

MEMORIA DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Evaluación de la sostenibilidad de fincas agroecológicas en Tenerife mediante el uso de
indicadores Multi-criterio

*(Assessing the sustainability of organic farms in Tenerife using Multi-criteria
indicators)*

Autora: D^a Francis Caridad Rodríguez Ruiz

Tutor: Dr. Juan Sánchez García

Grado en ECONOMÍA
FACULTAD DE ECONOMÍA, EMPRESA Y TURISMO
Curso Académico 2014 / 2015

LA LAGUNA, 29 DE JUNIO DE 2015

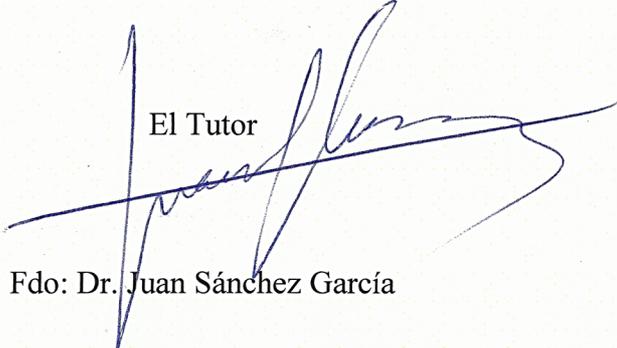
Dr. Juan Sánchez García del Departamento de Economía Aplicada

CERTIFICA:

Que la presente Memoria de Trabajo Fin de Grado en Economía titulada *Evaluación de la sostenibilidad de fincas agroecológicas en Tenerife mediante el uso de indicadores Multi-criterio* y presentada por la alumna Francis Caridad Rodríguez Ruiz, realizada bajo mi dirección, reúne las condiciones exigidas por la Guía Académica de la asignatura para su defensa

Para que así conste y surta los efectos oportunos, firmo la presente en La Laguna a 29 de junio de dos mil quince

El Tutor



Fdo: Dr. Juan Sánchez García

LA LAGUNA 29 DE JUNIO DE 2015

**EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE FINCAS AGROECOLÓGICAS EN TENERIFE
MEDIANTE EL USO DE INDICADORES MULTI-CRITERIO**

Assessing the Sustainability of organic farms in Tenerife using Multi-criteria indicators

RESUMEN

Las prácticas de la agricultura convencional aplicadas tras la Revolución Verde, representaron un cambio de modelo productivo, con aumentos de la productividad nunca vistos. Las consecuencias documentadas de tales prácticas hacen peligrar el futuro de la agricultura. Como alternativa sostenible resurge la agroecología, un modelo que pretende ser suficientemente productivo, económicamente viable, ecológicamente adecuado y socio-culturalmente aceptable. El objetivo de las siguientes páginas es realizar una revisión de los indicadores de sostenibilidad utilizados y, desde allí, proponer un indicador Multi-criterio que permita la evaluación de las fincas en Tenerife. La participación multidisciplinar y la creación de redes son fundamentales para complementar y corregir las ponderaciones de los indicadores elegidos y la ampliación de criterios. En este sentido, se hace evidente la necesidad de realizar trabajos de investigación *para y con la comunidad*, con el objeto de contribuir en la transferencia tecnológica desde los agroecocultores hacia las instituciones educativas y gubernamentales.

Palabras clave: sostenibilidad, agroecología, productividad, indicadores Multi-criterio.

ABSTRACT

The practices of conventional agriculture implemented after the Green Revolution, represented a change in the productive model, with increases in productivity never seen before. The documented consequences of such practices are jeopardizing the future of agriculture. As a sustainable alternative agroecology emerges, a model that is intended to be sufficiently productive, economically viable, ecologically sound and socio-culturally acceptable. The aim of the following pages is to make a review of the sustainability indicators used and, from there, propose a Multi-criteria indicator to allow evaluation of the farms in Tenerife. Multidisciplinary participation and the creation of networks are essential to supplement and correct the weighting of the indicators chosen and the expansion of criteria. In this regard, it is clear that there is a need to undertake research work for and with the community, with the aim of contributing in the technology transfer from eco-farmers toward educational institutions and governmental organizations.

Key words: sustainability, agroecology, productivity, Multi-criteria indicators.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----------|
| | <i>p.</i> |
| ÍNDICE DE TABLAS, CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS | 5 |
| INTRODUCCIÓN | 6 |
| CAPÍTULO I: LA SOSTENIBILIDAD COMO PUNTO DE PARTIDA | 7 |
| 1.1 El declive de la agricultura convencional | 7 |
| 1.2 La alternativa: Agroecología | 10 |
| 1.3 Principios de la Agroecología | 13 |
| 1.4 Sostenibilidad: una revisión etimológica | 14 |
| 1.5 Las vertientes de la sostenibilidad | 15 |
| CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD | 16 |
| 2.1 Agricultura sostenible: una definición de partida | 16 |
| 2.2 Concepto operativo de sostenibilidad | 17 |
| 2.3 Indicadores de sostenibilidad agroecológica | 18 |
| 2.3.1 Indicadores cualitativos | 18 |
| 2.3.2 Indicadores cuantitativos | 18 |
| 2.3.2.1 Índice Equivalente de Tierra | 19 |
| 2.3.2.2 Análisis energético | 19 |
| 2.3.2.2 Balance de Carbono y emisión de gases de efecto invernadero | 20 |
| 2.3.2.4 Índice de Productividad Agroecológica | 20 |
| 2.4 Indicadores globales de sostenibilidad | 21 |
| 2.4.1 Gestión de la Resiliencia | 21 |
| 2.4.2 Método MESMIS | 22 |
| 2.4.3 Análisis Multi-criterio de sostenibilidad de fincas | 24 |
| CAPÍTULO III: SOSTENIBILIDAD DE FINCAS EN TENERIFE | 24 |
| 3.1 Escenario de partida: Isla de Tenerife | 24 |
| 3.2 Propuesta Multi-criterio para evaluar la sostenibilidad | 25 |
| 3.3 Metodología y recogida de información | 30 |
| 3.4 Antecedentes locales y futuras líneas de investigación | 30 |
| 3.4.1 Proyecto LASOS | 30 |
| 3.5 La Finca El Mato como referencia del Proyecto LASOS | 31 |
| 3.5.1 BINAS-BINRAS | 32 |
| 3.5.2 Principales conclusiones Proyecto LASOS | 33 |
| CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 33 |
| 4.1 Cooperación como requisito | 33 |
| 4.2 Conclusiones y Recomendaciones | 34 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 35 |

INDICE DE TABLAS, CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS

| | | <i>p.</i> |
|------------------------|--|-----------|
| <u>TABLAS</u> | | |
| Tabla 1.1 | Total de costes ambientales y sociales estimados del uso de pesticidas en EEUU | 10 |
| Tabla 3.1 | Número de explotaciones agrícolas en Tenerife por municipios, superficie y tamaño medio de las explotaciones (ha.) | 27 |
| <u>CUADROS</u> | | |
| Cuadro 1.1 | Objetivos e inconvenientes de las Prácticas de la Agricultura Convencional | 8 |
| Cuadro 1.2 | Diferencias entre sostenibilidad fuerte y débil | 16 |
| Cuadro 2.1 | Atributos y criterios de evaluación de un agroecosistema sustentable MESMIS | 23 |
| <u>FIGURAS</u> | | |
| Figura 1.1 | Principios de la Agroecología | 14 |
| Figura 2.1 | Análisis de Resiliencia en un sistema socio-ecológico | 22 |
| Figura 3.1 | Sistemas agrarios basados en economías de escala y alcance (S.A.E.F.) | 25 |
| <u>GRÁFICOS</u> | | |
| Gráfico 1.1 | Evolución de la Producción Ecológica en España (1991-2013) | 11 |

INTRODUCCIÓN

La agricultura industrial surgida tras la Revolución Verde vino a romper, mediante los avances tecnológicos puestos a su servicio, muchas de las limitaciones de la agricultura tradicional, logrando aumentos de la productividad no vistos hasta entonces. El uso de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes, así como la generación de nuevas variedades de cultivos de alto rendimiento contribuyeron a aumentar la producción alimentaria mundial. Sin embargo, tras casi ocho décadas, numerosos estudios han puesto de manifiesto los elevados costes ambientales de tales prácticas, la disminución de su productividad y la imposibilidad de contribuir en el largo plazo a la erradicación del hambre y la desnutrición en el mundo.

En años recientes, muchos organismos internacionales han puesto sobre la mesa la necesidad de transformar los sistemas agrícolas convencionales por otros más sostenibles, subrayando la importancia de la tierra, no solo como factor de producción, sino como el pilar del sistema agrícola sin el cual no es posible llevar a cabo la actividad. En este sentido, el año 2015 ha sido declarado como Año Internacional de los Suelos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), destacando la trascendencia de la gestión de los suelos en la lucha contra el cambio climático y la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero, en el mejoramiento de la resiliencia de los agroecosistemas ante inundaciones y sequías, en la producción de alimentos saludables y en la conservación y mejoramiento de los suelos para alcanzar la seguridad alimentaria en el mundo.

La sostenibilidad se ha convertido en los últimos años en un aspecto fundamental de muchas de las actividades humanas y la agricultura no está exenta de ello. La agroecología resurge como un modelo que pretende ser sostenible y económicamente viable. Cuantificar la sostenibilidad no es tarea fácil; no existen indicadores irrefutables. Sin embargo, mediante análisis Multi-criterio y estableciendo un conjunto de hipótesis de partida recogidas en la definición operativa de sostenibilidad, se pueden elaborar indicadores que permitan ponderar si una finca es sostenible en relación a aspectos como la suficiencia alimentaria, la conservación o mejora de los factores de producción (con énfasis en la tierra) o el nivel de aceptabilidad social que genera.

Hacer una revisión de la literatura disponible con el propósito de contrastar dos sistemas de producción: agricultura convencional y agroecología; así como recoger los diferentes indicadores de sostenibilidad existentes, y a partir de ellos, proponer un sistema de evaluación de la sostenibilidad de fincas en Tenerife, constituye el objetivo fundamental de éstas páginas.

Para comenzar el análisis, es necesaria una exploración de la evolución de ambos sistemas de producción, de los costes y beneficios de cada uno de ellos, así como una puesta en situación y revisión etimológica de lo que se ha entendido hasta la actualidad por sostenibilidad y de las vertientes filosóficas que la identifican. Lo anterior, aunado al establecimiento de los criterios de la agroecología, se halla en el capítulo uno. El capítulo dos recoge los criterios de sostenibilidad susceptibles de medición, así como la metodología aplicada para el cálculo de los mismos. En este sentido, para la generación de indicadores de sostenibilidad, en cualquiera de sus áreas, es necesario partir de una definición operativa que permita delimitar el área de estudio y la metodología a aplicar.

Partiendo de la necesidad de determinar el área de estudio, Tenerife es el escenario de partida, la revisión de la literatura disponible en los dos capítulos anteriores, sirve como referencia en la propuesta de un indicador Multi-criterio para evaluar la sostenibilidad de fincas agroecológicas en Tenerife, así como al análisis de antecedentes locales en la evaluación de la sostenibilidad, recogidos en el capítulo tres. Por último, el capítulo cuatro recoge las principales conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis anterior.

CAPÍTULO I:

LA SOSTENIBILIDAD COMO PUNTO DE PARTIDA

1.1 EL DECLIVE DE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL

La agricultura convencional¹ durante la segunda mitad del siglo XX fue exitosa en la provisión de alimentos a una creciente población mundial, combinando avances científicos e innovaciones tecnológicas, tales como el uso de fertilizantes y plaguicidas inorgánicos, la creación de nuevas variedades de plantas y el crecimiento de una infraestructura de riego, fue capaz de satisfacer gran parte de la demanda de alimentos. Estas prácticas, impuestas por los países desarrollados después de la Segunda Guerra Mundial, se basan en un modelo tecnológico de artificialización creciente de los agroecosistemas, atentando de forma irreversible contra su reproducción (Navarro, 1997).

En este sentido, los objetivos fundamentales de la agricultura química son (como para cualquier otra industria) la maximización de beneficios y de la producción; para su consecución se han desarrollado y aplicado diversas prácticas que no entienden la dinámica de los ecosistemas, ya que las plantas son vistas como pequeñas fábricas de alimentos; éstas técnicas ni aprovechan las condiciones naturales en las que se realiza la producción, ni tampoco son capaces de orientarle en función de las vocaciones naturales de los ecosistemas. En efecto, las prácticas promovidas durante la “Revolución Verde” han transformado los ecosistemas mediante formas de expansión de su capacidad productiva al margen de los límites naturales de éstos y de su capacidad de regeneración.

Para lograr tal expansión se recurrió a la utilización de energía no humana, de tecnología y de insumos energéticos en dimensiones nunca antes vistas al tiempo que se generó un sistema de acumulación que, basado en los excedentes que genera, permitió nuevas y reiteradas expansiones de la capacidad productiva de los sistemas agrícolas (Navarro, 1997). En este sentido, los agroecosistemas son forzados a generar masivamente y en un tiempo reducido unos pocos productos muy competitivos en los mercados en detrimento de los ciclos ecológicos y la capacidad de renovación de los suelos.

Así pues, las prácticas básicas de la agricultura industrial podrían agruparse en las siguientes: labranza intensiva, monocultivo, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, control químico de plagas y manipulación genética (Gliessman, 2002). El cuadro 1.1 presenta la comparativa de objetivos e inconvenientes de las prácticas usualmente utilizadas en la agricultura química; estas prácticas tienden a favorecer el crecimiento de los rendimientos por unidad de superficie a corto plazo, en detrimento de la productividad a largo plazo, lo que derivaría en un problema de sostenibilidad del sistema. Sin duda, la utilización de las técnicas de la Revolución Verde en la agricultura, sin haber considerado los efectos negativos que generan, ha venido a romper el equilibrio de los ecosistemas agrícolas que son el sustento de dicha actividad. En efecto, la paulatina pérdida de fertilidad del suelo y el debilitamiento de su estructura ha forzado a los agricultores a adquirir una cantidad cada vez más numerosa de nutrientes químicos y de maquinaria adecuada, lo que ha generado una dependencia excesiva y creciente del sector industrial.

Estas prácticas, individualmente contribuyeron a incrementar la productividad de la agricultura convencional en el pasado, pero su uso continuado ha generado una progresiva dependencia y que parte desde la perspectiva de considerar la agricultura como una actividad en la que el suelo es simplemente el medio en el cual crecen las raíces.

¹ También llamada agricultura industrial, agricultura moderna o agricultura química, es decir, aquella derivada de la “Revolución Verde”.

Cuadro 1.1 Objetivos e inconvenientes de las Prácticas de la Agricultura Convencional.

| PRÁCTICAS | OBJETIVOS | INCONVENIENTES |
|---|---|--|
| <i>Labranza Intensiva</i> | Romper la estructura del suelo para permitir un mejor drenaje, un crecimiento más rápido de las raíces, aireación y mayor facilidad para sembrar. Controlar malezas e incorporar al suelo residuos de cultivos. | Degrada la calidad del suelo. Reduce la cobertura vegetal y el suelo se compacta con el paso frecuente de maquinaria pesada. La falta de materia orgánica reduce la fertilidad del suelo y degrada su estructura. Incrementa significativamente la erosión del suelo. |
| <i>Monocultivo</i> | Utilización más eficiente de la maquinaria para preparar el suelo, sembrar, controlar malezas y cosechar. Crear economías de escala con respecto a la compra de semillas, fertilizantes y plaguicidas. Minimizar el trabajo manual e incrementar la eficiencia y la productividad. | Mayor dependencia de la labranza intensiva y del uso creciente del control químico de plagas, la aplicación de fertilizantes inorgánicos, el riego y las variedades especializadas de cultivo. Relación especialmente fuerte con los plaguicidas sintéticos. Las grandes áreas de cultivo de una sola especie tienden a ser más susceptibles al ataque devastador de plagas y por tanto, requieren más protección química. |
| <i>Aplicación de Fertilizantes Sintéticos</i> | Aumentos espectaculares en el rendimiento de los cultivos (a nivel mundial, el uso de fertilizantes se incrementó 10 veces entre 1950 y 1992). Satisfacer los requerimientos nutricionales de las plantas a corto plazo. | Al nutrir artificialmente las plantas, los agricultores no prestan atención a la fertilidad del suelo a largo plazo e ignoran los procesos que la mantienen. Una gran cantidad de fertilizante termina en ríos, lagos, acuíferos, con la consecuente amenaza para la salud humana. Los precios de los fertilizantes son volátiles al depender de los precios de los hidrocarburos. |
| <i>Irrigación</i> | El riego de cultivos con agua del subsuelo, reservas y ríos con cauces modificados, ha sido importante para incrementar la producción, y la cantidad de tierra destinada a la agricultura. | La agricultura con riego consume tal cantidad de agua que en aquellas áreas donde existe irrigación se ha notado un efecto negativo significativo en la hidrología regional. Este consumo excesivo puede ocasionar problemas geológicos y en áreas cercanas al mar puede inducir la intrusión salina. |
| <i>Control Químico de Plagas y Malezas</i> | Ofrecer a los agricultores una solución definitiva contra las plagas que afectaban los cultivos, y por ende, sus ganancias. Sin embargo esta promesa ha demostrado ser falsa ya que las pérdidas de cosechas causadas por plagas se han mantenido constantes a pesar del incremento del uso de plaguicidas. | Los plaguicidas pueden bajar dramáticamente las poblaciones de plagas a corto plazo, pero debido a que también eliminan a sus enemigos naturales, las plagas rápidamente incrementan sus poblaciones a niveles incluso mayores a los que tenían antes de aplicarlos. Así el agricultor se ve forzado a utilizar más productos químicos, ya que se produce una mayor resistencia a los plaguicidas. Produce efectos negativos contra el ambiente y la salud humana. |
| <i>Manipulación del Genoma Vegetal</i> | En épocas recientes, los avances tecnológicos han permitido la manipulación genética que dio lugar a semillas híbridas. Las semillas híbridas son más productivas que sus variedades similares no híbridas. | Las variedades híbridas a menudo requieren la aplicación intensiva de fertilizantes inorgánicos y de plaguicidas ya que no cuentan con la resistencia natural de sus antecesores. Asimismo, las plantas híbridas no pueden producir semillas con el mismo genoma que sus progenitores lo cual hace a los agricultores dependientes de los productores comerciales de semilla. |

FUENTE: Gliessman, S. (2002) pp. 3-6. Elaboración propia.

Cabría preguntarse si la agricultura química ha generado más beneficios que pérdidas, tanto desde el punto de vista de la mejora de los niveles de bienestar de la sociedad como desde una visión ambientalista y de futuro; toda vez que son las propias bases en las que se fundamenta este tipo de agricultura las que están erosionando su productividad. Por una parte han abusado y degradado los recursos naturales en los que se sustentan y por otra, han basado su producción en una excesiva subordinación al uso de recursos no renovables y altamente contaminantes (Gliessman, 2002). Se trata por tanto de un sistema en el que los suelos, el agua y el medio ambiente están supeditados a la acumulación de capital.

La mayor parte de la energía utilizada en la agricultura no es renovable y cada vez se requiere una utilización más intensiva de energía para obtener la misma cantidad de producto, de allí que se demuestra como la productividad de la agricultura moderna no ha aumentado sino disminuido desde el punto de vista energético, una unidad de medida que no se aplica a la hora de dar valor económico a los productos agrarios, pero que sin embargo, es importante desde el punto de vista de la sostenibilidad (Navarro, 1997).

La agricultura industrial no sólo contribuye a la pérdida de fertilidad de los suelos y a una mayor utilización de energías no renovables y de nutrientes químicos, al mismo tiempo, como consecuencia de los monocultivos, se ha generado un empobrecimiento de la biodiversidad que reduce la capacidad del ecosistema de hacer frente a las plagas, lo que estimula una mayor utilización de productos fitosanitarios, en muchos casos peligrosos para la salud y altamente contaminantes. Por consiguiente, la agricultura industrial es insostenible ya que basa su crecimiento y productividad en recursos cada vez más escasos y erosionados. Pero la insostenibilidad del sistema agrario convencional no solo parte desde el punto de vista de la escasez de recursos naturales, sino también desde un punto de vista social y económico. Dentro de este marco, resulta claro que la agricultura moderna podría no satisfacer en el largo plazo la demanda de alimentos de una población creciente toda vez que sus rendimientos disminuyen como consecuencia de la erosión paulatina del sistema que la sostiene (IAASTD, 2009; Rodale, 2011; UNCTAD, 2013).

Son muchas las formas en la que la agricultura convencional compromete la sostenibilidad futura, ya sea mediante la degradación de los suelos, el uso indiscriminado de recursos hídricos o la contaminación del agua, sin contar con los efectos nocivos que tiene para la salud la utilización de fertilizantes y plaguicidas químicos. Aunado a ello, existe amplia evidencia sobre los peligros para la salud que conlleva el uso de pesticidas. Algunos de estos efectos incluyen problemas neurológicos, respiratorios, reproductivos y cáncer, de hecho, varios estudios han demostrado que los riesgos de ciertos tipos de cáncer son más altos en personas trabajadoras en la agricultura industrial, quienes están en contacto permanente con este tipo de productos (Pimentel, 2005).

En EEUU, se estima que los costes ambientales y sociales asociados al uso de pesticidas rondan los \$9.6 mil millones por año (Pimentel, 2005); estas cifras no incluyen el valor de las vidas humanas que se pierden o la disminución de la calidad de vida de las personas directamente afectadas, ya que son moralmente incalculables. La tabla 1.1 muestra las estimaciones de dichos costes en EEUU, la complejidad de estos cálculos radica en poner valores monetarios a las especies afectadas, al agua y alimentos contaminados y a su repercusión; los costes más alarmantes son los estimados para el sistema de salud del uso de pesticidas en EEUU, los gastos de pérdida de aves, los costes de contaminación de aguas subterráneas y los de pérdidas de cosechas y de resistencia a los pesticidas, que superan los 1.000 millones de dólares anuales, respectivamente.

Por otra parte, la agricultura convencional también ha generado una crisis en la sociedad rural, pues ahora más que una actividad diferenciada, la agricultura se convierte

Tabla 1.1 Total de costes ambientales y sociales estimados del uso de pesticidas en EEUU

| COSTES | Millones de dólares por año |
|--|-----------------------------|
| Impactos en la salud pública | 1.140 |
| Animales domésticos muertos y contaminados | 30 |
| Pérdida de enemigos naturales | 520 |
| Costes de resistencia a los pesticidas | 1.500 |
| Pérdidas de abejas y polinización | 334 |
| Pérdida de cosechas | 1.391 |
| Pérdida de la pesca | 100 |
| Pérdida de aves | 2.160 |
| Contaminación de aguas subterráneas | 2.000 |
| Regulaciones gubernamentales para evitar los daños | 470 |
| TOTAL | 9.645 |

FUENTE: Pimentel, 2005, p.248

en una actividad completamente supeditada a la industria (Navarro, 1997). Asimismo, la sistemática reducción del empleo agrícola ha alterado el equilibrio demográfico del territorio, generando una gran polarización hacia las ciudades y el abandono progresivo de territorios rurales. Además, la preocupación por la maximización del producto pone sobre las explotaciones de tipo familiar una presión adicional, los campesinos se ven obligados a realizar grandes inversiones en maquinaria especializada, semillas y productos fitosanitarios para poder lograr obtener un nivel de ingresos adecuado.

Afortunadamente, existen alternativas a este tipo de prácticas; tal es el caso de Suecia, que ha reducido el uso de plaguicidas un 68 por ciento sin ver perjudicada la productividad ni la calidad de la producción agrícola (PPC, 2002). Y es que la mayor preocupación de quienes defienden la continuidad de la agricultura convencional y sus prácticas, es la supuesta imposibilidad de la agroecología de satisfacer la demanda de alimentos y de mantener la producción agrícola a los niveles actuales. Sin embargo, existen estudios que demuestran que, en muchos casos, los rendimientos de la agricultura orgánica igualan a los de la agricultura convencional pero contribuyendo a mejorar las condiciones del suelo, utilizando 45 por ciento menos energía, emitiendo 40 por ciento menos Gases de Efecto Invernadero (GEI) y, sobretodo, obteniendo rendimientos por unidad de superficie superiores ante situaciones adversas como inundaciones y sequías, por lo que son más sostenibles a largo plazo (Rodale, 2011; UNCTAD, 2013).

1.2 LA ALTERNATIVA: AGROECOLOGÍA²

El mundo necesita un cambio de paradigma en el desarrollo agrícola, desde la perspectiva de la Revolución Verde hacia un enfoque de intensificación ecológica (UNCTAD, 2013). Y aunque la agroecología podría considerarse una disciplina científica relativamente reciente desde el punto de su difusión, su origen, como forma de gestionar agroecosistemas, es mucho más antiguo. Tal es el caso del sistema agroecológico Milpa de origen prehispánico, considerado uno de los modelos más completos de la agroecología, que consiste en la siembra de maíz como cultivo principal, acompañado de calabazas, cuyas hojas contribuyen a preservar la humedad del suelo y frijol, que ayuda a fijar el nitrógeno del aire al maíz (Ponce *et al*, 2012).

Existen un conjunto de actuaciones agrícolas que tienden a aproximar la agronomía a la ecología, valorando sistemas que mantienen la vida en la tierra, “a los que en conjunto se les conoce indistintamente como agricultura ecológica, orgánica, biológica o biodinámica” (Navarro, 1997, p.270). Se trata por tanto, de un sistema que busca la

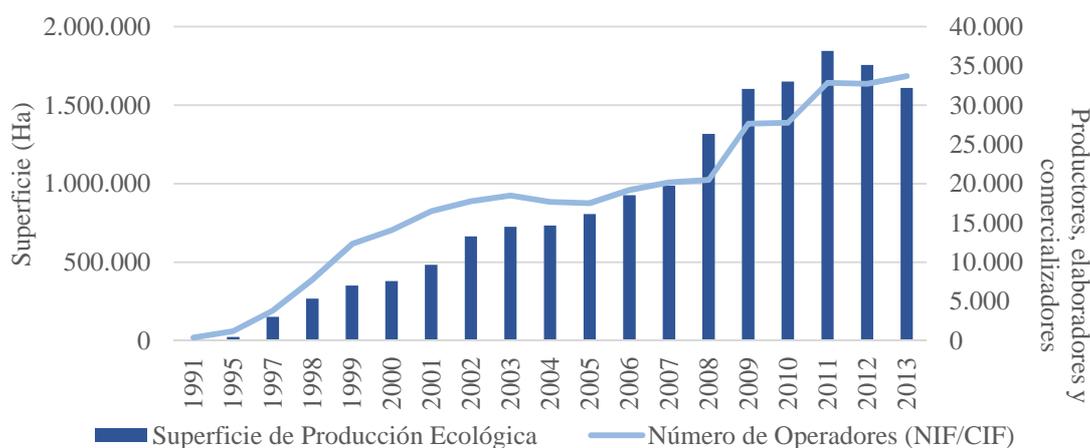
² La Agroecología engloba diferentes vertientes como la Agricultura Ecológica, Biológica u Orgánica; la Permacultura, la Agroforestería, entre otras.

adaptación de la actividad agrícola a los ecosistemas, teniendo en cuenta que, aun siendo una actividad que va a afectarlos, pueda establecer formas de minimizar dicho impacto y, al tiempo, poder generar un nivel lo suficientemente atractivo de producción. Un sistema de producción que evade el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, reguladores del crecimiento y aditivos en los piensos. En la medida de lo posible, “utiliza la rotación de cultivos, la adición de subproductos agrícolas, estiércol, leguminosas, desechos orgánicos, rocas o minerales triturados sin transformar, así como el control biológico de las plagas. Todo ello para mantener la productividad del suelo y el cultivo, para proporcionar nutrientes a las plantas y para controlar los parásitos, las malas hierbas y las enfermedades” (Arman, 1983, p.115).

La agricultura orgánica ha estado creciendo exponencialmente en los últimos años; son cada vez más numerosos los movimientos que ven en este tipo de actividad una alternativa, no sólo al método de producción industrial, sino también una alternativa social, una forma diferente de percibir el comercio, la producción y las relaciones económicas. El gráfico 1.1 pone de manifiesto el crecimiento acelerado y sostenido de la producción ecológica en España en el período 1991-2013, tanto de la superficie dedicada a la producción ecológica (de 4.235 Ha en 1991 a 1.610.129 Ha en 2013) como del número de productores, elaboradores y comercializadores ecológicos (de 396 en 1991 a 33.704 en 2011)³.

La agroecología no persigue tanto la maximización de la producción y de los rendimientos como hacerlos compatibles con la estabilidad del ecosistema implicado; el ecosistema es el escenario en que se construye la agricultura y su preservación es tanto o más importante que la actividad misma, puesto que no podrá existir una sin la otra. Esta creciente importancia de la producción ecológica y de los cambios que generan en los patrones de producción y consumo es relevante, en tanto la agricultura ecológica se distingue como un sector emergente dentro del mercado agroalimentario caracterizado por un acelerado desarrollo. Los datos revelan que la agricultura ecológica puede dejar de ser un sello más de calidad agroalimentaria para convertirse en una alternativa a la agricultura convencional que se practica en la Unión Europea, gracias a los efectos beneficiosos que se le suponen sobre la conservación de los sistemas agrarios, la renta de los agricultores y, en definitiva, sobre el desarrollo rural (González *et al*, 2007).

Gráfico 1.1 Evolución de la Producción Ecológica en España (1991-2013)



FUENTE: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2014. Elaboración propia.

³ La disminución de la superficie agraria de 2012 – 2013 es producto de la exclusión de tierras no incluidas en las estadísticas europeas, para su homologación con la metodología de Eurostat.

Partiendo de la hipótesis de que es indispensable preservar la productividad a largo plazo de la agricultura, serán necesarios no sólo cambios a nivel productivo sino, y sobre todo, en los patrones de consumo y uso del suelo, buscando la equidad que beneficie al conjunto de la población, desde los agricultores a los consumidores (Gliessman, 2002). Para resguardar la productividad futura de la agricultura, son necesarios sistemas sostenibles en la producción de alimentos, prácticas de cultivo basadas en el conocimiento de las especies y de los ecosistemas.

El informe *La agricultura biológica y la seguridad alimentaria en África*, publicado en 2008 por la Conferencia de Las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (CNUCYD, en inglés *United Nations Conference on Trade and Development-UNCTAD*) y el Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) sostiene que aplicar la agricultura industrial como única alternativa global sería contraproducente y concluyen que la agricultura biológica es perfectamente capaz de llevar seguridad alimentaria a países pobres, incluso en mayor medida que la agricultura convencional, al tiempo que es más sostenible. Las técnicas de agricultura sostenible analizadas por el PNUMA permitieron un incremento medio de los rendimientos en un 79 por ciento; además, un 93 por ciento de los casos estudiados manifiestan un incremento en la fertilidad de los suelos y mejoras en el aprovisionamiento de agua y aumento de la biodiversidad; conjuntamente presenta un incremento de la productividad por hectárea trabajada, lo que contradice las corrientes de opinión que sostienen que la agricultura biológica no puede generar incrementos en la productividad agrícola (Robin, 2013).

Mientras que la agricultura industrial revela una dependencia progresiva de insumos – lo que implica un uso desmedido de recursos naturales –, la agroecología utiliza una forma de intensificación denominada funcionalidad ecológica que se basa en el manejo de recursos locales, circuitos internos y evita en la medida de lo posible los inputs exteriores; generalmente es más eficaz en términos de costes de producción al tiempo que es más eficiente en el uso de recursos debido a la preocupación intrínseca de la agroecología por la conservación y regeneración de los mismos. Por otra parte, a diferencia de la agricultura química, que ve al campesino como productor, en la agroecología éste ocupa el lugar de gestor del ecosistema (Rodale, 2011; Robin, 2013).

Son numerosas las ventajas de la agricultura orgánica, no sólo desde una visión económica o de gestión de recursos, sino también desde el punto de vista social. No obstante, estas ventajas a menudo son omitidas. Tal es el caso de los precios de los productos de la agricultura convencional, que no incluyen los costes reales totales que se derivan de dicha actividad y que son asumidos de forma indirecta por los consumidores, el medio ambiente y la sociedad en general, ya que aun cuando los precios finales de los productos de la agricultura convencional suelen ser más bajos respecto a los de la agricultura ecológica, llama la atención que los primeros no incorporan a su estructura de costes las externalidades negativas que se generan en el proceso de producción (costes de contaminación de agua y aire como consecuencia del uso de pesticidas y fertilizantes inorgánicos, cambio climático, gastos energéticos, repercusión sobre la biodiversidad) (Aguilera y Sicilia, 2007).

Asimismo, las subvenciones a la producción, que les permite a los agricultores disfrutar de precios preferenciales en agua o energía, estimulan el despilfarro de recursos y la negligencia en el manejo de temas medioambientales (Robin, 2013). Esto pone de manifiesto que, en muchos casos, las políticas de ayuda a la agricultura convencional constituyen verdaderos incentivos perversos en la gestión de los recursos medioambientales.

La agroecología, por su parte, internaliza los costes de producción y las externalidades, lo que necesariamente la convierte en más sostenible. Al tiempo que está creciendo la

superficie agrícola ecológica, también se están generando nuevas estructuras de producción hasta configurar un importante entramado productivo. El sector agroecológico se ha convertido en potencial generador de empleo y de estímulo a la actividad económica, de gran interés social; un sector de la economía que compagina la sostenibilidad con la generación de empleo, la inclusión y la reivindicación de la actividad campesina dentro de una sociedad ampliamente industrializada (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

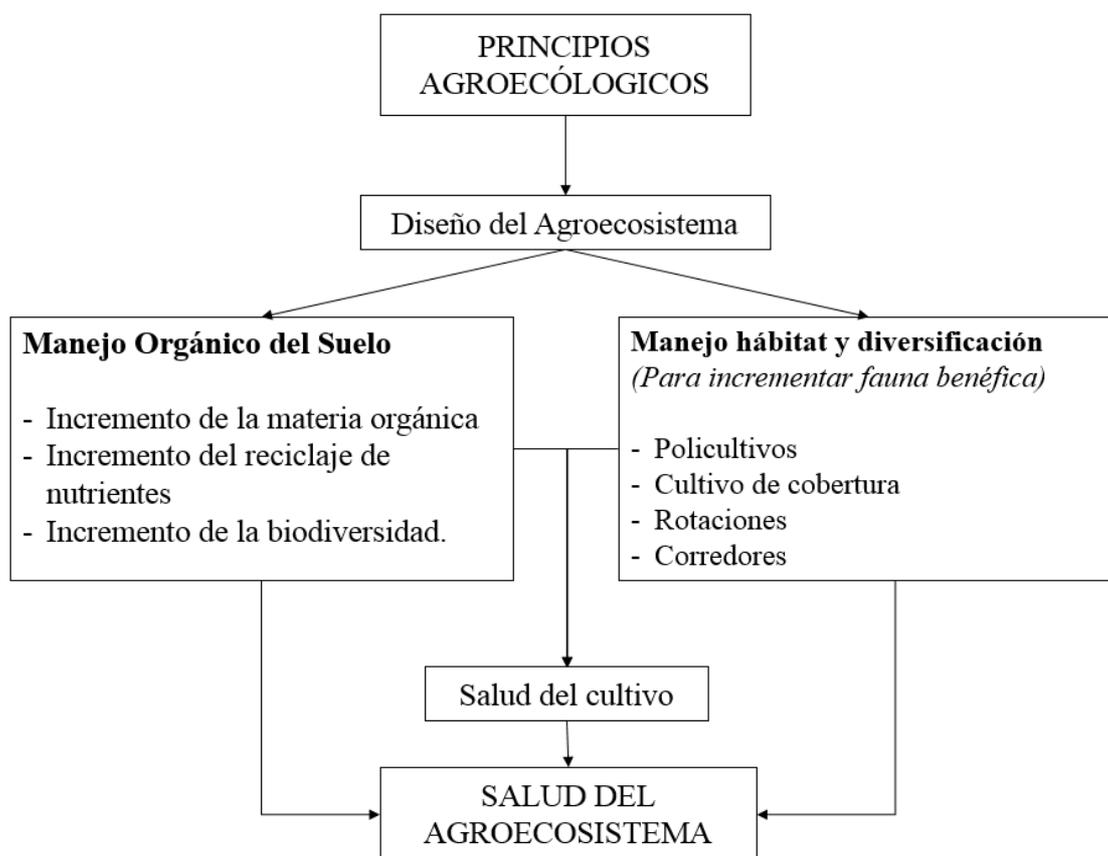
1.3 PRINCIPIOS DE LA AGROECOLOGÍA

La agroecología sigue un conjunto de principios generalmente aceptados y que son recogidos a partir del I.F.O.A.M. (*International Federation of Organic Movements*). Estos preceptos son más que una declaración de principios, constituyen las reglas del juego de la agricultura ecológica, una manual de seguimiento y de apoyo a quienes deciden iniciarse en la agroecología. Estos pueden resumirse en (Navarro, 1997):

- *Construcción y mantenimiento de la fertilidad del suelo*: el suelo es un organismo vivo al que se le debe proporcionar la materia orgánica de la cual se nutrirá, tal es el caso del humus, cuya degradación aportará a las plantas los nutrientes necesarios.
- *Freno a la degradación de la estructura del suelo*: dejando de utilizar productos químicos y recurriendo a la fertilización natural se suministrará al suelo los elementos necesarios para su regeneración.
- *Utilización de técnicas de cultivo adecuadas*: el agricultor no debe romper el equilibrio de los suelos con técnicas como el arado, por el contrario, debe utilizar técnicas que ayuden a conservar el agua, los microorganismos del suelo y, en definitiva, la estructura natural del suelo.
- *Variedad en lugar de especialización*: la variedad en la producción proporciona a los campesinos más seguridad ante cambios en el sistema económico o el clima, al tiempo que contribuye a mejorar la capacidad de las plantas de protegerse contra plagas.
- *No utilización de productos tóxicos ni contaminantes*: teniendo en cuenta los efectos negativos de dichos productos tanto para el medio ambiente como para los seres vivos, la agricultura ecológica no permite la utilización de pesticidas o fertilizantes químicos.
- *Control biológico de plagas y enfermedades de las plantas*: generalmente, la aparición de plagas o enfermedades en las plantas derivan de desequilibrios nutricionales o ambientales.
- *Producción de alimentos de calidad natural*: la agricultura ecológica proporciona productos libre de sustancias nocivas y de gran calidad toda vez que provienen de suelos ricos y plantas sanas.
- *Utilización óptima de recursos y potencial local*: inclusión del capital humano local, circuitos cortos de comercialización, desarrollo endógeno y sostenible.

La figura 1.1 muestra los pilares fundamentales o principios que deben tenerse en cuenta al momento de convertir fincas convencionales a fincas bajo el sistema agroecológico. En la práctica estos principios deben basarse en el diseño de un agroecosistema que permita el mejoramiento de la calidad del suelo y el manejo de un hábitat que genere una mayor biodiversidad, punto fundamental en el manejo de plagas y en el mejoramiento, tanto de la calidad del suelo, como del agroecosistema en sí mismo (resiliencia) y, finalmente, en la mejora de la calidad de los productos cosechados. Estos dos pilares son estrategias complementarias que se refuerzan mutuamente ya que investigaciones recientes demuestran que la capacidad de un cultivo de resistir el ataque de insectos, plagas y enfermedades, está ligado a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Altieri y Nicholls, 2007).

Figura 1.1 Principios de la Agroecología



FUENTE: Altieri, M. y Nicholls, C., 2007, p.5

1.4 SOSTENIBILIDAD: UNA REVISIÓN ETIMOLÓGICA.

Etimológicamente, la palabra sostenibilidad deriva del latín *sustenerere*, que significa sostener o mantener elevado, con lo que el significado literal desde un punto de vista ecológico es el mantenimiento de los recursos naturales. La sostenibilidad podría ser, en principio, definida como la preservación y uso adecuado de los recursos naturales, con la finalidad de heredar a las siguientes generaciones un escenario productivo en mejores condiciones que las actuales; es importante recalcar que no es un concepto únicamente inherente a temas medioambientales, la sostenibilidad es en términos amplios una corriente de pensamiento, una forma de ver el sistema desde todas sus aristas.

La idea de sostenibilidad nunca ha sido extraña para los hombres, numerosas civilizaciones han intuido la necesidad de preservar los recursos para las generaciones futuras (García *et al*, 2000). El concepto de sostenibilidad se encuentra integrado en las tradiciones de muchas civilizaciones primitivas; tal es el caso de uno de los preceptos de la *Gayanashagowa* (o la Gran Ley de la Paz) de la Conferencia Iroquesa que establece que los jefes deben valorar las consecuencias de sus decisiones sobre las siguientes siete generaciones o el de los forestalistas franceses y alemanes, quienes adoptaron la plantación de árboles como un camino hacia una práctica de producción sostenible (Bermejo, 2014).

Economistas como Robert Malthus, cuya preocupación se centraba en la imposibilidad de alimentar a una población cuya tasa de crecimiento era exponencialmente mayor a la de los recursos disponibles para alimentarla; y economistas clásicos como John Stuart

Mill, David Ricardo, Karl Marx, entre otros, que vislumbraron la existencia de límites a la explotación de los recursos naturales, también pueden verse como primeros pasos a las teorías de la sostenibilidad. Por otra parte, la primera referencia relevante al término sostenibilidad surgió de la biología, especialmente por trabajadores del sector forestal y del pesquero; ya desde 1960 se estudiaban métodos alternativos de tala y pesca con el objeto de respetar el ritmo de renovación de las poblaciones, estableciendo, en muchos casos, cuotas máximas de explotación (Gudynas, 2004).

El antecedente más reciente del término sostenibilidad se halla en el Primer Informe del Club de Roma cuya principal idea era la inviabilidad de un crecimiento económico continuo. Dicho informe, titulado “Los límites del crecimiento”, sostiene que la naturaleza es limitada, tanto desde el punto de vista de los recursos disponibles como en la capacidad de amortiguar los impactos ambientales o huella ecológica. Y dado que la economía descansa sobre la naturaleza, al contar ésta con recursos finitos, no podría producirse un crecimiento económico ilimitado. Fue así como surgió el término *ecodesarrollo* –propuesto por Maurice Strong, en el seno de una reunión del Consejo de Administración del PNUMA–, cuya visión apuntaba a objetivos sociales de redistribución de la riqueza, la aceptación de limitaciones ecológicas al crecimiento y la búsqueda de un sistema económico más eficiente (García *et al*, 2000). No obstante, este término resultó siendo vetado y en su lugar se utilizó el de desarrollo sostenible, que podía ser aceptado sin recelos por los economistas más convencionales; y es que, al parecer lo que más contribuyó a sostener la nueva idea de sostenibilidad fueron las viejas ideas de crecimiento y desarrollo económico, que tras las duras críticas de los años setenta, necesitaba ser renovada (Naredo, 1996).

1.5 LAS VERTIENTES DE LA SOSTENIBILIDAD

En el término sostenibilidad pueden distinguirse dos corrientes. La primera (sostenibilidad débil), más ortodoxa, se puede catalogar dentro del paradigma de la economía estándar en la que se sigue creyendo en la posibilidad del crecimiento ilimitado, mientras que la segunda (sostenibilidad fuerte), se encuentra ampliamente vinculada a la termodinámica y a la ecología. (García *et al*, 2000).

La sostenibilidad débil es un concepto ambiguo que puede definirse como la viabilidad del sistema socioeconómico en el tiempo. Dicha viabilidad se consigue mediante la sustitución o conservación del capital global. Desde el punto de vista de la sostenibilidad débil, no existe contradicción alguna entre crecimiento económico y conservación de capital natural, sin embargo, dicha afirmación descansa sobre la convicción de que el conocimiento humano es el recurso infinito motor del proceso de sustitución que siempre hallará las formas adecuadas de eliminar los límites de la naturaleza (Pérez Adán, 1997). No obstante, no siempre es posible dicha sustitución o conservación, ya que el ritmo al que son utilizados los recursos suele ser más acelerado a aquel en que se restituyen. La insuficiencia del principio de sustitución es aún más palpable en el caso de la contaminación, ya que no es posible sustituir los mecanismos de auto-conservación de la naturaleza.

En contraposición a esta corriente de pensamiento surge la sostenibilidad fuerte, que mantiene que la viabilidad de un sistema viene determinada por su interrelación con el entorno físico que le rodea (Naredo, 1994). En este caso, el foco se centra en la interacción de dos sistemas dinámicos, uno que puede permanecer sin el otro, pero otro que requiere del primero para su supervivencia. La interrelación entre ambos sistemas compone un continuo proceso de adaptación; mientras que las sociedades se abastecen de recursos y expulsan sus desechos, los ecosistemas sufren cambios y se reajustan; a menudo tales cambios se vuelven contra el hombre en forma de problemas medioambientales que

obligan a modificaciones tecnológicas, económicas y sociales; asimismo, los eventos naturales condicionan los asentamientos y actividades humanas (García *et al*, 2000).

A diferencia de la sostenibilidad débil, la sostenibilidad fuerte no consiente la idea de que el capital humano sea capaz de sustituir los recursos naturales, no obstante, cree que son complementarios y que el capital natural también es constante. Con todo, el concepto de sostenibilidad fuerte es un ideal que no puede llevarse a cabo en la actualidad ya que el sistema económico mundial persigue objetivos de crecimiento ilimitados que son inconcebibles para ésta corriente. El cuadro 1.2 enumera las diferencias fundamentales entre ambos tipos de sostenibilidad; la diferencia fundamental entre ambas corrientes de pensamiento radica en la posibilidad de renovación o sustitución del capital humano por capital natural, siendo en ambos sistemas constante el capital natural total.

Cuadro 1.2 Diferencias entre sostenibilidad fuerte y débil

| SOSTENIBILIDAD DÉBIL | SOSTENIBILIDAD FUERTE |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Concepto más antropocéntrico (tecnocéntrico) que ecocéntrico. - Concepto mecanicista. - Sostenibilidad: sinónimo de viabilidad del sistema socioeconómico. - Sostenibilidad compatible con crecimiento. - Capital natural sustituible por capital humano, constancia del capital total. - La sustituibilidad exige monetarizar el medio natural. - Creencia en un desarrollo sostenible que en realidad es sostenido. - Medio ambiente localista. | <ul style="list-style-type: none"> - Concepto más ecocéntrico que antropocéntrico. - Concepto sistémico. - Sostenibilidad: relación viable entre el sistema socioeconómico y el ecosistema. - Sostenibilidad incompatible con crecimiento ilimitado. - Capital natural complementario del (no sustituible por) capital humano. Constancia del capital natural. - Muchos recursos, procesos y servicios naturales son inconmensurables monetariamente. - Diversas evoluciones sostenibles (históricamente han existido). - Medio ambiente global y sistémico |

FUENTE: García, L., Rabadán, M., Vergara, J.M., 2000, P.477

CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

2.1 AGRICULTURA SOSTENIBLE: UNA DEFINICIÓN DE PARTIDA

La sostenibilidad es un término en muchos casos ambiguo, es un concepto amplio, complejo y multidisciplinario, y es precisamente por ello que resulta compleja su medición. En términos generales se trata de un sistema (productivo, social, político, agrícola, ganadero, etc.) que permita la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer la satisfacción de las necesidades futuras (CMMAD, 1987). Se trata, por tanto de un concepto holístico y abstracto que no contiene *per se* indicadores específicos susceptibles de medición.

Para poder proporcionar a los hacedores de políticas instrumentos que permitan la correcta toma de decisiones, es necesaria la transformación del concepto abstracto de sostenibilidad a un concepto operativo, en todas y cada una de las disciplinas que abarca. Es a partir de ese primer paso, que se pueden generar indicadores de sostenibilidad confiables que suministren información veraz.

La agricultura es una esas actividades a la que es relevante aplicar el concepto operativo de sostenibilidad, no sólo por su importancia en términos nutricionales, también por sus repercusiones ambientales, sociales y económicas. Es una de las ramas más importantes de la economía global dada la trascendencia que puede tener en el bienestar de la población. Es una herramienta fundamental en el proceso de erradicación del

hambre, al tiempo que es una actividad con una gran potencial de generación de empleo y de inclusión social en un mundo cada vez más desigual. En este sentido, la agricultura sostenible debe ser suficientemente productiva, económicamente viable, ecológicamente adecuada y socio-culturalmente aceptable (Sarandón, 2002).

La agricultura sostenible, será por tanto aquella que sea capaz de mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios capaces de satisfacer las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, considerando los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agro-ecosistemas) que lo soportan (Sarandón *et al*, 2008). Esta definición se enmarca dentro del concepto de sostenibilidad fuerte que considera que el capital natural es complementario, pero no sustituible, por el capital humano y que al ser inconmensurable monetariamente, no puede ser destruido de forma indiscriminada únicamente en aras de una mayor rentabilidad.

La agricultura sostenible, en términos ecológicos, debe ser capaz de respetar los ecosistemas, de nutrirse de ellos sin degradarlos, de contribuir a su sostenimiento; esto es posible con sistemas como la Agroforestería, la Permacultura, la Agricultura Orgánica o cualquiera de las vertientes de la agroecología, ya que respetan el flujo circular de la naturaleza y minimizan la generación de residuos. En cuanto a la dimensión social, debe ser capaz de contribuir a erradicar el hambre y la desigualdad que ésta genera, capaz de contribuir en la generación de empleo y la inclusión social de los estratos más desfavorecidos de la población. Finalmente, en términos económicos, la agricultura sostenible debe ser al menos igual de productiva de lo que es la agricultura convencional, y generar los ingresos que permitan su continuidad.

2.2 CONCEPTO OPERATIVO DE SOSTENIBILIDAD

Para proceder a la recogida de datos que permitan la evaluación de la sostenibilidad de fincas es necesario partir desde una definición operativa. La definición de partida es fundamental, en tanto en cuanto los criterios escogidos podrían hacer variar significativamente los resultados obtenidos.

Atendiendo a estas consideraciones, se reúnen dos definiciones operativas. La primera, recogida en el apartado anterior, considera que una finca es sostenible bajo tres parámetros o aspectos, que a su vez, se subdividen en criterios operativos susceptibles de medición. Los tres pilares fundamentales de esta primera definición operativa son la dimensión ecológica (conservación de la vida en el suelo, riesgo de erosión y manejo de la biodiversidad), la dimensión socio-cultural (satisfacción de las necesidades básicas, aceptabilidad del sistema de producción, integración social y conocimiento y consciencia ecológica) y, finalmente la dimensión económica (autosuficiencia alimentaria, ingresos y riesgo económico) (Sarandón *et al*, 2008).

La segunda definición operativa parte de considerar una serie de requisitos necesarios para lograr una agricultura sostenible, estos son: productividad, estabilidad, confiabilidad, adaptabilidad, equidad, autodependencia y resiliencia (Astier y Masera, 1996). La productividad se refiere a la capacidad de la finca de proporcionar un nivel determinado de bienes en un espacio y tiempo determinados. La estabilidad hace alude a la propiedad del sistema de tener un equilibrio dinámico estable. La confiabilidad hace referencia a la capacidad de la finca poder mitigar los riesgos de fluctuaciones bruscas en los niveles de beneficios. La equidad es la posibilidad del sistema de distribuir de forma justa los beneficios y costes inherentes al manejo de recursos naturales. La autodependencia trata sobre la capacidad del sistema de generar los recursos que utiliza, evitando la excesiva dependencia del exterior y la generación de residuos fuera del sistema. Por último, la resiliencia alude a la capacidad del sistema de absorber perturbaciones externas y poder reorganizarse tras ese momento.

2.3 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AGROECOLÓGICA

En virtud de la necesidad de generar sistemas sostenibles alternativos a la agricultura química, en los últimos años se han venido desarrollando diferentes investigaciones y publicaciones que justifican dicha transición dadas las nefastas consecuencias documentadas de la agricultura industrial (enfermedades, contaminación, desigualdad, degradación de los suelos, entre otras); al tiempo que ha surgido un interés cada vez mayor por investigar aspectos relacionados con la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

En este sentido, para comenzar a realizar cualquier análisis de sostenibilidad de sistemas agrarios hay que tener en cuenta que el factor tiempo es fundamental ya que el concepto de sostenibilidad está supeditado a ésta variable. Para tal efecto hay que comenzar determinando qué se quiere medir, qué variables serán analizadas y qué tipo de evaluación se realizará, esto es, si se evalúa la sostenibilidad *per se* o si, por el contrario, dicha evaluación se realiza en comparación con otros sistemas existentes. Dentro de este marco existen dos tipos de evaluación de la sostenibilidad, la evaluación retrospectiva y la evaluación prospectiva. En el segundo caso huelga decir, que son necesarios amplios períodos de tiempo para observar y recoger los datos que requieren los indicadores.

A continuación se recogerán algunos de los principales indicadores cualitativos y cuantitativos utilizados en la evaluación de la sostenibilidad de fincas agroecológicas, con especial referencia a los cuantitativos y a su metodología.

2.3.1 Indicadores cualitativos

Partiendo siempre de la definición operativa que se escoja, los principales indicadores cualitativos vienen recogidos en encuestas y entrevistas a especialistas en agroecología, campesinos, políticos, ingenieros agrónomos o al público en general, de una serie de criterios relacionados con la agroecología. Estos indicadores comúnmente son enunciativos y descriptivos pero suelen ser de gran utilidad como paso previo a la hora de seleccionar criterios susceptibles de medición⁴. En este sentido, ya que uno de los axiomas de la sostenibilidad es la aceptabilidad social que genera y el nivel de bienestar revelado por quienes se dedican a la agroecología, es importante recoger estos datos cualitativos para su posterior codificación e incorporación al diseño de indicadores cuantitativos.

2.3.2 Indicadores cuantitativos

Los indicadores cuantitativos suelen ser heterogéneos entre sí. Existen diversos indicadores de sostenibilidad desde muchos puntos de vista y, aun cuando suelen ser muy valiosos, la recopilación de los mismos para la generación de un único indicador global de sostenibilidad no es una tarea sencilla. Para la generación de indicadores cuantitativos deben seguirse una serie de instrucciones que contribuirían a facilitar las labores de recogida y a incrementar la confiabilidad de los mismos (Sarandón, 2002, p.406):

1. Consensuar una definición operativa de sostenibilidad.
2. Definir los objetivos de la evaluación.
3. Definir el ámbito o nivel de análisis.
4. Desarrollar los indicadores según el aspecto a analizar.
5. Estandarizar y ponderar los indicadores.
6. Realizar la recogida de datos y el cálculo de indicadores.
7. Traducirlos a una representación gráfica adecuada.
8. Evaluar los resultados mediante un análisis DAFO
9. Proponer medidas alternativas y correctivas para la mejora del sistema.

⁴ Ver apartado 3.5.2

10. Evaluar los impactos de las medidas aplicadas.
11. Evaluar la confiabilidad de los indicadores generados.

El itinerario expuesto anteriormente, permitiría la correcta gestión de la evaluación de la sostenibilidad desde los aspectos considerados en la definición operativa. En este sentido se exponen a continuación algunos de los indicadores individuales utilizados en la medición de la sostenibilidad de fincas agroecológicas.

2.3.2.1 Índice Equivalente de Tierra (IET)

A través de éste indicador se pretende comparar dos sistemas (monocultivos y policultivos) haciendo referencia a la cantidad de hectáreas que se necesitarían en el primero para lograr los resultados del segundo. Representa la superficie relativa de tierra de monocultivos que sería necesaria para alcanzar el mismo nivel de producción que en policultivos. Lo que es lo mismo, indica el área total requerida para producir la misma cantidad de cada cultivo cuando se siembran por separado. (Rodríguez, 2010). Para calcular el IET se utiliza la siguiente fórmula:

$$IET = IET_{(1)} + IET_{(2)} + IET_{(3)} + \dots + IET_{(n)}$$

$$IET_{(n)} = \frac{P_x}{M_x}, \text{ donde: } \begin{array}{l} P_x = \text{Rendimiento de } x \text{ hectáreas en policultivo} \\ M_x = \text{Rendimiento de } x \text{ hectáreas en monocultivo} \end{array}$$

Para la generación del indicador se deben evaluar longitudinalmente los rendimientos de una explotación de policultivos y de monocultivos en hectáreas de cada producto, valorando la producción de policultivos y comparándola con la producción de cada uno de los productos en el sistema monocultivo. Si $IET > 1$, el policultivo sobreproduce respecto al monocultivo, si $IET = 1$, es indiferente el método de producción y si $IET < 1$, el monocultivo sobreproduce respecto al policultivo.

2.3.2.2 Análisis energético

La forma en que se consume la energía es otro de los aspectos esenciales en los estudios sobre sostenibilidad de la agricultura. La energía es la fuente de vida de los ecosistemas; éstos capturan y transforman la energía que necesitan para su funcionamiento; la energía fluye constantemente a través de los ecosistemas en forma unidireccional, ingresa al planeta como energía solar y las plantas la convierten en energía potencial almacenada en forma de biomasa y compuestos químicos (Gliessman, 2002).

Aun cuando los ecosistemas son capaces de transformar y almacenar la energía que necesitan, en el momento en que el hombre interviene, por ejemplo, removiendo biomasa en forma de material cosechado, altera su equilibrio y, en consecuencia, éste requerirá energía adicional. En este sentido, la agricultura industrial se ha basado en la adición de enormes cantidades de energía a los agroecosistemas con el objeto de incrementar exponencialmente las cosechas, energía que proviene de fuentes no renovables como los hidrocarburos. No obstante, la cantidad de energía cosechada es siempre menor a la suministrada a los agroecosistemas, lo que necesariamente derivaría en un problema de sostenibilidad a largo plazo (Navarro, 1997).

Uno de los indicadores utilizados es el rendimiento energético total, la relación entre las salidas y entradas energéticas del sistema, un cociente entre inputs y outputs energéticos. La forma de aproximar esta ratio a una evaluación económica de la eficiencia energética es a través de la siguiente adaptación:

$$\text{Coeficiente energético} = \frac{\text{Producción utilizada} + \text{Producción no utilizada}}{\text{Insumos renovables} + \text{Insumos no renovables}}$$

Debido a las prácticas utilizadas, “el progreso técnico de la agricultura convencional conduce a la rápida degradación de su rendimiento energético. Esta degradación [...] se produce por una doble sustitución en los elementos del rendimiento. En el numerador, la parte de productos inutilizados aumenta, debido a la especialización en la actividad agraria y la evolución del modelo social de consumo (disminución de las complementariedades y los intercambios de subproductos dentro y entre explotaciones); esta producción no utilizada simplemente se pierde, creando residuos. Paralelamente el denominador aumenta la proporción de insumos no Renovables (productos químicos o mecánicos, carburantes, alimentos preparados), disminuyendo los insumos gratuitos disponibles (energía solar, actividad biológica, reciclado de nutrientes, etc.)” (Herzog De Muner, 2011, p.47).

2.3.2.3 Balance de Carbono y emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

La huella de carbono es el rastro que van dejando las actividades humanas en forma de emisiones de CO₂, el cálculo de la huella de carbono suele ser relevante en términos de sostenibilidad, ya que su conocimiento es el punto de partida para buscar formas de contrarrestarla.

Para ello, se proponen plantaciones forestales que durante su crecimiento absorban el CO₂ con el que se compensen las emisiones y proyectos de gestión forestal que promuevan una superficie gestionada de forma sostenible con el objeto de contribuir a su mitigación. En términos de emisión de GEI, la agroecología ha arrojado mejores resultados que la agricultura convencional: “los sistemas convencionales emiten cerca de un 40% más gases de efecto invernadero [...] que los sistemas orgánicos” (Rodale, 2011, p.16).⁵

2.3.2.4 Índice de Productividad Agroecológica

La agricultura convencional suele interesarse en maximizar los rendimientos del proceso de producción de biomasa, la forma en que se realice tal maximización de la producción no es tan importante. Pero la agroecología no sólo se centra en los niveles de producción, porque la meta es la producción sostenible (Gliessman, 2002). Esto significa que es más relevante centrarse en la productividad (producción de biomasa por unidad de tiempo y área) antes que en el nivel de producción para realizar evaluaciones comparativas entre sistemas.

Desde la óptica agroecológica, la productividad es un proceso de los ecosistemas que implica la captura de energía para la su posterior transformación en biomasa. De manera tal que la meta es optimizar el nivel de productividad para lograr el rendimiento más alto posible sin causar degradación ambiental, en lugar de alcanzar el mayor nivel de producción a cualquier coste. Se parte, entonces, de considerar que el nivel de productividad óptimo desde el punto de vista agroecológico derivará en un mayor nivel de sostenibilidad (Gliessman, 2002).

Para cuantificar tal productividad se mide la cantidad de biomasa invertida en el proceso de cosecha, en relación con la cantidad total de biomasa presente en el resto del sistema, a través de la siguiente fórmula:

⁵ En el apartado 3.5.2 puede observarse el resultado del cálculo de las emisiones de carbono para la Finca El Mato, cuyas cifras vienen a corroborar los beneficios ambientales del sistema, dado que la fijación de carbono es superior a las emisiones que genera.

$$\text{Índice de Productividad (IP)} = \frac{\text{Total de biomasa acumulada en el sistema}}{\text{Productividad Primaria Neta (PPN)}^6}$$

Este índice “proporciona una manera de medir el potencial de un agroecosistema para producir sosteniblemente un producto cosechable” (Gliessman, 2002, p. 312). Mientras mayor sea el valor arrojado por el índice, mayor será la productividad del agroecosistema evaluado. El valor que resulte del IP se toma como un indicador de sostenibilidad si establece la hipótesis de partida que existe una correlación positiva entre el retorno de biomasa a un agroecosistema y la habilidad del mismo para generar productos cosechables. El valor del IP oscilará desde menos de 1, para los sistemas de cultivo anuales más extractivos a más de 50, en algunos ecosistemas naturales (Gliessman, 2002).

2.4 INDICADORES GLOBALES DE SOSTENIBILIDAD

Los indicadores recogidos en el apartado anterior han sido desarrollados para medir un aspecto específico de la sostenibilidad de un agroecosistema; sin embargo, a la hora de determinar globalmente si un sistema es comparativamente más sostenible que otro, han de estudiarse aspectos que engloben a la totalidad del mismo, o al menos una parte lo suficientemente representativa.

Tal es el caso del método de Gestión de la Resiliencia, que busca hallar las variables y umbrales críticos en los agroecosistemas para contribuir a mejorar las capacidades del mismo. También se encuentra el *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad* (Método MESMIS) (Astier y Maser, 1996) en el cual la sostenibilidad se mide de forma comparativa a través de un análisis transversal y longitudinal, ya que analiza un sistema agroecológico en comparación con uno alternativo (normalmente la agricultura convencional) a lo largo del tiempo (para conseguir resultados confiables, los autores aseveran que la recogida de información demoraría de cinco a diez años).

Y finalmente, el Análisis Multi-criterio de evaluación de sostenibilidad propuesto por Sarandón *et al*, 2008, similar al Método MESMIS en cuanto a la evaluación de aspectos sociales, económicos, culturales y ecológicos de las fincas y que será adaptado con el objeto de proponer un indicador de sostenibilidad para Tenerife⁷.

2.4.1 Gestión de la Resiliencia⁸

El manejo de resiliencia aboga por la gestión de los recursos naturales a partir del sistema en sí mismo para lograr la sostenibilidad a largo plazo. La resiliencia puede ser definida como la capacidad de un sistema para soportar y absorber las perturbaciones de las que puede ser objeto y tras el impacto, conservar sus funciones y estructuras (Holling, 1973; Arnés 2011).

La gestión de la resiliencia descansa sobre dos objetivos básicos, por una parte prevenir que el sistema se mueva hacia estados no deseados cuando se enfrenta a alteraciones externas y por otra, nutrir de los elementos que le permitan al sistema la renovación y reorganización, para alcanzar nuevamente su punto de equilibrio (Walker *et al*, 2002). Para tal gestión se ha propuesto un sistema de cuatro pasos, representado en la figura 2.1.

⁶ La PPN resulta de sustraer a la Productividad Primaria Bruta (la tasa de conversión de energía solar a biomasa de un ecosistema) la energía usada por el propio sistema para su mantenimiento. En la agricultura, la PPN es la energía efectivamente incorporada a los tejidos de las plantas y se mantiene almacenada en forma de biomasa cosechable, ya sea para consumo directo o para alimentar animales (Gliessman, 2002).

⁷ Ver apartado 3.2

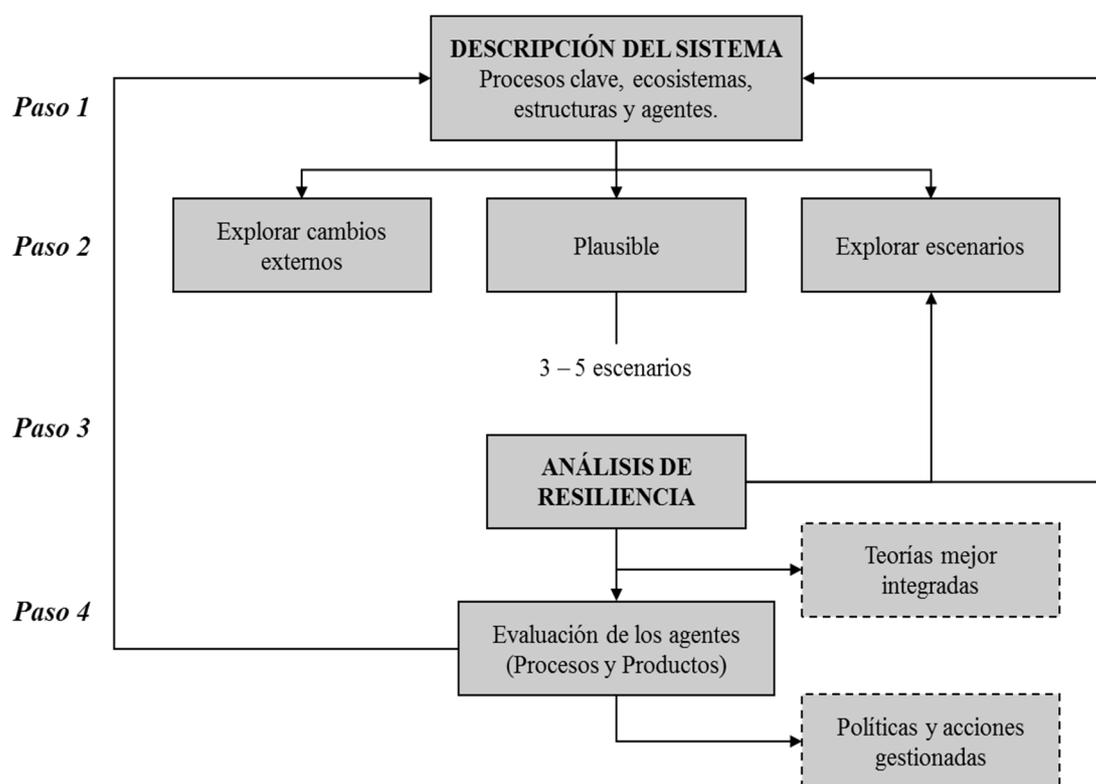
⁸ El apartado 3.5.1 muestra una aproximación empírica al análisis de resiliencia de fincas agroecológicas en Tenerife, con especial referencia a la Finca El Mato.

El primer paso consiste en la creación de un marco de referencia del sistema estudiado; es especialmente relevante recoger información de los agentes inmersos en el sistema y de las características del escenario en que se desenvuelven.

El segundo paso se basa en el reconocimiento de las posibles perturbaciones futuras y la forma en que éstas podrían influir en el sistema. Para ello se generan posibles escenarios y se fijan las potenciales trayectorias a seguir por los agentes. En cada uno de tales escenarios deben considerarse variables económicas, ecológicas y sociales; asimismo, las posibles políticas de acción que se pueden generar de cada uno (Arnés, 2011). El tercer paso consiste en relacionar el resultado de los pasos anteriores en forma estadística a través de modelos que permitan la predicción del retorno al punto de equilibrio. El objetivo de este paso es encontrar las variables determinantes de la resiliencia del sistema.

Finalmente, el cuarto paso descansa sobre la valoración general y la propuesta de políticas o procedimientos de acción. Si el proceso es exitoso se podrán identificar los procesos que determinan los niveles de perturbaciones críticos del agroecosistema; del mismo modo, arrojará luz sobre las acciones encaminadas a contribuir al aumento de la resiliencia del mismo

Figura 2.1 Análisis de Resiliencia en un sistema socio-ecológico



FUENTE: Arnés, 2011, p.11

2.4.2 Método MESMIS

El Método MESMIS (*Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad*) surge de un esfuerzo multidisciplinario. Sus principales objetivos consisten en contribuir a mejorar la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales, haciendo énfasis en el contexto

de los productores campesinos y en el ámbito local, desde la parcela hasta la comunidad, brindando una reflexión crítica destinada a mejorar las posibilidades de éxito de los sistemas de manejo alternativos a la agricultura convencional (Masera *et al*, 1999; Arnés, 2011).

Este método Multi-criterio tiene un conjunto de características fundamentales que delimitan su óptica de partida: Es *relativista*, toda vez que establece los límites del sistema a analizar y determina el horizonte temporal, especificando actores y objetivos primordiales; es *constructivista*, puesto que adapta el método al objeto de estudio y a los involucrados; *exige múltiples criterios*, ya que incorpora criterios ambientales, sociales y económicos; *posee un enfoque sistémico e integrador*, pues entiende el sistema agrícola como un conjunto de subsistemas que se interrelacionan y actúan como una unidad de producción, sustentable o potencialmente sustentable, *demanda participación*, esto es, involucra a todos los agentes implicados; y *es multidisciplinario*, porque exige del concurso de profesionales de diferentes áreas para poder evaluar las múltiples dimensiones involucradas. (Astier y Masera, 1996).

El cuadro 2.1 contiene los atributos considerados por el Método MESMIS en la evaluación de la sostenibilidad de los agroecosistemas y que ya han sido adelantados en el apartado 2.2 del presente capítulo, estos son: Productividad, Estabilidad, Confiabilidad, Resiliencia, Adaptabilidad, Equidad y Autosuficiencia (Masera *et al.*, 1999). Cada atributo puede evaluarse a través de criterios diagnósticos, por medio de los cuales se proponen indicadores que permitirían evaluar el grado de sostenibilidad del sistema.

El Método MESMIS está conformado por un esquema de seis pasos que, en su conjunto, forman un ciclo reiterativo: 1. Determinación del objeto de estudio; 2. Determinación de los puntos críticos del sistema; 3. Selección de criterios diagnóstico y de indicadores concretos relacionados con los atributos de sostenibilidad; 4. Medición y monitoreo de indicadores; 5. Análisis e integración de los resultados de la evaluación; y 6. Propuestas y recomendaciones para la retroalimentación del sistema de manejo y del proceso mismo de evaluación (Astier y Masera, 1996; Herzog De Muner, 2011).

Cuadro 2.1 Atributos y criterios de evaluación de un agroecosistema sustentable MESMIS

| Atributos | Criterios de evaluación | Posibles indicadores |
|---|---|--|
| Productividad | Eficacia y eficiencia productiva Rendimiento obtenido. | Índice de productividad Nivel de ingresos Índice Equivalente de Tierra |
| Estabilidad Confiabilidad Resiliencia | Tendencia de los rendimientos Empleo de recursos renovables Diversidad biológica y económica Prevención de riesgos | Fertilidad del suelo Acceso al agua Costes de origen externo Beneficios |
| Adaptabilidad | Opciones productivas Capacidad de cambio e innovación Proceso de capacitación | Nivel de agrobiodiversidad Circuitos de comercialización Redes de comunicación |
| Equidad | Distribución de costes y beneficios Democracia en el proceso de toma de decisiones Participación efectiva | Porcentaje asignación de ingresos Ratios de decisiones en consenso |
| Autosuficiencia | Control de las relaciones con el exterior Nivel de organización Dependencia de recursos externos | Potencial innovador Grado de participación |

FUENTE: Masera, O., Astier, M., y López-Ridaura, S., 1999.

2.4.3 Análisis Multi-criterio de sostenibilidad de fincas

Este método parte de considerar que una finca agroecológica sostenible debe ser suficientemente productiva, económicamente viable, ecológicamente adecuada (que conserve la base de recursos naturales y que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global) y socio-culturalmente aceptable (Sarandón, 2002). En base a estos axiomas se establecen un conjunto de hipótesis que posibilitan la construcción de tres indicadores (económico, ecológico y socio-cultural).

La primera hipótesis considera que un agroecosistema será económicamente sostenible si puede proveer ingresos suficientes, autosuficiencia alimentaria del grupo de estudio y tiene los instrumentos para mitigar los riesgos económicos inherentes a la actividad. Asimismo, para que un agroecosistema se considere sostenible desde el punto de vista ecológico, debe contribuir en la mejora de los recursos productivos, disminuir o eliminar el impacto negativo sobre el ecosistema y sobre el medio ambiente externo. Por último, la tercera hipótesis considera que un sistema será socio-culturalmente sostenible si contribuye a mejorar el capital social (satisfacción del productor, calidad de vida, grado de integración social) (Sarandón *et al*, 2008).

Finalmente se establece que para que una finca agroecológica sea sostenible deben cumplirse de forma simultánea los objetivos planteados en cada una de las áreas, esto es, los tres indicadores deben alcanzar un nivel determinado.

CAPÍTULO III: SOSTENIBILIDAD DE FINCAS EN TENERIFE

3.1 ESCENARIO DE PARTIDA: ISLA DE TENERIFE

Tenerife es una de las islas que componen Macaronesia⁹; con una superficie de 2.034.38 km² y una población de 889.936 habitantes, es la más extensa del Archipiélago Canario y más poblada de España. La formación de la Isla de Tenerife se produjo a través de sucesivas erupciones volcánicas a lo largo de la historia. Al formar parte de los cinco archipiélagos que conforman Macaronesia, Tenerife está provista de un ecosistema muy rico y de varios *climas locales*, con una extraordinaria variabilidad de suelos.

Tales especificidades, aunado a la fuerte pendiente de los terrenos, han generado una lectura negativa sobre la configuración física de las islas en el sector agrario de exportación, ya que dificultan la consecución de economías de escala, al no poder introducir niveles tecnológicos que permitan obtener fuertes aumentos de la productividad, posibilitando una mejor posición competitiva de los productos canarios en el exterior (Aguilera *et al*, 1996).

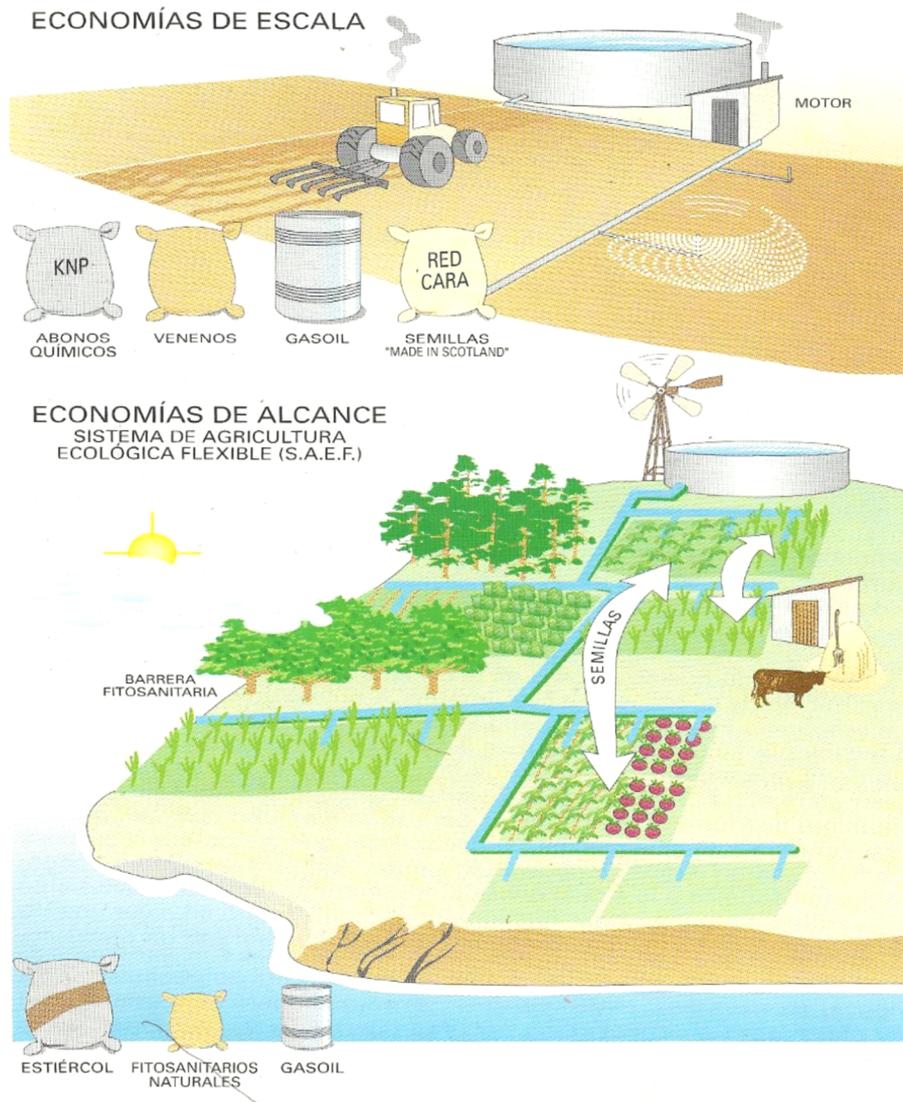
Es por ello que Aguilera *et al*, 1996 proponen un Sistema de Manufacturación Flexible (SMF) que posibilite la generación de economías de alcance en aras de aprovechar las ventajas de dicha diversidad. El SMF permitiría replantear los parámetros de productividad-competitividad-rentabilidad hacia otros que partan de la base de la biodiversidad y de la conservación a largo plazo de los recursos naturales de la isla. En la figura 3.1 se ilustran las diferencias entre dos sistemas agrarios basados en el predominio de economías de escala y de economías de alcance, respectivamente. El SMF en Tenerife contribuiría al establecimiento de un Sistema Agro-Ecológico Flexible (SAEF),

⁹ Macaronesia es el nombre que reciben cinco archipiélagos del Atlántico Norte: Azores, Canarias, Cabo Verde, Madeira e Islas Salvajes. Estas islas tienen en común aspectos naturales, geológicos y climatológicos como ser de origen volcánico y poseer una flora particularmente rica y diversa.

empleando para ello los principios de la agroecología, del desarrollo local sostenible y la resiliencia de los agroecosistemas.

Tomando como referencia la idoneidad del Sistema Agro-ecológico Flexible como alternativa a la agricultura convencional aplicada en la isla, y en aras de contribuir a facilitar indicadores de sostenibilidad adecuados a las características de las explotaciones agrícolas de la isla, a continuación se plantea un indicador Multi-criterio para la evaluar la sostenibilidad de fincas en Tenerife.

Figura 3.1 Sistemas agrarios basados en economías de escala y alcance (S.A.E.F.)



FUENTE: Aguilera *et al*, 1996.

3.2 PROPUESTA MULTI-CRITERIO PARA EVALUAR LA SOSTENIBILIDAD

La evaluación Multi-criterio “es un sistema que toma en consideración el carácter cualitativo y cuantitativo de los indicadores a estudiar, de manera tal que supera a los métodos de valoración económica tradicionales ya que es una herramienta metodológica que intenta superar en la práctica los problemas de la inconmensurabilidad social y técnica de las distintas valoraciones y procura comprender la complejidad y la incertidumbre para analizar situaciones ambientales” (Cháves, 2011).

Para realizar el análisis de la sostenibilidad de fincas mediante el método Multi-criterio de acuerdo con Sarandón, 2002 es necesario establecer el tipo de finca o la estructura productiva de las mismas, en este caso se consideran fincas familiares. Para ello se ha hecho una revisión de las estadísticas agrícolas de Tenerife, al número de productores agrícola por municipio, la extensión de las explotaciones agrícolas¹⁰ y los tipos de figuras jurídicas que gestionan dichas explotaciones. Como puede observarse en la tabla 3.1, que el tamaño medio de las explotaciones en todos los municipios de la isla oscilan entre 0,18 a 10,81 hectáreas, siendo el promedio 4,11 hectáreas por explotación agrícola.

Como resultado de tal observación y para facilitar en análisis mediante la delimitación del objeto de estudio, se establece el supuesto que las explotaciones agrícolas de la isla de Tenerife son pequeñas o medianas y son gestionadas principalmente por empresas familiares.

En base a las hipótesis de partida del Indicador Multi-Criterio de Sostenibilidad (I.M.C.S), se podrán calcular los índices de cada una de las fincas analizadas, fundamentalmente en base a la comparación de dos sistemas, el sistema agroecológico y el sistema agrícola químico o industrial. El I.M.C.S se fundamenta en la primera definición operativa del apartado 2.2 que considera que las tres dimensiones en que debe evaluarse la sostenibilidad son la económica, la ecológica y la socio-cultural; a su vez subdivididas en las siguientes hipótesis expuestas en Sarandón *et al*, 2008 pero adaptadas a la región que se está analizando:

Dimensión Económica. Para evaluar si los agroecosistemas son económicamente viables se eligieron los siguientes indicadores.

- A. Autosuficiencia alimentaria ($\alpha_1 + \alpha_2$): se considera un aspecto fundamental de la sostenibilidad toda vez que es uno de sus objetivos a largo plazo.
 - i. Diversificación de la producción (α_1). Un agroecosistema es sostenible si puede proveer una producción diversificada que pueda cubrir las necesidades nutricionales del grupo familiar. Se asignan los siguientes valores: (4) Más de nueve productos, (3) de siete a nueve productos, (2) de cinco a tres productos, (1) menos de tres productos.
 - ii. Superficie de producción para autoconsumo (α_2). Un agroecosistema es económicamente sostenible si la superficie destinada para la producción de alimentos de autoconsumo o de insumos requeridos por el mismo es adecuada en relación al total¹¹. Se asignan los siguientes valores: (1) Más del 0.25, (2) entre el 0.15 y 0.25, (3) 0.05 y 0.14, (4) menos de 0,05.
- B. Ingreso neto mensual por grupo familiar (β). Una finca es sostenible si puede proveer al grupo familiar ingresos necesarios para una vida digna (al menos el salario mínimo interprofesional (648,60 euros para 2015) mensual por integrante del grupo familiar gestor de la finca). Se evalúan mensualmente: (4) Más de SMI mensual por integrante del grupo familiar, (3) del 85 al 100 por ciento del SMI, (2) del 50 – 85 por ciento del SMI (1) menos del 50 por ciento del SMI.
- C. Riesgo económico ($\rho_1 + \rho_2 + 2\rho_3$). Un una finca será sostenible si logra mitigar los riesgos económicos, asegurando una cierta estabilidad al grupo familiar que lo gestiona (o en su defecto, a los trabajadores de la misma). Se consideran tres aspectos:

¹⁰ En el contexto de la agroecología se utiliza la denominación de fincas y no el de explotaciones agrícolas, porque la palabra explotación se opone a los principios agroecológicos, sin embargo, en términos estadísticos, toda extensión de tierra dedicada a la agricultura, recibe el nombre de explotación.

¹¹ Para el cálculo de la Ratio de Superficie para Autoconsumo. $R.S.A. = \frac{\text{hectáreas para autoconsumo de la finca}}{\text{hectáreas totales}}$

- i. Diversificación para la venta (ρ_1). Un agroecosistema podrá amortiguar los shocks de producción en la medida que tenga una oferta diversificada de productos a la venta. Se asignan los siguientes valores. (4) Más de nueve productos, (3) de siete a nueve productos, (2) de cinco a tres productos, (1) menos de tres productos.
- ii. Número de vías de comercialización (ρ_2). La diversificación comercial disminuye el riesgo económico. Se asignan los siguientes valores: (4) Más de cinco canales, (3) 4-3 canales, (2) 3-2 canales, (1) 1-0 canales.
- iii. Dependencia de insumos externos ($2\rho_3$). A mayor autosuficiencia mayor sostenibilidad a largo plazo. Se asignan los siguientes valores: (4) de 0 a 25 por ciento de insumos externos, (3): de 26 a 50 por ciento de insumos externos; (2): de 51 a 76 por ciento de insumos externos, (1) más de 76 por ciento de insumos externos.

Tabla 3.1 Número de explotaciones agrícolas en Tenerife por municipios, superficie y tamaño medio de las explotaciones (ha.)

| MUNICIPIO | Número | Superficie (ha.) | Tamaño medio (ha.) |
|-----------------------|--------------|------------------|--------------------|
| Arico | 160 | 1.729,45 | 10,81 |
| Granadilla de Abona | 181 | 1.388,90 | 7,67 |
| Tacoronte | 133 | 945,15 | 7,11 |
| Adeje | 118 | 710,23 | 6,02 |
| Guía de Isora | 292 | 1.674,58 | 5,73 |
| San Juan de la Rambla | 64 | 361,99 | 5,66 |
| El Sausal | 62 | 346,32 | 5,59 |
| S/C. de Tenerife | 99 | 531,73 | 5,37 |
| Los Silos | 103 | 545,44 | 5,30 |
| Arona | 203 | 1.057,04 | 5,21 |
| Vilaflor | 84 | 408,91 | 4,87 |
| Guimar | 195 | 754,98 | 3,87 |
| Buenavista del Norte | 178 | 583,66 | 3,28 |
| Garachico | 48 | 156,69 | 3,26 |
| S. C. de La Laguna | 450 | 1.465,42 | 3,26 |
| El Rosario | 72 | 209,08 | 2,90 |
| Santiago del Teide | 49 | 141,80 | 2,89 |
| Matanza de Acentejo | 38 | 103,96 | 2,74 |
| Puerto de la Cruz | 92 | 248,70 | 2,70 |
| Fasnia | 56 | 145,16 | 2,59 |
| La Orotava | 354 | 866,30 | 2,45 |
| Tegueste | 118 | 288,27 | 2,44 |
| Icod de los Vinos | 118 | 268,47 | 2,28 |
| Victoria de Acentejo | 34 | 76,15 | 2,24 |
| Los Realejos | 320 | 692,21 | 2,16 |
| Arafo | 59 | 119,59 | 2,03 |
| La Guancha | 78 | 150,28 | 1,93 |
| Santa Úrsula | 44 | 75,49 | 1,72 |
| Candelaria | 64 | 94,40 | 1,48 |
| El Tanque | 17 | 13,32 | 0,78 |
| San Miguel de Abona | 888 | 161,26 | 0,18 |
| TOTAL TENERIFE | 3.971 | 16.317,93 | 4,11 |

FUENTE: Instituto Canario de Estadística (ISTAC), a partir del Censo Agrario 2011. Instituto Nacional de Estadística (INE).

Se consideró que el indicador más importante, por las características del grupo productivo, era la autosuficiencia alimentaria, por lo que, en la ponderación, se le otorgó el doble de peso que al resto. Del mismo modo se dio mayor relevancia al indicador de dependencia de insumos externos ($2\rho_3$) dada la importancia que tiene la autosuficiencia en los agroecosistemas sostenibles. El valor del indicador económico (I. Económico), se calcula como la suma algebraica de las variables ponderadas por su peso, de la siguiente manera:

$$\text{I. Económico} = \frac{2(\bar{\alpha}) + \beta + \left(\frac{\rho_1 + \rho_2 + 2\rho_3}{4}\right)}{4}, \text{ donde } \bar{\alpha} = \left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)$$

Dimensión Ecológica. Para la evaluación de la sostenibilidad ecológica se escogieron los siguientes indicadores.

- A. Conservación y uso de materia orgánica en los agroecosistemas ($\sigma_1 + 2\sigma_2$). Un agroecosistema será sostenible si las prácticas aplicadas contribuyen a mejorar la calidad del suelo y su resiliencia:
 - i. Manejo de cobertura vegetal¹² (σ_1). La misma proporciona una protección contra los agentes climáticos y disminuye el riesgo de erosión. Se asignan los siguientes valores: (4) más del 75 por ciento de cobertura vegetal, (3) de 50 a 75 por ciento de cobertura, (2) de 25 a 50 por ciento de cobertura (1) menos de 25 por ciento de cobertura vegetal.
 - ii. Uso de nutrientes o pesticidas (σ_2). Un sistema será sostenible si puede proveer de forma natural los nutrientes que requiere el sistema. Se asignan los siguientes valores: (4) Utiliza nutrientes y pesticidas orgánicos naturales, (1) Utiliza productos químicos industriales.
- B. Labranza mínima o cero (φ). Evitar técnicas como el arado contribuye a mejorar la acumulación de materia orgánica, disminuye la pérdida de nutrientes por arrastre y de humedad, reduce pérdidas de suelo por procesos erosivos e induce a un menor gasto de materia orgánica fresca y estabilizada (Sánchez De P *et al*, 2012). Se asignan los siguientes valores: (4) No realiza arado o lo hace de forma esporádica, (1) Realiza labranza periódicamente.
- C. Manejo de la biodiversidad (τ). La biodiversidad hace referencia a la comunidad de especies que conviven e interactúan dentro del agroecosistema, un sistema será más sostenible si logra establecer un mayor grado de biodiversidad, importante para la regulación del sistema ya que proporciona hábitat y nichos ecológicos para los enemigos naturales (Sarandón *et al*, 2008). Se asignan los siguientes valores: (4) Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones de cultivos y con vegetación natural; (3) Alta diversificación de cultivos, con asociación media entre ellos, (2) Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación, (1) Poca diversificación de cultivos, sin asociaciones, (0) Monocultivo.

Se le concedió a σ_2 mayor ponderación dada las consecuencias nocivas que tiene el uso de pesticidas y nutrientes químicos para el agroecosistema y para la salud de los agricultores y los consumidores. El valor del indicador ecológico (I. Ecológico), resulta de la suma algebraica de las variables ponderadas por su peso, de la siguiente manera:

$$\text{I. Ecológico} = \frac{\bar{\sigma} + \varphi + \tau}{4}, \text{ donde } \bar{\sigma} = \left(\frac{\sigma_1 + 2\sigma_2}{3}\right)$$

¹² Se conoce como cobertura vegetal a la capa de vegetación natural, áreas de cultivo o aquella superficie cubierta por abonos naturales como hojas secas o cualquier otro material que contribuya a nutrir el suelo y a la conservación de la humedad del mismo.

Dimensión Socio-cultural. Para analizar la sostenibilidad desde este punto de vista se eligieron los siguientes indicadores.

- A. Aceptabilidad del sistema de producción (δ). El nivel de satisfacción del productor se relaciona directamente con el grado de aceptación del sistema productivo (Sarandón *et al*, 2008). Se asignan los siguientes valores: (4) Se encuentra plenamente satisfecho con lo que hace, no realizaría otra actividad, aunque ésta le generara mayores ingresos, (3) Está contento pero cambiaría de actividad si recibiera ingresos superiores, (2) No está del todo satisfecho, pero es lo único que sabe hacer. (1) Poco satisfecho, preferiría un trabajo en la ciudad. (0) Desilusionado, está esperando la oportunidad para dejar de hacerlo.
- B. Integración social (λ). Grado de integración y participación de otros miembros directos de la comunidad con la actividad que realiza. Se asignan los siguientes valores; (4) Muy alta, (3) Alta, (2) Media, (1) Ínfima, (0) Nula.
- C. Conocimiento y consciencia ecológica (γ). El conocimiento de temas medioambientales es fundamental para tomar las decisiones adecuadas a la hora de gestionar un agroecosistema sostenible a largo plazo. Se asignan los siguientes valores (Sarandón *et al*, 2002): (4) Concibe la ecología desde una visión amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos, (3) Tiene un conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana. Sus conocimientos se reducen a la finca, (2) Tiene sólo una visión parcializada de la ecología. Tiene la sensación de que algunas prácticas pueden estar perjudicando el ambiente, (1) No tiene un conocimiento ecológico ni percibe las consecuencias que pueden ocasionar algunas prácticas, (0) Sin ningún tipo de conciencia ecológica. Realiza una práctica agresiva al medio debido a este desconocimiento.

Dentro de este grupo se considera que el más relevante a largo plazo para gestionar agroecosistemas sostenibles es el *Conocimiento y Consciencia Ecológica* por lo que se dio mayor ponderación. En índice Socio-Cultural resulta de aplicar la siguiente fórmula:

$$I.S.C. = \frac{\delta + \lambda + 2\gamma}{4}$$

Es importante recalcar que las ponderaciones otorgadas a los indicadores parten del análisis de las características específicas de las explotaciones agrícolas de Tenerife, así como de los datos recogidos mediante la revisión de la literatura y de los datos sobre impactos negativos de las prácticas de la agricultura convencional. Por último, con los datos arrojados por los indicadores económicos (I. Económico), ecológico (I. Ecológico) y socio-cultural (I.S.C), se calcula el Índice de Multi-criterio de Sostenibilidad en el marco de la definición operativa considerada, como el promedio de los tres objetivos fundamentales:

$$I.M.G.S = \frac{I. Económico + I. Ecológico + I.S.C}{3}$$

Finalmente, de acuerdo con Sarandón *et al*, 2002 se consideró que el umbral de sostenibilidad o valor mínimo es el valor medio de la escala, es decir, 2. Del mismo modo, como se requiere el cumplimiento simultáneo de los objetivos económicos, socio-culturales y ecológicos, de acuerdo con la definición operativa de sostenibilidad, ningún indicador por separado debe ser inferior a ese umbral.

3.3 METODOLOGÍA Y RECOGIDA DE INFORMACIÓN

El universo total de productores agrícolas de Tenerife del año 2011 según cifras del ISTAC es de 3.971 (16.317,93 ha.) de los cuales, y de acuerdo con los datos del Servicio de Control y Certificación del Instituto Canario de Calidad Agroalimentaria (ICCA), 413 son productores agroecológico (920 ha.), es decir, el 10,40% de los productores cuya extensión ronda el 5,64% del total del territorio dedicado a la agricultura en la isla.

El I.M.G.S. es un indicador individual que debe realizarse a cada agroecosistema por separado. La elaboración del I.M.G.S. puede hacerse mediante dos modalidades. La primera, mediante la realización de una encuesta telemática a los agroecocultores de la isla, con la finalidad de contribuir a generar indicadores de sostenibilidad que representen para ellos una referencia externa a la idoneidad de su labor en los ámbitos económico, socio-cultural y ecológico recogidos en la definición operativa. La segunda modalidad consistiría en la realización de un muestreo aleatorio del 10 por ciento de los productores tinerfeños, con el objeto de elaborar una medición más amplia de los sistemas aplicados en las fincas, en términos de sostenibilidad. En este segundo caso, sería necesario que personal formado en técnicas agroecológicas y que conozca, del mismo modo, el funcionamiento de la agricultura convencional, acudan a las fincas a efectuar un análisis más personalizado.

3.4 ANTECEDENTES LOCALES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Lo recogido en el presente capítulo podría servir como lugar de partida para el análisis, la revisión y la generación de indicadores de sostenibilidad más completos para las fincas agroecológicas de Tenerife. El indicador propuesto está pensado para explotaciones pequeñas o medianas, sin embargo se podría ampliar para explotaciones mayores. Del mismo modo el I.M.G.S puede complementarse utilizando en cada una de sus dimensiones estudios más especializados, esto es, en la dimensión económica podrían incluirse análisis de costes, estimaciones de beneficios y de flujos de caja, así como incluir un sistema de fijación de precios que tome en consideración las externalidades positivas que se le suponen a la agroecología. Respecto al ámbito ecológico, de la mano de especialistas podrían recogerse criterios científicos de calidad del suelo, biodiversidad, ciclos energéticos, huella de carbono, merma de biomasa, entre otros.

En todo caso, a la hora de realizar estudios tan amplios como los de sostenibilidad de agroecosistemas desde un análisis Multi-criterio, se requiere de un esfuerzo multidisciplinar, de profesionales de la economía, la agronomía, la sociología, la geología, entre otros. Este requerimiento complica el análisis, toda vez que se hace compleja la coordinación de las distintas áreas de conocimiento; no obstante, tiene la ventaja de poder proveer información valiosa e indispensable. En este sentido, y en aras de la adecuación del indicador, se pueden reevaluar o corregir las ponderaciones con los aportes de especialistas de las distintas áreas mencionadas en futuros proyectos de investigación.

3.4.1 Proyecto LASOS

El Laboratorio Agroecológico de Sostenibilidad (LASOS) es un proyecto realizado en el marco la convocatoria interna del Cabildo de Tenerife *Tenerife Tres-i: isla más autónoma, isla exterior e isla ultraconectada* cuyo plazo de ejecución fue del 15 de mayo de 2014 al 30 de abril de 2015. Promovido por el Área de Medio Ambiente, Sostenibilidad Territorial y de Recursos del Cabildo, contó con la participación la Universidad de La Laguna, el Instituto Canario de Calidad Agroalimentaria del Gobierno de Canarias (ICCA), el Clúster Turisfera, el Clúster RICAM y la Asociación para el Desarrollo de la Permacultura – Finca El Mato (ADP-FEM) (Reyes y Sánchez, 2015).

Los dos objetivos del proyecto LASOS fueron, en primer lugar, el fomento de la agroecología como recurso para el suelo rústico insular y sus implicaciones en materia de sostenibilidad; y en segundo lugar, promover, impulsar y desarrollar redes de cooperación entre instancias públicas, privadas y sociedad civil orientado hacia la valorización y potenciación de los recursos endógenos. Para la consecución de los dos objetivos se llevaron a cabo actividades multidisciplinares en las que técnicos, profesionales, agricultores y público en general, colaboraron en el aporte de experiencias, conocimientos y opiniones. En este sentido, es importante recalcar la configuración del Proyecto LASOS, cuyo carácter co-creativo ha venido a facilitar el trabajo colaborativo de diversas instancias.

En virtud de los numerosos estudios que ponen de manifiesto las graves consecuencias de la continuidad de la agricultura convencional, y en el marco del desarrollo sostenible, el Área de Medio Ambiente, Sostenibilidad Territorial y de Recursos, en el ámbito de sus competencias, entiende que es necesaria la promoción de un sistema económico que sea capaz de generar empleo y bienestar en la población y, al tiempo, reducir los impactos negativos de tales actividades sobre el capital natural. Tenerife, al pertenecer a una región ultra periférica cuya especialización productiva se centra en el sector servicios, se ha convertido en una isla altamente dependiente de recursos exteriores, lo que evidencia un posible punto crítico a la sostenibilidad de la economía tinerfeña en el largo plazo.

En este orden de ideas, el Proyecto LASOS pone sobre la mesa la importancia de generar y promover un sistema alimentario autónomo, sostenible, saludable y amigable con los recursos naturales de la isla; al tiempo que contribuye a promover un modelo productivo inclusivo, participativo y eficiente desde el punto de vista de los agroecosistemas. Para ello, ha tomado como fuente de inspiración la trayectoria de la *Asociación para el Desarrollo de la Permacultura Finca El Mato* (ADP-FEM).

3.5 LA FINCA EL MATO COMO REFERENCIA DEL PROYECTO LASOS

La Finca El Mato es una asociación para el desarrollo de la permacultura localizada en el municipio de Tacoronte, Tenerife. Este espacio es referente internacional permacultural. De la mano de su fundador Javier Reyes Barroso, la ADP-FEM trata de promover el cultivo y cría de variedades autóctonas de plantas y animales, ejerciendo una labor de conservación y divulgación del Patrimonio Natural de las Islas Canarias, al tiempo que contribuye arduamente en la inserción laboral de personas con necesidades especiales aplicando los principios de la Permacultura (Díaz, 2015).

La finca está compuesta por dos terrenos con una extensión total de 12.620 m² distribuidos en una franja de 30m de ancho. Debido a la orografía de la zona, posee una fuerte pendiente, por lo cual, en aras de aprovechar lo máximo posible el espacio, se han delimitado quince escalones estableciendo las diferentes zonas que componen la finca. La Finca cuenta con un aula bioclimática en la que se imparten cursos de formación, conferencias y charlas, una granja, un vivero, viviendas adaptadas para los voluntarios, un taller de reciclaje y zonas de cultivo (se han realizados cuatro cursos interdisciplinares de la ULL).

La ADP-FEM constituye el paradigma de la permacultura en Tenerife, reconocida internacionalmente como Buena Práctica para Mejorar las Condiciones de Vida del Programa Hábitat (ONU 2012), lo que la convierte en un potencial objeto de estudio bajo la *metodología del poder del ejemplo*, considerando que “el estudio de caso puede ser caracterizado simultáneamente como un estudio de caso crítico, extremo y paradigmático” (Reyes y Sánchez, 2014, p.106).

Extremo dado el enorme potencial de generación de información; *crítico* por la importancia estratégica en el marco de la búsqueda de sistemas alternativos más eficaces

en la gestión y conservación de los recursos naturales; y *paradigmático* en cuanto representa un modelo a seguir para otras situaciones, lo que queda recogido en el Proyecto LASOS (Reyes y Sánchez, 2014 basado en Flyvbjerg, 2001).

3.5.1 BINAS - BINRAS

En el marco del Proyecto LASOS se elaboró una ficha del Banco de Ideas de Negocios Ambientales Sostenibles (BINAS) con el título *Gestión de una Finca con principios de Permacultura en Tenerife* (Cabildo de Tenerife, 2015), utilizando como referencia un ejercicio de transferencia tecnológica de la experiencia de 19 años de ensayo y error en la Finca El Mato. La ficha es un instrumento que sirve como guía para quienes quieran iniciarse en una de las ramas de la actividad agroecológica en la isla, en forma de una propuesta de desarrollo de la idea de negocio. Es un plan de empresa o de negocio que contiene aspectos económicos, sociales y ecológicos fundamentales tomando como referencia el caso de la Finca El Mato y que ha surgido al calor de la idea de disponer de un Banco de Inversiones en Resiliencia que asegure una Alimentación Saludable (BINRAS), elaborada en el marco del Proyecto LASOS (Reyes y Sánchez, 2015).

El enfoque BINRAS plantea la necesidad de disponer de un banco de ideas que invierta en conocimiento, formación y recursos para la resiliencia, en aras de poder alcanzar los objetivos del Proyecto LASOS. La resiliencia es una herramienta fundamental contra la vulnerabilidad de los sistemas agrarios en general, ya que constituye la capacidad del sistema de hacer frente a los shocks externos y poder alcanzar nuevamente su punto de equilibrio. En el escenario de la isla de Tenerife, la agroecología y, especialmente la Permacultura, constituye un potencial generador de desarrollo toda vez que trabaja en escenarios multidisciplinarios y es capaz de generar puestos de trabajos de calidad al tiempo contribuye a mejorar la seguridad alimentaria y aumentar la productividad agrícola basada en economías de alcance.

En este sentido, el enfoque BINRAS recoge criterios potencialmente susceptibles de medición para crear indicadores de resiliencia de los agroecosistemas, al tiempo que proporciona una declaración de principios permaculturales. A continuación se recogen algunos de los criterios-indicadores de resiliencia propuestos (Reyes y Sánchez, 2015 basado en Cabell y Oelofse, 2012):

- *Socialmente auto-organizado*: capacidad de crear redes entre agroecocultores, consumidores y otros actores.
- *Ecológicamente auto-regulado*: trabajar junto a los agroecosistemas, respetando y promoviendo la biodiversidad y la cobertura vegetal.
- *Conectado de manera idónea*: existencia de una alta diversidad de relaciones entre los componentes del agroecosistema con el objeto de aumentar su capacidad de adaptación ante variaciones.
- *Alto grado de heterogeneidad espacial y temporal*: promover la diversidad de las especies y del paisaje aumentando la densidad de las relaciones para potenciar la multifuncionalidad y la resistencia.
- *Acoplado de manera responsable con el capital natural local*: una gestión responsable de residuos considerando que éstos son potenciales recursos (reutilización, reciclaje de biomasa).
- *Globalmente autónomo y localmente interdependiente*: cooperación entre actores locales a través de los circuitos cortos de comercialización.
- *Construye capital humano*: a través de la generación de conocimiento y la inclusión social.
- *Razonablemente beneficioso*: se espera que las personas dedicadas al cuidado de los agroecosistemas puedan recibir los ingresos necesarios para una vida digna.

3.5.2 Principales conclusiones Proyecto LASOS

A través de todas las actividades desarrolladas en el marco del Proyecto LASOS se han generado, mediante la participación ciudadana, un conjunto de propuestas, ideas y exposiciones de diferentes experiencias agroecológicas en las que el *learning by doing* se hace presente, pero en la que también la formación continua es protagonista.

Como seguimiento de estas actividades se han conocido diferentes experiencias agroecológicas de la isla de Tenerife. Tal es el caso del Proyecto *El suelo, base de la vida y del sistema* de ADP-FEM, a través del cual se aprovechan todos los residuos orgánicos de la finca y a aquellos que son recogidos en diferentes establecimientos, como la borra del café o los restos de plantas podadas para su posterior tratamiento en la bio-trituradora. Del mismo modo, el proyecto *La autosuficiencia y la alimentación de los animales, otra dimensión del proceso*, de la mano de los agroecólogos Manolo y Ancor Expósito en sus dos fincas (El Palmar, La Victoria y Granja Ara, Santa Úrsula), pone de manifiesto la relevancia de la autosuficiencia en los insumos, ya que se han dedicado a la producción de forraje para la manutención de los animales alcanzando una producción del 65 por ciento de los inputs necesarios, pero cuyo objetivo es la completa autosuficiencia.

Dentro del Proyecto LASOS se realizaron aproximaciones al estudio de sostenibilidad desde varias vertientes, tal es el caso del cálculo de la huella de carbono realizada para la ADP-FEM, resultados que coinciden con otras estimaciones realizadas para las fincas agroecológicas, con necesidades energéticas muy reducidas y cuyas fuentes provienen generalmente de recursos locales o propios. Siendo la Finca El Mato un sistema en el que la materia orgánica resultante se reutiliza como abono o alimento para los animales, “resultaba razonable pensar que la finca actuaba fijando carbono”. (Cabildo de Tenerife, 2015b, p.2). Los resultados de la ADP-FEM son muy positivos, no solo por las reducidas emisiones que generan, sino porque finalmente fija más carbono del que emite, lo que contribuye a mitigar la huella de carbono. En este sentido, el informe técnico *Impacto de la Permacultura en la mitigación de la huella de carbono* concluye aseverando que sólo con aplicarse el modelo permacultural a todas las explotaciones agrícolas de la isla de Tenerife, podría mitigarse en un 15,26 por ciento las emisiones de CO₂.

En el proyecto LASOS han participado diversas instancias en las que se tratan aspectos que van desde el ecoturismo hasta la inclusión social con la participación de colectivos vulnerables, con especial referencia al fomento de la agroecología y a la creación de redes. En el marco del proyecto LASOS se ha logrado el acercamiento de agricultores, profesionales de diversas áreas (economía, agronomía, geología, entre otras), sociedad civil e instituciones gubernamentales y a al calor de ese acercamiento han nacido un conjunto de propuestas sostenibles, un caldo de cultivo para futuras innovaciones y proyectos sostenibles en la isla de Tenerife. En este sentido, algunas de las propuestas generadas en torno a este acercamiento giran en torno a fortalecimiento de los canales de comercialización de los productos ecológicos, facilitar el acceso a la tierra a los agroecocultores, la promoción de valores como la solidaridad, el trabajo en equipo y la cooperación, entre otros.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 COOPERACIÓN COMO REQUISITO

Para el análisis de la sostenibilidad global de los agroecosistemas, en primer lugar, y como se ha expuesto en el capítulo anterior, es necesaria la cooperación entre diversas áreas de

conocimiento, de distintas disciplinas científicas, pero también de instituciones gubernamentales, trabajadores de la tierra y sociedad civil. Proyectos que surjan *para y con la comunidad*, desde la colaboración y la co-creación de diferentes instancias (como el Proyecto LASOS) son un ejemplo a seguir en la consecución de un sistema agroecológico para Tenerife: factible, eficiente, generador de empleo e inclusión social, respetuoso con los suelos y la biodiversidad; y que sirva como motor de generación del turismo rural y participativo.

Pero tal coordinación también debe realizarse entre las diferentes posturas dentro de las disciplinas científicas. Dentro del mundo estrictamente académico, aún existe una cierta reticencia a reconocer las limitaciones de la agricultura convencional, apoyando las prácticas que han sido objetadas por los agricultores orgánicos y por quienes se dedican a la investigación agroecológica. Tal es el caso de los agricultores orgánicos y los extensionistas agrarios. Aun así, las diferentes perspectivas de la agricultura no son mutuamente excluyentes, pero existen tensiones en cuanto a los valores considerados, sobre la forma en que se transfiere el conocimiento y sobre quién es considerado un experto (Parker y Lillard, 2013).

En este sentido, valdría la pena un acercamiento entre ambos mundos a través de proyectos de investigación agroecológica dirigida *para y con la comunidad*. El papel de la generación de redes de cooperación es fundamental, toda vez que son una de las mejores maneras de difundir información acerca de la agricultura orgánica ofreciendo a agricultores y a expertos, la oportunidad de tratar temas en un nivel de especificidad raramente alcanzado a través de enfoques educativos comunes (Lillard, Parker y Sundermeier, 2013).

4.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La sostenibilidad entendida como la capacidad de gestionar sistemas que permitan la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer las futuras, es indispensable en todos los ámbitos de la vida diaria. La utilización indiscriminada de recursos no renovables pone de manifiesto la debilidad del sistema actual, no solo desde el punto de vista económico, también desde una óptica social y del medio ambiente. Es por ello que centrarse en hallar alternativas sostenibles y su posterior consecución es uno de los objetivos esenciales de la civilización actual.

La agroecología está tomando cada vez mayor relevancia, y aunque en términos porcentuales aún representa una minoría respecto al total de explotaciones agrarias, se prevé que continúe creciendo. En este sentido, la agroecología viene a representar una alternativa eficiente, suficientemente productiva, respetuosa con el medio ambiente y con los agroecosistemas, generadora de empleo e inclusión social y con un gran potencial en la erradicación del hambre y la desnutrición. La generación de indicadores de sostenibilidad constituiría una fuente de información valiosa en el establecimiento de agroecosistemas sostenibles, un punto de referencia, una guía. Es por ello que mejorar los indicadores existentes partir de las experiencias de los agroecocultores y complementarlos de la mano de profesionales de distintas áreas, junto a las instituciones gubernamentales y educativas, es una labor fundamental del proceso. En este sentido se hace evidente la necesidad de crear redes de cooperación que permitan la transferencia tecnológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTIERI, M. Y NICHOLLS, C.** (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas*, 1, p.3-12
- AGUILERA, F., BRITO, A., CASTILLA, C., DÍAZ, A., FERNÁNDEZ-PALACIOS, J., RODRÍGUEZ, A., SÁBATE, F. Y SÁNCHEZ, J.** (1994). Medio Natural Canario. En Lemus, F. (eds.), *Canarias: Economía, Ecología y Medio Ambiente* (p.43-114). La Laguna: Francisco Lemus Editor, S.L.
- AGUILERA, F. Y SICILIA, A.** (2007). Implicaciones ambientales y sociales del cultivo del plátano en Canarias: de las externalidades a la economía de sistema abierto, en Nogueroles, C. y Líbano, J. (eds.). *El cultivo ecológico de la platanera en Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: GPA Ediciones.
- ARMAN, K.** (1983). Una agricultura alternativa. *Agricultura y sociedad*, 26, p.107-136. Disponible en: <http://goo.gl/cSKAbv>
- ARNÉS, E.** (2011). *Desarrollo de la metodología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa (Nicaragua)*. Recuperado el 12 de junio de 2015 de: <http://ow.ly/OBcRd>
- ASTIER, M. Y MASERA, O.** (1996). Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). *Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada*. Gira. Documentos de Trabajo n° 17, p.1-30.
- BERMEJO, R.** (2013). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*. Recuperado el 01 de marzo de 2015 de: <http://ow.ly/OBhGD>
- CABEL, J. Y OELOFSE, M.** (2012). An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecology and Society*, 17(1), 18. Disponible: <http://goo.gl/BVD6xH>
- CABILDO DE TENERIFE** (2015a). *Banco de Ideas de Negocios Ambientales Sostenibles: gestión de una finca con principios de permacultura en Tenerife*. Recuperado el 04 de mayo de 2015 de: <https://goo.gl/jOXDKP>
- CABILDO DE TENERIFE** (2015b). *Impacto de la Permacultura en la mitigación de la huella de carbono*. Recuperado el 20 de mayo de 2015 de: <https://goo.gl/FS4elR>
- CHÁVES, J.** (2011). *Análisis multi-criterio de la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos agropecuarios presentes en la Alta Montaña del Complejo Páramo de Guerrero*. (Tesis inédita). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia).
- COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO (CMMAD)** (1987). *Nuestro Futuro Común*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas (ONU).
- DÍAZ, A.** (2014). *Estudio de gestión energética asociada a la actividad agropecuaria, tomando como modelo la experiencia de la Finca El Mato*. (Memoria del Trabajo de Fin de Grado Inédito). La Laguna: Universidad de La Laguna.
- FLYVBJERG, B.** (2001), *Making Social Science Matter. Why Social Inquiry Fails and How It Can Succeed Again*. Cambridge: Cambridge University Press.
- GARCÍA, L., RABADÁN, M. Y VERGARA, J.M.** (2000). La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), p. 473-486.
- GLIESSMAN, S.** (2002) *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, C.R: CATIE
- GONZÁLEZ, M., ALONSO, A. Y GUZMÁN, G.** (2007). La agricultura ecológica en España desde una perspectiva agroecológica. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 214, pp. 47-73.
- GUDYNAS, E.** (2004). *Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible*. Quinta edición. Montevideo: Coscoroba Ediciones.

- HERZOG DE MUNER, L.** (2011). *Sostenibilidad de la caficultura arábica en el ámbito de la agricultura familiar en el estado de Espírito Santo – Brasil*. (Tesis doctoral inédita). Córdoba: Universidad de Córdoba.
- HOLLING, C.** (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, p. 1–23.
- I.A.A.S.T.D.** (2009). *Agriculture at a Crossroads: Evaluación Internacional del papel de los Conocimientos, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Agrícola*. Resumen del Informe de Síntesis. Recuperado el 23 de junio de 2015 de: <http://goo.gl/8aJAAM>
- LILLARD, P., PARKER, J. Y SUNDERMEIER, A.** (2013). Recommendations for Establishing Extension Programming for Organic Farmers. *Journal of Extension*, 51(6). Disponible en: <http://goo.gl/Th7kYY>
- MASERA, O., ASTIER, M. Y LÓPEZ-RIDAURA, S.** (1999). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de Evaluación MESMIS*. Ciudad de México: Ediciones Mundiprensa-UNAM.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE** (2014). *Agricultura Ecológica, Estadísticas 2013*. Recuperado el 15 de mayo de 2015, de: <http://goo.gl/PJkDJh>
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO** (2010). *Valor y volumen de los productos ecológicos de origen nacional en la industria agroalimentaria española*. Recuperado el 14 de abril de 2015, de: <http://ow.ly/OBcAg>
- NAREDO, J.M.** (1994). Fundamentos de la economía ecológica, en Aguilera, F. y Alcántara, V. (eds.). *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Barcelona: Icaria
- NAREDO, J.M.** (1996). Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. *Documentación Social*, 102, p. 129-147.
- NAVARRO, S.** (1997). Economía, Agricultura Ecológica y Agroecología. *Estudios de Arte, Geografía e Historia*, 19-1, p. 263-276.
- PARKER, J. Y LILLARD, P.** (2013). Initiating and Sustaining Conversations Between Organic Farmers and Extension. *Journal of Extension*, 51(6). Disponible en: <http://goo.gl/Umxhw2>
- P.C.C** (2002) News Bites, Recuperado el 20 de mayo de 2015, de: <http://www.pccnaturalmarkets.com/sc/0205/newsbites.html>
- PÉREZ ADÁN, J.** (1997). Economía y medio ambiente, en Ballesteros, J. y Pérez Adán, J. (eds.). *Sociedad y Medio ambiente*. Madrid: Trotta.
- PIMENTEL, D.** (2005). Environmental and economic costs of pesticide use. *Environment, Development and Sustainability*, 7, p. 229–252.
- PNUMA-CNUCYD** (2008). *Organic Agriculture and Food Security in África*. Nueva York. Recuperado el 07 de junio de 2015: <http://goo.gl/auINHU>
- PONCE, L., CASO, E., BARRERA, L. Y FERNÁNDEZ, M.** (2012). El sistema milpa roza, tumba y quema de los Maya Itzá de San Andrés y San José, Petén Guatemala. *Ra Ximhai*, 8(2), p. 71-98
- REYES, J. Y SÁNCHEZ, J.** (2014). Iniciativas de transición e investigación orientada a y con la comunidad. La experiencia de la Finca El Mato (Tenerife). En *Perspectivas económicas alternativas: XIX Jornadas de Economía Crítica*, p. 86-238.
- REYES, J. Y SÁNCHEZ, J.** (2015). *BINAS como excusa: reflexiones para un debate más amplio sobre resiliencia agroecológica*. Proyecto LASOS. Recuperado el 14 de marzo de: <https://goo.gl/NfX500>
- ROBIN, M.** (2013). *Las cosechas del futuro. Cómo la agroecología puede alimentar al mundo*. Barcelona: Península

- RODALE, A.** (2011). *Rodale Institute: The farming systems Trial*. Recuperado el 23 de junio de 2015 de: <http://rodaleinstitute.org/assets/FSTbooklet.pdf>
- RODRÍGUEZ, J.** (2010). *Policultivos: asociación de hortalizas en cultivo ecológico*. Estación Experimental Agraria. Recuperado el 20 de mayo de 2015 de: <http://www.ivia.es/documentos/objetivosproyectos/ruralcaja2010/ensayos/PRO4.pdf>
- SÁNCHEZ DE P, M., PRAGER, M., NARANJO, R. Y SANCLEMENTE, O.** (2012). El suelo, su metabolismo, nutrientes y prácticas agroecológicas. *Agroecología*, 7, p. 19-34.
- SARANDÓN, S.** (2002). La agricultura como actividad transformadora del medio ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la Revolución Verde, en Sarandón, S.J (ed.). *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. Buenos Aires: Ediciones Científicas Americanas.
- SARANDÓN, S., ZULOAGA, M., CIEZA, R., GÓMEZ, C., JANJETIC, L. Y NEGRETE, E.** (2008). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, p. 20-28.
- UNCTAD** (2013). *Wake up before it is too late: make the agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate*. Trade and Environment Review 2013. Recuperado el 23 de junio de 2015 de: <http://goo.gl/sb3IXG>
- WALKER, B., CARPENTIER S., ANDERIES J., ABEL, N., CUMMING, G., JANSSEN, M., LEBEL, L., NORBERG, J., PETERSON, G., Y PRITCHARD, R.** (2002). Resilience Management in Socioecological Systems: a Working Hypothesis for a Participatory Approach. *Conservation Ecology*, volume 6-1: 14.