mario Pino	0,70
2. LP	Leonel Páez	2,5
3. LD	Luis Díaz	3,0
4. JM	Jorge Francisco Medina	4,0
5. RH	Raúl Pérez	0,5
6. ESC	Elio Santa Cruz	0,25
7. AU	Abelardo Ulloa	3,0
8. RG	Roberto García	4,5
9. MPe	Mario Perera	3,0
10. FM	Flore Mora	2,0
11. JA	Julio Álvarez	5,0
12. EH	Edelio Hernández	1,0
13. RC	Roberto Castillo	2,0
14. AF	Armandito Fuentes	5,0
15. JR	Jesús Ramírez	6,25

Anexo 2. Modelo pre-elaborado para las entrevistas (cuestionario)

1. Características Socio - demográficas.

1.1 Nombre del cabeza de familia: _____

1.2 Personas que trabajan en la finca (1, 2, 3...10) _____

1.3 Personas que no trabajan (1, 2, 3.....10) _____

Por qué? _____

No	Parentesco	Nombre	Edad	Escolaridad	Estado de Salud		
					B	R	M
1							
1							
3							
4							
5							

1.4 Personas que no viven, pero trabajan en la finca (Describir) _____

1.5 Intenciones de emigrar (1, 2,3....10) Razones. _____

1.6 Cuál(es) campesino(s) de la zona tiene(n) mayor conocimiento de la agricultura. _____

1.7 Tiempo que lleva la finca (Años) _____

1.8 Desde que usted posee la finca ¿qué ha sembrado? _____

1.9 Siente usted amor por su finca Sí___ No___ Porque _____

1.10Cuál es su recreación actual y de su familia. _____

1.11 Que recreación prefiere _____

1.12 Origen de la familia: Campesina _____ Otras _____

1.13 Alimentación diaria: Desayuno: _____

Almuerzo _____

Comida _____

Otras _____

1.14 De los productos que consume, cuáles no produce en su finca. _____

1.15 De los que no produce, cuáles están en posibilidades de producir. _____

1.16 Diga cinco (5) limitantes que impidan su progreso. _____

Tiene alguna propuesta para resolverlas. _____

Algo que usted quiera decir. _____

2. Características del Medio Ambiente de la finca.

2.1 Datos climáticos. Precipitaciones.

Tipo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Mucha												
Regular												
Poca												

Temperatura:

Tipo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Fría												
Medias												
Calor												

2.2. Influencia de la luna, Por qué?. _____

2.3 Datos del suelo: _____

2.4 Clase del suelo de la finca. _____

2.5 Productividad: Bueno. _____. Regular _____. Malo. _____

2.6 Limitaciones: Químicas ____ Físicas ____ Biológicas ____ Topográficas _____

Explique: _____

2.7 Principales bondades de su suelo: _____

2.8 Fuente de abasto de Agua: _____

2.9 El agua que consume es: Buena _____ Regular _____ Mala _____

2.10 Qué uso le da al agua: _____

2.11 Humano, ¿cuál? _____

2.12 Animal, ¿cuál? _____

2.13 Para cultivos, ¿cuál? _____

2.14 Datos topográficos del agroecosistema.

Sabana (Llana) % _____ Montaña % _____

Ondulaciones % _____ Otros % _____

3. Agroecosistema.

3.1 Características del agroecosistema.

3.2 Distribución espacial (en función de la superficie total de la finca en porcentaje)

Bosque natural superficies (ha) _____ (%) _____

Cultivos permanentes (ha) _____ (%) _____

Rastrojo o barbecho (ha) _____ (%) _____ Pastos (ha) _____ (%) _____

Casa y su entorno (ha) _____ (%) _____

Biodiversidad vegetal (especificar el número de especies y especímenes) Ej. Mango (6)

3.3 Maderables

3.4 Frutales

3.5 Pastos

3.6 Arvenses

3.7 Raíces y tubérculos

3.8 Leguminosas

3.9 Granos (poáceas).

3.10 Hortalizas

3.11 Ornamentales

3.12 Medicinales.

3.13 Condimentos

3.14 Melíferas

3.15 Energéticos

3.16 Industriales

3.17 Cerca viva

3.18 Oleaginosas

3.19 Textiles _____

3.20 Plantas para uso religioso (Explique) _____

3.21 Otras (especifique) _____

3.22 Cultivos que le gustaría tener. Razones por las que no los tiene _____

Biodiversidad Animal

3.23 Animales de trabajo (Tipo y cantidad) _____

3.24 Animales de consume (Tipo y cantidad) _____

3.25 Animales domésticos (no de consumo) _____

3.26 Animales libres que predominan en la finca _____

3.27 Animales que vende (Local, nacional) _____

3.28 Animales que le gustaría tener (dar razones) _____

3.29 Raza de animal que prefiere (según el tipo) _____

3.30 Tiene posibilidades para la cría de peces Si___No___ Especifique _____

4 Industria Rural: derivados que utiliza de la biodiversidad:

4.1. Derivados de vegetales _____

4.2. Derivados de animales. _____

4.3. Qué productos le gustaría conservar. Razones por la que no lo hace: _____

5. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA:

5. Cultivo(s) principal(es)

5.1. Selección y conservación d semillas o hijuelos (Explíquelo) _____

5.2. Acondicionamiento y preparación de suelo (Explique) _____

5.3 Preferencia de variedades (señálelas) _____

5.4. Siembra y/o plantación (Explique) _____

5.5 Tratamiento a la semilla presiembra _____

5.6 Profundidad de siembra _____

5.7 Distancias de siembra _____

5.8 Entre plantas _____

5.9 Entre hileras _____

5.10 Uso de elementos nutricionales en pre-siembra _____

5.11 Labores de cultivo (cuáles) _____

5.12 Incidencia de plagas (Cuáles) _____

5. 13 Método de combate _____

5. 14 Composición estructural de arvenses _____

- 5. 15 Sistemas agroforestales (si está presente, ¿como? _____
- 5. 16 Sistemas Silvopastoriles (especificar) _____
- 5. 17 Policultivos (Cuáles) _____
- 5. 18 Rotación de cultivos (cuáles) _____
- 5. 19 No. de cosechas / año superficie con dicho cultivo _____
- 5. 20 Labores de poscosecha, utilidad (explique) _____
- 5. 21 Conservación de la cosecha (explique) _____
- 5. 22 Relaciones de comercialización (Explique) _____
- 5. 23 Usa las fases lunares para realizar las cosechas (Explique) _____
- 5. 24 cosecha (Explique) _____
- 5. 25 Conservación de las cosechas (Explique) _____
- 5. 26 Rendimientos (t.ha⁻¹) _____
- 5. 27 Venta (Explique) _____
- 5. 28 Rentabilidad _____
- 5. 29 Labores de poscosecha (explique): _____
- 5. 30 cultivo sucesor (fecha de entrada) _____

6 TECNOLOGIA DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL.

Producción integrada (animal y vegetal) Explique _____

6 .1 Rotación Explique _____

6.2 Limitantes en la alimentación animal Explique _____

6.3 Procedencia de la alimentación _____

6.4 Método de cría animal _____

6.5. Lotes que posee la finca Explique _____

7. PREFERENCIAS

Producción animal _____ Producción vegetal _____ ambas _____

7. 1 Raza animal que posee (especifique la especie) _____

7. 2 Variedades de los cultivos que posee _____

7. 3 Aceptará propuesta que aumentan su biodiversidad y productividad. _____

7.4 Que haría para proteger el medio ambiente. Explique _____

7.5 Que necesita para ser feliz. Explique _____

8. INFRAESTRUCTURA.

Comunicación:

8.1 Carreteras B_____ Regular_____ Mala_____ Observación _____

8.2 Trocha B_____ Regular _____ Mala _____ - Observación.____

8.3 Brecha B_____ Regular_____ Mala_____ Observación. _____

Explique _____

8.4 Transporte: Animal _____ Motorizado_____ Automóvil _____ Otro: _____

Explique:_____

8.5 Electricidad: Si_____ No _____

8.6 Vivienda _____ Estado _____

8.7 Comodidades de la mujer _____

8.8 Atención médica _____

8.9 Cultura _____

8.10 Aspiraciones_____

Anexo 3. Principales problemas y matriz de Vester

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">I. Deficiencias de agua para el riegoII. Carencia de productos para la nutrición de las plantasIII. Carencia de mano de obra para las actividades agrícolasIV. Falta de insumos y medios para las actividades agrícolasV. Falta de semillasVI. Afectaciones en los cultivos por plagasVII. Carencia de canales adecuados para la comercializaciónVIII. Hurtos y sacrificio de ganado mayorIX. Baja diversidad de cultivos agrícolasX. Bajos rendimientos en los principales cultivosXI. Desmotivación de la producción agrícola |
|---|

La matriz de Vester presentó un formato de doble entrada donde se ubicaron, tanto en filas como en columnas, los problemas identificados como importantes en el sistema de producción analizado.

Problemas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Total activo
I		1	0	0	2	1	0	0	3	3	3	13
II	0		0	0	1	2	0	0	2	3	3	11
III	1	1		0	1	1	0	1	2	2	1	10
IV	2	2	0		2	2	0	0	2	2	2	14
V	0	1	0	1		1	0	0	3	2	2	10
VI	0	0	0	1	2		0	0	3	3	2	11
VII	0	0	1	0	1	1		0	2	1	3	9
VIII	0	0	0	0	1	0	0		2	0	3	6
IX	1	1	0	1	3	3	1	0		2	2	14
X	1	1	2	2	2	1	0	0	2		3	14
XI	1	2	3	0	3	2	0	1	3	2		17
Total pasivo	6	9	6	5	18	14	1	2	24	20	24	
0- No es causa 1- Es causa indirecta							2- Es causa medianamente directa 3- Es causa muy directa					

Anexo 4. Programa de capacitación

Actividades de Capacitación	Temas	Medios
Talleres participativos	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico y Análisis. de problemas • Ferias de biodiversidad 	Talleres
Conferencias y charlas técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Principios generales de la agricultura sostenible. • Papel que juega la biodiversidad en el desarrollo sostenible de los agroecosistemas • Alternativas para el manejo de plagas • Producción y conservación de semillas. • Pienso locales. • Las Micorrizas • Fitomejoramiento Participativo • Plantas medicinales • Plantas condimentosas y de usos no convencionales 	Talleres Reuniones mensuales Recorrido de campo
Videos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de piensos locales • Arroz popular • Resultados del proyecto de fitomejoramiento participativo en Cuba 	Talleres Reuniones mensuales

Anexo 5. Biodiversidad vegetal ofertada a los productores

Granos básicos	V.	Hortalizas	V.	Viandas	V.
<i>Oryza sativa</i>	3	<i>Lycopersicon sculentus</i>	20	<i>Ipomoea batata</i>	8
<i>Zea mays</i>	15	<i>Cucúrbita pepo</i>	2	<i>Manihot esculenta</i>	7
<i>Phaseolus vulgaris</i>	70	<i>Cucumis sativus</i>	1	<i>Musa sapientum</i>	1

<i>Cicer arietinum</i>	4	<i>Vigna sesquipedalis</i> <i>Abelmoschus esculentus</i>	3 2		
Abonos verdes	V.	Alimento animal y Oleaginosas	V.	Frutales	V.
<i>Canavalia ensiformis</i> <i>Crotolaria juncea</i>	1 1	<i>Glycine max.</i> <i>Helianthus annuus</i> <i>Sesamun orientale</i> <i>Arachis hipogaea</i> <i>Sorghum vulgare</i>	3 2 1 1 7	<i>Psidium guajava</i> <i>Carica papaya</i> <i>Annona squamosa</i> <i>Vitis vinifera</i>	1 1 1 1
Plantas Medicinales	V.	Biodiversidad ofertada	Especies	Variedades (V.)	
<i>Morinda citrifolia</i> <i>Cúrcuma longa</i> <i>Hibiscus sabdariffa</i> <i>Tagetes patula</i>	1 1 1 1	Alimentación humana Alimentación animal Abonos verdes Medicinales y otras Total	20 3 2 4 27	147 12 2 4 160	

Anexo 6. Alternativas agroecológicas ofertadas

Alternativas Nutricionales		
Biofertilizantes	Abonos verdes	Abonos orgánicos
Ecomic Azofert	<i>Crotolaria juncea</i> <i>Canavalia ensiformis</i>	Humus de lombriz Estiercol vacuno Gallinaza
Alternativas para el manejo de plagas		
1 <i>Canavalia ensiformis</i> vs <i>Atta insularis</i> 2. Semillas molidas de <i>Ponteri sapota</i> y <i>Annona muricata</i> vs plaga general 3. <i>Tagetes patula</i> , repelente de plagas 4. Cal vs hongos en semilleros 5 Hojas de <i>Carica papaya</i> plantas de <i>Lycopersicon sculentus</i> vs plagas general		
Técnicas de cultivos múltiples		
Rotaciones temporales	Policultivos en franjas	Policultivos en surcos
<i>Zea mays</i> – <i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Oryza sativa</i> - <i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Zea mays</i> - <i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Zea mays</i> - <i>Lycopersicon sculentus</i>	<i>Zea mays</i> - <i>Cucúrbita pepo</i> <i>Sorghum vulgare</i> - <i>Ipomoea batata</i>

Anexo.7. Escala estandarizada para indicadores de sostenibilidad

Representa el valor propio asignado con relación a la situación deseable, definiendo condiciones máximas y mínimas, a partir de criterios de actores y decisores y teniendo en

cuenta las características y particularidades de la zona; en cinco rangos de valores en una escala de 0 - 10 para cada variable.

1. Fertilidad de suelo

Valor establecido	Característica
0-2	Crece poco lo que se cultiva (1), Color amarillo (2) Contenido de materia orgánica < 1%
3-4	1+2+ Contenido de materia orgánica entre 1 y 2%
5-6	Crece bien lo que se cultiva, Color oscuro claro Contenido de materia orgánica entre 2 y 3 %
7-8	Color oscuro (3), Aspecto del cultivo vigoroso (4) Contenido de materia orgánica entre 3 y 4 %
9-10	3+4+ Contenido de Materia Orgánica >4%

2. Calidad del suelo X observación visual

Valor establecido	Característica
0-2	Poca profundidad (1), Se compactan fácilmente (2) Crece pocos cultivos
3-4	1+2+ Permite diversos cultivos pero requiere fertilización (3)
5-6	3+ Profundidad suficiente para la raíz de las plantas (4) Existe poca compactación pero demora en secarse
7-8	4+ suelto y de color oscuro (5), Fácil de labrar (6) + No hay compactación (7)+ Requiere poca fertilización
9-10	5+6+7+ Gran profundidad +No requiere fertilización

3. Relación área total/ área cultivable

Valor establecido	Característica
0-2	Menos del 50 % del área esta siendo explotada
3-4	Entre el 50 y el 60 % del área esta siendo explotada
5-6	Entre el 60 y el 80 % del área esta siendo explotada
7-8	Entre el 80 y el 90 % del área esta siendo explotada
9-10	Más del 90 % del área esta siendo explotada

4. Biodiversidad vegetal manejada

Valor establecido	Característica
0-2	Menos de 10 cultivos agrícolas
3-4	De 10 - 15 cultivos agrícolas
5-6	De 16- 25 cultivos agrícolas
7-8	De 26- 35 cultivos agrícolas
9-10	Más de 35 cultivos agrícolas

5. Biodiversidad animal manejada (de utilidad económica y alimentaria)

Valor establecido	Característica
0-2	Menos de 3 especies
3-4	De 3 especies
5-6	De 4 especies

7-8	De 5 especies
9-10	Más de 5 especies

6. Incidencia de plagas (plagas, enfermedades y arvenses)

Valor establecido	Característica
0-2	Grandes afectaciones por plagas, enfermedades en toda el área y presencia de especies de arvenses dominantes.
3-4	Afectaciones 30 - 60 % de los cultivos, con síntomas de leves a severos
5-6	Afectaciones 30 - 60 % de los cultivos, con síntomas de leves y no hay arvenses dominantes
7-8	Afectaciones leves y autorregulables por el sistema
9-10	No se observan afectaciones por plagas, enfermedades y arvenses

7. Calidad del agua para riego

Valor establecido	Característica
0-2	Hasta el 50 % de los parámetros establecidos son deficientes
3-4	Entre el 50- 70 % de los parámetros establecidos son adecuados
5-6	Entre el 70 - 80% de los parámetros establecidos son adecuados
7-8	Hasta el 90 % de los parámetros químicos y microbiológicos establecidos en rangos óptimos
9-10	Parámetros químicos y microbiológicos en rangos óptimos además confirmación de los consumidores

8. Disponibilidad de agua para el riego

Valor establecido	Característica
0-2	No aplican riego
3-4	No tienen pozos propios, riego con servicios de vecinos
5-6	Pozos que satisfacen menos del 70 % de las necesidades de riego
7-8	Pozos que satisfacen entre 70- 90 de las necesidades de riego
9-10	Pozos que satisfacen entre 90- 100 % de las necesidades de riego

9. Rentabilidad del sistema

Valor establecido	Característica
0-2	Irrentable
3-4	Costeable
5-6	Rentabilidad baja (10-40%) de utilidades
7-8	Rentabilidad media (40-60%) de utilidades
9-10	Rentabilidad alta (>60%) de utilidades

10. Rendimientos agrícolas (consideraciones generales)

Valor establecido	Característica
0-2	Muy bajos rendimientos en todos los cultivos
3-4	Bajos rendimientos

5-6	Rendimientos medios
7-8	Rendimientos buenos o normales
9-10	Rendimientos altos o muy buenos

11. Productividad del sistema (consideraciones generales)

Valor establecido	Característica
0-2	Es poco productivo
3-4	Es productivo solamente para algunas cosas
5-6	Es medianamente productivo para todas las cosas
7-8	Es productivo para todas las producciones
9-10	Es altamente productivo

12. Autofinanciamiento

Valor establecido	Característica
0-2	Necesita más del 50% de otros financiamientos
3-4	Necesita entre el 30-49 % de otros financiamientos
5-6	Necesita entre el 10-29 % de otros financiamientos
7-8	Se autofinancia en más del 90%
9-10	Se auto financia completamente y quedan excedentes

13. Ingresos totales del sistema

Valor establecido	Característica
0-2	Bajos (por debajo de las inversiones, deja pérdidas)
3-4	Bajos (deja ganancias pequeñas, solo para mantener la familia, necesita otras fuentes de ingresos)
5-6	Medios (deja ganancias para mantener la familia y continuar el proceso productivo)
7-8	Altos (Ganancias para hacer nuevas inversiones, moderadas)
9-10	Muy altos (Ganancias para hacer grandes inversiones)

14. Números de rubros productivos

Valor establecido	Característica
0-2	Un solo producto para la generación de ingresos
3-4	Dos o tres productos económicos para la generación de ingresos
5-6	De 4-5 productos económicos para la generación de ingresos
7-8	De 6-7 productos económicos para la generación de ingresos
9-10	Más de 7 productos económicos para la generación de ingresos

15. Diversificación de mercado

Valor establecido	Característica
0-2	Uno sola vía de mercados seguros
3-4	Dos vías de mercados seguros

5-6	Dos vías de mercados seguros y una inestable
7-8	Tres vías de mercados seguros
9-10	Más de tres vías de mercados seguros

16. Otros Ingresos a la finca

Valor establecido	Característica
0-2	Solamente jubilaciones o asistenciados sociales (1)
3-4	1+ salarios de empleos estatales (2)
5-6	1 ó 2 + (camiones, autos de alquiler o negocios mixtos por cuenta propia) (3)
7-8	1, 2 ó 3 + Remesas del extranjero
9-10	Todos

17. Insumos Externos

Valor establecido	Característica
0-2	Más del 70% de los insumos totales usados son externos
3-4	Entre el 70- 60 % de los insumos son externos (fertilizantes, plaguicidas, combustibles y semillas)
5-6	Entre el 50- 40 % de los insumos son externos (fertilizantes, plaguicidas y combustibles)
7-8	Entre el 30- 20 % de los insumos son externos (plaguicidas y combustibles)
9-10	Mínima dependencia de recursos externos (menos del 20%), solamente combustible diesel y en pequeña proporción

18. Insumos Alternativos

Valor establecido	Característica
0-2	No utiliza insumos alternativos
3-4	Fertilizantes orgánicos (1)
5-6	1+ Tracción animal (2)
7-8	1+2+Producción local de semillas (3)
9-10	1+2+3+Estractos vegetales para control de plagas y enfermedades

19. Almacenes para las cosechas y otros productos

Valor establecido	Característica
0-2	No cuenta con locales para almacenar sus producciones
3-4	Garantizan < 50% de almacenaje de las producciones
5-6	Garantizan entre un 50- 80% de almacenaje de las producciones
7-8	Se satisfacen las necesidades de almacenaje entre un 90- 99%
9-10	Se satisfacen todas las necesidades de almacenes

20. Corrales para animales

Valor establecido	Característica
0-2	No cuentan con corrales para animales
3-4	Cuentan con corrales pero solo hasta un 50% de sus necesidades

5-6	Cuentan con corrales que satisfacen entre un 50- 90% de sus necesidades
7-8	Cuentan con corrales que satisfacen el 100% sus necesidades pero están en mal estado
9-10	Cuentan buenas instalaciones y corrales que satisfacen el 100%

21. Tecnologías de manejo de cultivos

Valor establecido	Característica
0-2	Se dedica completamente al monocultivo
3-4	Utilizan combinaciones de cultivos pero de forma inconsciente
5-6	Conocen y utilizan algunos policultivos
7-8	Conocen y utilizan algunos policultivos y plantas repelentes
9-10	Conocen y utilizan los policultivos, plantas repelentes, abonos verdes y otros conocimientos tradicionales

22. Empleo de alternativas nutricionales

Valor establecido	Característica
0-2	No emplea alternativas nutricionales
3-4	Utiliza solamente estiércoles en pequeñas cantidades
5-6	Utiliza estiércoles en grandes cantidades y humus de lombriz
7-8	Utiliza estiércoles en grandes cantidades, humus de lombriz y biofertilizantes
9-10	Utiliza estiércoles en grandes cantidades, humus de lombriz, biofertilizantes, abonos verdes y otras iniciativas

23. Producción y conservación de semillas

Valor establecido	Característica
0-2	No produce sus semillas
3-4	Produce hasta el 40% de las semillas que necesita
5-6	Produce entre el 40 y el 60% de las semillas que necesita
7-8	Produce hasta el 80% de las semillas que necesita y cuenta con buenas condiciones para su conservación
9-10	Produce las semillas que necesita, presta servicio a otros productores y cuenta con buenas condiciones para su conservación

24. Maquinarias para preparación de suelo

Valor establecido	Característica
0-2	Solamente tracción animal (1)
3-4	1+ tractor con implementos de rotulación de suelos (2)
5-6	1 ó 2 + Chapeadora de tracción hidráulica
7-8	1 + 2 + Chapeadora de tracción hidráulica (3)
9-10	1+2+3+ Molinos de postcosecha

25. Sistemas de riego

Valor establecido	Característica
0-2	No hay sistema de riego
3-4	Hay sistema de riego por gravedad hasta el 50 % del área

5-6	Hay sistema de riego por gravedad en 100 % del área
7-8	Hay sistema de riego por tuberías en el 50% del área y por zanjas en el resto.
9-10	Hay un buen sistema de riego en el 100% de la finca

26. Tracción animal

Valor establecido	Característica
0-2	No la utiliza
3-4	La utiliza como préstamo para pocas actividades
5-6	Dispone de animales y lo utiliza hasta un 50% de sus posibilidades
7-8	Dispone de animales, lo utiliza (50- 80 %) de sus posibilidades
9-10	Utiliza la tracción animal en el 100% de sus actividades posibles

27. Relación fuerza de trabajo/área

Valor establecido	Característica
0-2	Menos de 1 para 4 hectárea
3-4	Entre 0.25 y 0.5 / hectárea
5-6	Entre 0.5 y 1 / hectárea
7-8	Entre 1 y 2 / hectárea
9-10	Más de 2 / hectárea

28. Calidad de la Fuerza de Trabajo

Valor establecido	Característica
0-2	FT con más de 60 años (1) y problemas de salud
3-4	FT con 1+ buen estado de salud
5-6	FT con <60 años (2), poca experiencias en la agricultura
7-8	FT con 2 y con experiencias en la agricultura (3) y poca capacitación
9-10	FT con 2 +3 , con capacitación y alto nivel escolar

29. Nivel de sofisticación del conocimiento sobre agricultura sostenible

Valor establecido	Característica
0-2	Bajo conocimiento de los principios de la agricultura sostenible
3-4	Conocimiento limitado sobre el uso de alternativas agroecológicas
5-6	Conoce diferentes alternativas agroecológicas pero no tiene experiencias prácticas
7-8	Conoce diferentes alternativas agroecológicas y tiene experiencia práctica en algunas
9-10	Tiene un conocimiento sólido sobre los principios agroecológicos y de la agricultura sostenible

30. Capacidad innovativa y de experimentación

Valor establecido	Característica
0-2	Nunca a experimentado ni innovado cosa alguna

3-4	Ha tenido escasas experiencias en la experimentación pero con iniciativas de facilitadores
5-6	Ha tenido escasas experiencias en la experimentación y ha innovado por falta de otras alternativas
7-8	Ha tenido varias experiencias en la experimentación con iniciativas propias y ha realizado innovaciones para mejorar
9-10	Es un experimentador e innovador por excelencia

31. Nivel de socialización e intercambio del conocimiento

Valor establecido	Característica
0-2	Permanece aislado de los demás productores
3-4	Se relaciona con otros productores (selectivo) pero se aleja de especialista y facilitadores
5-6	Intercambia con otros productores (selectivo) pero se aleja de especialista y facilitadores
7-8	Participa en actividades de intercambio abiertamente
9-10	Permanece al intercambio de conocimiento, socialización y puede ser facilitador o capacitador

32. Disponibilidad y calidad de alimentos (nutrientes básicos)

Valor establecido	Características
0-2	Por debajo de un Kg. de alimento diario y poca cultura alimenticia
3-4	Hasta un Kg. de alimento diario y poca cultura alimenticia
5-6	Hasta un Kg. de alimento diario y una dieta equilibrada
7-8	Entre 1,0 – 1,2 Kg. de alimento diario y una dieta equilibrada en nutrientes básicos
9-10	Entre 1.3-1.5 Kg. de alimento diario, una dieta equilibrada en nutrientes básicos, con frutas y vegetales

33. Superficie de autoconsumo (área por habitante)

Valor establecido	Características
0-2	Menos de 0,1ha/ habitante
3-4	De 0,1- 0,2 ha/ habitante
5-6	De 0,3- 0,4 ha/ habitante
7-8	De 0,5- 0,7 ha/ habitante
9-10	De 0,7 hasta 1,0 ha/ habitante

Anexo 8. Marco conceptual de las variables para dominios de recomendaciones

Componentes	Criterios de	Código	Variables
-------------	--------------	--------	-----------

del sistema	diferenciación		
Recursos Naturales	Suelo	AI-1	Superficie total (Tamaño de finca)
		AI-2	Capacidad de uso (Personas/ha)
		AI-3	Calidad de suelo
	Biodiversidad	AII-1	Número de cultivos agrícolas
		AII-2	Número de animales de importancia agrícola
		AII-3	Área agrícola
		AII-4	Área ganadera
		AII-5	Preferencia de producción (agrícola, ganadera o mixta)
		AII-6	Productividad
	Agua	AIII-1	Disponibilidad y uso del agua
AIII-2		Área bajo riego	
Recursos Humanos	Fuerza de Trabajo	BI-1	Disponibilidad de la fuerza de trabajo
		BI-2	Proporción de fuerza de trabajo por área (FT/ha)
		BI-3	Capacidad de gestión de la FT
		BI-4	Nivel de información sobre agricultura sostenible
Recursos Económicos y Medios de Producción	Infraestructura	CI-1	Infraestructura para almacenaje y procesamiento de las producciones
		CI-2	Infraestructura para producción de animales
	Medios de Producción	CII-1	Mecanización para actividades agrícolas y transporte
		CII-2	Mecanización para poscosecha
		CII-3	Tracción animal
	Insumos	CIII-1	Insumos externos
		CIII-2	Insumos alternativos
	Sistemas de Riego	CIV-1	Infraestructura para riego
		CIV-2	Disponibilidad y calidad de la fuente de abasto
	Tecnologías de Producción	CV-1	Empleo de fertilizantes químicos
		CV-2	Empleo de alternativas nutricionales
		CV-3	Empleo de pesticidas químicos
		CV-4	Manejo de plagas, enfermedades y arvenses mediante medios biológicos
		CV-5	Técnicas de policultivos y rotaciones
CV-6		Producción y conservación de semillas	
CV-7		Técnicas de preparación de suelo	

Anexo 9. Diversidad de especies agrícolas existentes en los agroecosistemas de la comunidad de Zaragoza.

Familias	Nombre Científico	Nombre Vulgar
Chenopodiaceae	<i>Beta vulgaris var. Cicla</i>	1. Acelga
Lauraceae	<i>Persea americana, Mill</i>	2. Aguacate
Solanacea	<i>Capsicum sinesis L.</i>	3. Ají Cachucha
Solanacea	<i>Capsicum annuus L.</i>	4. Ají pimiento
Liliaceae	<i>Allium sativum, L.</i>	5. Ajo
Liliaceae	<i>Allium porrum L</i>	6. Ajo porro
Fabacea	<i>Sesamun orientale L.</i>	7. Ajonjolí
Burseraceae	<i>Bursera simaruba L</i>	8. Almácigo
Umbeliferae	<i>Pimpinella anisum L.</i>	9. Anis
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides L.</i>	10. Apazote
Poaceae	<i>Echinochloa colonum</i>	11. Arrocillo
Poaceae	<i>Oryza sativa L.</i>	12. Arroz
Solanaceae	<i>Solanum melongena L.</i>	13. Berenjena
Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius Mart.</i>	14. Bledo
Amaranthaceae	<i>Amaranthus espinosus</i>	15. Bledo espinoso
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batata (L) Lam.</i>	16. Boniato
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis, Will.d</i>	17. Buganvil
Rubiaceae	<i>Coffea arabica L.</i>	18. Café
Cucurbitaceae	<i>Cucúrbita pepo L.</i>	19. Calabaza
Fabaceae	<i>Canavalia ensiformis</i>	20. Canavalia
Commelinaceae	<i>Commelina elegans Kunth</i>	21. Canutillo
Poaceae	<i>Saccharum officinarum</i>	22. Caña de azúcar
Liliaceae	<i>Allium cepa, L.</i>	23. Cebolla
Cyperaceae	<i>Cisperus rorundus</i>	24. Cebolleta
Liliaceae	<i>Allium fistulosum L.</i>	25. Cebollino
Annonaceae	<i>Annona reticulata L.</i>	26. Chirimoya
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea L.</i>	27. Ciruela
Arecaceae	<i>Cocos nucífera, L.</i>	28. Coco
Cruciferae	<i>Brassica oleracea</i>	29. Col
Fabacea	<i>Crotolaria juncea</i>	30. Crotalaria
Umbeliferae	<i>Eryngium foetidum L.</i>	31. Culantro
Mimosaceae	<i>Mimosa púdica</i>	32. Dormidera
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus L.</i>	33. Escoba amarga
Asteraceae	<i>Tagetes patula L.</i>	34. Flor de Muerto
Fabacea	<i>Vigna antillana</i>	35. Frijol caupí
Fabacea	<i>Phaseolus aureus</i>	36. Frijol Chino
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris, L.</i>	37. Frijol común
Fabacea	<i>Cajanus indicus</i>	38. Frijol Gandul
Caricaceae	<i>Carica papaya L.</i>	39. Fruta Bomba
Fabaceae	<i>Cicer arietinum</i>	40. Garbanzo
Asteraceae	<i>Helianthus annuus L</i>	41. Girasol
Passifloraceae	<i>Passiflora cuadrangularis L</i>	42. Granadillo

Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus acidus</i> L.	43. Grosella
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	44. Guanábana
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> , L.	45. Guayaba
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	46. Guizazo
Fabaceae	<i>Vigna sesquipedalis</i>	47. Habichuela
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	48. Hierba de Don Carlos
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	49. Hierba fina
Poaceae	<i>Panicum maximum</i> , Jacq	50. Hierba de Güinea
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	51. Jagüey Americano
Poaceae	<i>Pennisetum</i> sp	52. King-grass
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i>	53. Lechuga
Liliaceae	<i>Sansevieria guineensi</i> (Jacq.) Willd.	54. Lengua de vaca
Rutaceae	<i>Citrus lauratifolia</i> Chistm	55. Lima
Rutaceae	<i>Citrus limonum</i> Risco	56. Limón criollo
Rutaceae	<i>Citrus</i>	57. Limón francés
Rutaceae	<i>Citrus</i>	58. Limón Injerto
Poaceae	<i>Zea mays</i> L	59. Maíz
Araceae	<i>Xanthosoma sugitifolium</i> Schott	60. Malanga blanca
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i> Schott	61. Malanga japonesa
Araceae	<i>Dieffenbachia maculata</i> (Lodd) G.	62. Malanga manchada
Araceae	<i>Xanthosoma nigrum</i> Vell.	63. Malanga morada
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burnm f.	64. Malva de caballo
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i> Jacq	65. Mamey colorado
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> , Blanco	66. Mandarina
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	67. Mango
Fabaceae	<i>Arachis hipogaea</i> , L	68. Maní
Asteraceae	<i>Chrysantellum americanum</i> L.	69. Manzanilla
Mimosaceae	<i>Caillea glomerata</i>	70. Marabú aroma
Passifloraceae	<i>Passiflora caerulea</i>	71. Maracuyás
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	72. Marpacífico
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> , L	73. Naranja agria
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> , L	74. Naranja dulce
Rutaceae	<i>Citrus</i>	75. Naranja Mayajigua
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i>	76. Noni
Orchidaceae	<i>Cattleya trianaei</i> L. & Reichb.	77. Orquídea
Arecaceae	<i>Roystonea regia</i>	78. Palma real
Poaceae	<i>Cynodon nemfluensis</i>	79. Pasto estrella
Poaceae	<i>Eleusine indica</i>	80. Pata de gallina
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> , L.	81. Pepino
Fabacea	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.), Steud.	82. Piñón florido
Musaceae	<i>Musa sapientum</i> L.	83. Plátano fruta
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	84. Plátano vianda
Polypodiaseae	<i>Platicerium alciforme</i> Desv.	85. Platicerium

Malvaceae	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L) Moench	86. Quimbombó
Chenopodiaceae	<i>Raphanus sativus</i> L	87. Rábano
Chenopodiaceae	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>Crassa</i>	88. Remolacha
Asteraceae	<i>Bidens alba</i> var. <i>Radiata</i>	89. Romerillo
Rosaceae	<i>Rosa</i> sp.	90. Rosa
Mimosaceae	<i>Mimosa púdica</i>	91. Sensitiva
Fabaceae	<i>Glycine max.</i>	92. Soja
Poaceae	<i>Sorghum vulgare</i> Pers	93. Sorgo
Acanthaceae	<i>Justicia pectoralis</i> Jacq.	94. Tilo
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicon</i> l	95. Tomate
Rutaceae	<i>Citrus paradisi</i> Macf	96. Toronja
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	97. Uva
Boraginaceae	<i>Gerascanthus gerascantoides</i> (L.)	98. Varía
Portulacaceae	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	99. Verdolaga
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	100. Yuca
Umbeliferae	<i>Daucus carota sativa</i> D.C.	101. Zanahoria
Grupos de animales de importancia		102. Bovino
		103. Caprino
		104. Conejos
		105. Gallinas
		106. Ovino
		107. Patos
		108. Pavos
		109. Porcino

Anexo 10. Escala estandarizada del valor de importancia (Vi) de la biodiversidad

Componentes: Leguminosas para alimento humano (I), Leguminosas para alimento animal (VII), Energéticos para animales (VIII) y Flores y plantas ornamentales (XII)

Valor	I, VII, VIII	XII
	Descripción	
0	0 especies	0 ó 1 especie
1	1 especie	de 2-4 especies
2	2 especies	de 5-7 especies
3	3 especies o más	8 especies o más

Componentes: Proteína (origen animal) (II), Raíces y tubérculos (III), Vegetales (V)

Valor	II	III, V
-------	----	--------

	Descripción	
0	0 especies	0 especies
1	Especies que aporten carne	De 1-2 especies
2	Que aporten carne y huevos	De 3-4 especies
3	Que aporten carne, huevo y leche (otras)	Más de 4 especies

Componentes: Cereales y Oleaginosas (IV), Frutas (VI)

Valor	IV	VI
	Descripción	
0	0 especies	0 especies
1	1 especie	De 1-3 especies
2	De 2-3 especies (1 oleaginosa)	De 4-6 especies
3	4 especies o mas (algunas oleaginosas)	Más de 6 especies

Componentes: Abonos verdes (IX), Maderables (no frutales) (XIII)

Valor	IX	XIII:
	Descripción	
0	0 especies	0 especies
1	1 especie o más de tres	De 1-2 especies
2	2 especies	De 3 - 6 especies
3	3 especies	7 especies o más

Componentes: X, Arvenses u otras especies de la sucesión

Valor	Descripción
0	Invasión total de una especie (impide el crecimiento de los cultivos)
1	Dos especies agresivas dominando (alta dominancia)
2	Tres especies dominando poca agresiva (poca dominancia)
3	Sin especies altamente agresivas y poca infestación (sin dominancia)

Componentes: XI, Medicinales

Valor	Descripción
0	0 especies
1	De 1-2 especies de diferentes usos
2	De 3-4 especies de diferentes usos
3	Más de 4 especies y diferentes usos

Componentes: XIV Otras

Valor	Descripción
1	Presencia de plantas para un solo uso en el agroecosistema
2	Presencia de plantas para dos usos dentro del agroecosistema
3	Presencia de plantas con más de dos usos dentro del agroecosistema