

11821
28



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

**LA SUSTENTABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE
PRODUCCION AGRICOLA**

**TRABAJO POR MEDALLA GABINO BARREDA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERA AGRICOLA
PRESENTA:**

MINERVA EDITH TELLEZ ORDAZ

ASESOR: ING. ADOLFO JOSE MANUEL OCHOA IBARRA

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

SECRETARÍA DE
EXAMENES PROFESIONALES
ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos:

el trabajo por medalla Gabina Barrada "La Sustentabilidad en los Sistemas de Producción Agrícola".

que presenta la pasante: Minerva Edith Téllez Ordaz
con número de cuenta: 8906010-4 para obtener el título de:
Ingeniera Agrícola.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de Enero de 2003.

PRESIDENTE Ing. Miguel Bayardo Parra
VOCAL Ing. Hilda Carolina Gómez Villanueva
SECRETARIO Ing. Adolfo José Manuel Ochoa Herrera
PRIMER SUPLENTE Ing. José Manuel Acosta Guerrero
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Gustavo Barredo Mancera

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la FES- Cuautitlán y a la carrera de Ingeniero Agrícola, por hacer posible mi formación profesional.

A todos los miembros del jurado por sus comentarios para mejorar este trabajo.

DEDICATORIAS

A Adolfo, gracias por creer en mí, por no dejarme vencer, por tu paciencia y todo tu apoyo brindado.

A Ixchel, mi más grande tesoro, por estar siempre a mi lado y soportar los sacrificios.

A mis padres y hermanos, por su invaluable apoyo, cariño y comprensión siempre incondicional.

A mi madre, de ella aprendí a seguir siempre en la lucha, a pesar de las adversidades.

A mis tíos por todo el cariño y apoyo que contribuyó a mi formación profesional.

A Carmen y Ezequiel Ordaz... donde quiera que te encuentres.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"... cada nueva experiencia confirma que no somos esos conquistadores que han dominado a un pueblo extraño; no estamos fuera de la naturaleza; en la naturaleza estamos sumergidos; y en lo que nos concede una ventaja sobre los demás seres; lo que nos hace poderosos, es la capacidad de conocer y aplicar leyes a las que tampoco nosotros escapamos"

Engels.

INDICE

	Pag.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO	4
3. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
3.1 DESARROLLO SUSTENTABLE	5
3.1.1 Delimitación del término	5
3.1.2 Antecedentes que alimentaron el enfoque de desarrollo sustentable	5
3.1.3 Evolución del concepto de desarrollo sustentable	8
3.1.4 Elementos centrales de la sustentabilidad y desarrollo sustentable	13
3.1.5 Adopción del enfoque de desarrollo sustentable	18
3.2 AGRICULTURA Y SUSTENTABILIDAD	21
3.2.1 Impactos del modelo especializado en la agricultura	21
3.2.2 Agricultura Sustentable	25
3.2.3 Sistemas Agrícolas Sustentables	28
3.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	36
3.3.1 Breve conceptualización de la agricultura	36
3.3.2 Definición de Sistemas Agrícolas	39
3.3.3 El enfoque de sistemas y la producción agrícola	40
3.3.3.1 Límites y relaciones internas del sistema	47
3.3.3.2 Funcionamiento del sistema	48
3.3.4 Conceptualización y descripción de los sistemas agrícolas	55

3.3.5 El proceso de toma de decisiones	61
3.3.6 Complejidad de los sistemas agrícolas	65
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	67
5. CONCLUSIONES	83
ANEXOS	85
BIBLIOGRAFÍA	91

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Planteamientos del Desarrollo Sostenible Adaptado por Munasighe y Cruz 1995.	17
Figura 2: Recursividad y Jerarquías en los Sistemas Agropecuarios Hart 1979, 1990.	45
Figura 3: Variables de los Sistemas Agrícolas Ferreira y Cardozo 2002.	48
Figura 4: Funcionamiento de un sistema Venegas 1995	49
Figura 5: Atributos del comportamiento sistémico Conway 1986.	54
Figura 6: Conceptualización de un Sistema Agrícola Speding 1979.	57
Figura 7: Estructura general de un Sistema de manejo Masera 1999.	58
Figura 8: Proceso general de la Toma de Decisiones Ferreira y Cardozo 2002.	63
Figura 9: Sistema de producción/decisión Adaptado por Ferreira en base a Sorensen y Kristensen, 1992.	64
Figura 10: Complejidad de los Sistemas de producción/decisión Adaptado por Ferreira 1977 en base a Diaz Bordenave 1977.	66
Figura 11: La Sustentabilidad en los Sistemas de Producción Agrícola	82

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro I: Relación entre los atributos de los sistemas de manejo sustentables y los criterios de diagnóstico. Masera 1999.	35
Cuadro II: Principales determinantes para caracterizar a los Agroecosistemas. Masera 1999.	60

1. INTRODUCCIÓN

La crisis ambiental, por la que actualmente se atraviesa y a la cual la actividad agrícola no es ajena, ha llevado a la búsqueda de alternativas que permitan revertir o frenar la degradación del medio que ha desencadenado el actual estilo de desarrollo. En el caso de los sistemas de producción agrícola, ha quedado evidenciada la inadecuada implementación de los paquetes tecnológicos en donde poco importa los efectos positivos o negativos que de estos se deriven, interesando solamente la relación costo-beneficio en términos estrictamente económicos.

El Desarrollo Sustentable es la propuesta actual en la búsqueda de un equilibrio entre el medio ambiente y las actividades humanas. En la actividad agrícola este concepto se ha venido trabajando en el planteamiento de la Agricultura y Desarrollo Rural Sostenido (ADRS) que es la propuesta de la FAO para promover el tránsito a un Desarrollo Sustentable. Sin embargo, en la actualidad, la búsqueda de ésta se ha limitado al uso indiscriminado y sin bases de términos como: agricultura orgánica, agricultura biointensiva, lombricultura, etc., que más que propuestas reales y sistemas de producción representan un negocio de moda.

El propósito de este trabajo, es indicar aquellos factores que determinan la sustentabilidad en los sistemas de producción agrícola, para lo cual se requirió el empleo de ciertos conceptos básicos, sin pretender caer en discusiones sobre terminologías o conceptualizaciones, simplemente se utilizaron como parte de un marco teórico referencial, procurando exponer los elementos centrales y comunes de las múltiples definiciones manejadas en la bibliografía.

El trabajo está compuesto de tres temas: Desarrollo Sustentable, Agricultura y Sustentabilidad y Sistemas de Producción Agrícola. Los dos primeros brindan las bases teóricas sobre las vertientes que dieron origen al enfoque del desarrollo y la agricultura sustentable, una revisión sintética sobre los conceptos de ambos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

enfoques, así como los elementos centrales del concepto de agricultura sustentable y la sustentabilidad en los sistemas de producción agrícola.

El tercer tema tiene una aportación esencial en el desarrollo del trabajo. Se brinda una breve conceptualización de la agricultura y los sistemas de producción agrícola, y se toca un aspecto fundamental que en la mayoría de los trabajos sobre sustentabilidad y sistemas agrícolas se ha omitido o pasado por alto, el funcionamiento de carácter sistémico de los sistemas agrícolas, para lo cual se exponen los principios generales que caracterizan a estos sistemas y los elementos básicos para su conceptualización y descripción; aspectos esenciales para lograr su comprensión. Se aborda también el proceso de toma de decisiones dentro de las unidades de producción, aspecto elemental a considerar para cualquier intervención en estos sistemas. Al final de este tema se esquematiza la complejidad que representan los sistemas agrícolas, lo cual permite visualizar que la búsqueda de sustentabilidad no es una tarea sencilla.

Con la revisión bibliográfica se pretende precisar: a) la perspectiva desde donde se realiza el estudio; b) los elementos del tema que se consideraron más significativos o representativos del mismo y c) los instrumentos teóricos de análisis sobre los aspectos del tema elegido.

Finalmente se realizó un análisis y discusión sobre los aspectos de mayor relevancia a considerar para poder hablar de sustentabilidad en los sistemas de producción agrícola, y se exponen las conclusiones. Resultó relevante el hecho de observar que los fundamentos del enfoque de la agricultura sustentable no son nuevos en sí mismos, sino que puede decirse se reducen a la aplicación correcta y eficiente de los principios de la agricultura y la agronomía como arte y disciplina respectivamente. Sin embargo, se reconoce la utilidad del término en cuanto a la inclusión de una válida preocupación ambiental y de reconocer la inclusión de las esferas social, económica y ambiental en la actividad agrícola.

El abordar un tema tan vasto y complejo no fue sencillo, dado que es un tema que a pesar de tener puntos centrales maneja múltiples apreciaciones, fue difícil la elección de aquellas que reflejaran más fidedignamente el enfoque en estudio. No obstante, el trabajo pretende aportar elementos valiosos de análisis para la comprensión de la sustentabilidad en los sistemas de producción agrícola.

OBJETIVO

- **Indicar y analizar los factores que determinan la sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola.**

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1 DESARROLLO SUSTENTABLE

3.1.1 Delimitación del término.

Un aspecto importante para la realización de este trabajo es delimitar el uso de los términos que se tienden a manejar de manera indistinta. En la revisión de la mayoría de los trabajos referidos al tema se observa una tendencia a manejar como sinónimo de "sustentable", la palabra "sostenible", y en algunos casos "sostenido", derivados de las distintas traducciones de la palabra inglesa *sustainable*, sin embargo Trellez y Quiroz (citados por SEMARNAP 1996), establecen algunas diferencias entre ambas; mencionan que mientras el término **sustentable** se refiere a una posibilidad, condición o característica de un hecho o fenómeno de "tener un basamento de apoyo, soporte o sustentación para asegurar su permanencia en el tiempo de presentarse la posibilidad de su ocurrencia", **sostenible** se entiende como un proceso o hecho que una vez ocurrido "pueda mantenerse activo en el tiempo o continuar en operación eficiente", y **sostenido** puede ser un hecho o suceso que "se mantiene invariable en el tiempo". Por tanto, en este trabajo sustentable y sostenible se manejarán de manera equivalente, a diferencia de sostenido que remite a la permanencia de un ritmo y nivel a lo largo del tiempo.

3.1.2 Antecedentes que alimentaron el enfoque de desarrollo sustentable.

Desde su aparición en el planeta, la especie humana ha provocado una intensa transformación de la naturaleza en la búsqueda de sustento y seguridad, la cual ha estado en función de las características culturales, las formas de organización social y de la disponibilidad y uso de los recursos naturales disponibles, pero los efectos de la actividad humana en los procesos naturales han llegado a ser de tal magnitud que han provocado alteraciones en muchos casos imposibles de revertir

poniendo en peligro incluso, la capacidad misma del planeta para mantener la vida en condiciones propicias para el desarrollo de las sociedades humanas. Los procesos naturales han contribuido a esta situación, pero hay que reconocer que han sido las actividades humanas las que han acelerado el proceso de perturbación del entorno.

El enfoque de desarrollo sustentable surge como una nueva orientación del desarrollo en la década de los ochenta, cuando después de un vasto y largo proceso de críticas, discusiones, y análisis a los modelos de desarrollo prevalecientes, se llega a un consenso en los círculos internacionales de que el desarrollo se centra en los seres humanos y no solamente en índices económicos y que es necesario legar a nuestros hijos una tierra razonablemente utilizable. La idea en si no era nueva, uno de los primeros en manifestar su preocupación por la sostenibilidad y la seguridad alimentaria fue Malthus, al final del siglo XVIII. Dando por supuesto un crecimiento constante de la tecnología y un crecimiento geométrico de la población, concluyó que con el tiempo se llegaría inevitablemente a una situación de escasez de alimentos. La preocupación resurge en 1972 con *Los límites del crecimiento* elaborado por el Club de Roma, donde se destruyó la hipótesis de la inagotabilidad de los recursos naturales, demostrando que si todos los países pudieran alcanzar ahora el nivel de vida de los países desarrollados, la presión sobre los recursos no renovables y la contaminación serían de tal orden que el sistema económico mundial entraría necesariamente en colapso (FAO 1999).

El enfoque de desarrollo sustentable fue alimentado principalmente por dos vertientes, la primera tiene relación con las corrientes económicas que sometieron a revisión el concepto de desarrollo económico y las políticas correspondientes, en particular, a partir de principios de los años setenta (Provencio y Carabias 1993). La crítica al desarrollo económico fue asumida incluso por los promotores de los principales modelos sobre el desarrollo, asimilándose y difundiéndose la idea de las insuficiencias del modelo económico generalizado en América Latina dado lo

insatisfactorio de sus resultados sociales y económicos, sobre todo en la incapacidad para superar problemas estructurales en empleo, concentración del ingreso, pobreza, atraso tecnológico, heterogeneidad sectorial, entre otros (Cardoso 1981).

La segunda vertiente tuvo que ver con la emergencia de la crítica ambientalista al modo de vida contemporáneo que también se expresó en corrientes diversas pero con ejes comunes pasando por diversas etapas y énfasis, desde el posible agotamiento de los recursos naturales, sobre todo energéticos hasta una visión más global referida a las complejas interrelaciones de los ecosistemas, pasando por otro periodos en los que los temas prioritarios han sido la contaminación y la desaparición de especies (Long 1991 citado por Provencio 1993).

El incentivo principal para la confluencia de las dos vertientes fue básicamente el avance de la crisis ambiental y la profundización de los problemas económico-sociales para la mayor parte de las naciones. En lo económico, fue la crisis de los ochenta para los países en desarrollo lo que quizás incentivó más las inquietudes para reformular modelos económicos, y en lo ambiental fue sin duda la alarma que también desde los ochenta suscitaron los fenómenos del calentamiento atmosférico y la destrucción de la capa de ozono, entre otros problemas (Provencio y Carabias 1993).

Se generó entonces una amplia producción intelectual y científica que sentó las bases de una síntesis que lejos de estar concluida se encuentra hoy en curso, la cual motivó la realización de diversos eventos que han girado en torno a la búsqueda de una nueva alternativa de desarrollo, denominado desarrollo sustentable.

**TESIS CON
FALLA DE
ORIGEN**

3.1.3 Evolución del concepto de desarrollo sustentable.

El concepto de sustentabilidad fue desarrollado en Europa Central con el uso ordenado y permanente de los bosques desde el año 800, como respuesta al incremento de la escasez del recurso forestal y a los problemas ambientales. El concepto transitó por varias etapas dependiendo de las prioridades sociales de cada época, recibiendo algunos impulsos importantes como: su inclusión en los mandamientos básicos de religiones, los problemas de su protección contra peligros naturales y la necesidad de fuente de materia prima (siendo crítica la escasez de madera en el siglo XVIII), la codificación en términos legales y planes de manejo del uso de los bosques durante el siglo XIX, y el reconocimiento de los principios de relación e interdependencia entre los componentes naturales, particularmente con respecto a la vegetación planteados por Humboldt a principios del siglo XIX (Salinas 1998).

Sin embargo los primeros indicios del enfoque de desarrollo sustentable se dan en 1972 con la celebración de la primera reunión mundial sobre medio ambiente llamada Conferencia de Naciones Unidas, llevada a cabo en Estocolmo Suecia, aquí se plantea que el modelo de desarrollo económico existente es altamente depredatorio de los recursos naturales, por lo que requiere fuertes cambios en los modos de producción, distribución y consumo. Como resultado de esta Conferencia, surge el concepto de *ecodesarrollo*, término utilizado por primera vez en 1973 por Maurice Strong, para dar a entender una idea de desarrollo económico y social que considerara la variable ambiental, el *ecodesarrollo* se planteaba como estrategia alternativa al orden económico internacional, enfatizando modelos locales basados en tecnologías apropiadas, en particular para zonas rurales, buscando cortar la dependencia técnica y cultural. Los planteamientos incluían propuestas de reestructuración del sistema económico internacional considerando también reformas institucionales y patrones de consumo, entre otros (Leff 1986).

Pero estos temas perdieron impulso durante los ochenta, principalmente por el debate suscitado de temas más directamente relacionados con la crisis económica. Sin embargo mientras se agravaba la brecha entre países pobres e industrializados emergieron con mayor crudeza algunas manifestaciones de la crisis ambiental creando una preocupación mundial. Este contexto generó condiciones de mayor receptividad para un planteamiento que buscara articular desarrollo y ambiente (Op. cit). Es así que en 1983 la Organización de las Naciones Unidas estableció la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, la cual inició diversos estudios, debates y audiencias públicas en los cinco continentes en casi tres años, los que culminaron en 1987, con la publicación del documento llamado "Nuestro Futuro Común" (conocido también como *Reporte Brundtland*), en este documento se advertía que la humanidad debía cambiar los estilos de vida y de interacción comercial, si no deseaba la llegada de una era con niveles de sufrimiento humano y degradación ecológica inaceptables (Enkerlin 1997).

El Informe Brundtland define al desarrollo sustentable, en 1987, como: "el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades", por lo que la protección del medio ambiente y el desarrollo económico deben abordarse como componentes de un mismo asunto.

Aunque las críticas al desarrollo no eran nuevas, ninguna propuesta alternativa logró acaparar la atención al grado que lo hizo el enfoque de desarrollo sustentable, ello se debió además de su despliegue en casi todo el mundo, a que el enfoque buscó ir más allá de la dimensión económica y social tratando de incluir la cuestión ambiental como uno de los elementos centrales de la concepción y la estrategia del desarrollo, si en principio el desarrollo se destacó como la necesidad de alcanzar ciertos niveles de vida, entendidos como satisfacción de necesidades de coberturas de servicios o disponibilidad de bienes e ingresos, luego se

identificó como el logro de calidad de vida¹, lo que denotaba un énfasis en los aspectos no productivos del desarrollo como la participación social, la heterogeneidad de las formas de desarrollo y -como elemento cualitativo- la existencia de condiciones ambientales adecuadas para una vida sana, que permitieran la relación equilibrada entre la sociedad y el entorno ecológico (Bifani 1993).

La capacidad movilizadora de este enfoque se manifestó entre 1989 y junio de 1992 durante la preparación de la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo* (CNUMAD), donde los gobernantes y los más altos representantes de 179 países junto con cientos de funcionarios de los Organismos de Naciones Unidas, de representantes de gobiernos municipales, círculos científicos y empresariales, así como organizaciones no gubernamentales (ONG's), se involucraron en la discusión de una agenda de compromisos y en la elaboración de acuerdos para enfrentar los aspectos más insustentables del actual modelo de desarrollo. Se celebró en Río de Janeiro Brasil en Junio de 1992 (también conocida como Conferencia de Río o Cumbre por la Tierra). La Conferencia tuvo consecuencias importantes, pero sus resultados también evidenciaron que la construcción de una estrategia viable para el Desarrollo Sustentable era una tarea cargada de obstáculos y de diferencias de concepción en cuanto se rebasan las definiciones elementales. En la Conferencia se aprobaron, entre otros, tres grandes acuerdos: la Agenda 21, la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y los Principios relativos a los Bosques, pero todos ellos sin fuerza jurídica obligatoria.

¹ "La calidad de vida es un concepto central de la problemática del medio ambiente y el desarrollo sustentable. La calidad de vida representa algo más que un "nivel e vida" privado. Exige, entre otros elementos, la máxima disponibilidad de la infraestructura social y pública para actuar en beneficio del bien común y para mantener el medio ambiente sin mayores deterioros y contaminación. Pero calidad de vida exige también un sinnúmero de factores relativos, la mayor parte de ellos no cuantificables conceptualmente, que contribuyan a la satisfacción de los deseos y aspiraciones, además de las "necesidades humanas". Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. 1991. Citado por SEMARNAP 1996

Para noviembre de 1996, un grupo internacional de practicantes en medición e investigadores de los cinco continentes se reunieron en el Centro de Estudios y Conferencias de la Fundación Rockefeller en Bellagio, Italia, para revisar el progreso hasta la fecha y sintetizar los conocimientos de los esfuerzos prácticos en marcha. De allí resultaron los denominados *Principios de Bellagio* los cuales fueron sancionados unánimemente. Estos principios sirven como guías de evaluación total incluyendo la elección y diseño de indicadores, su interpretación y comunicación del resultado, están interrelacionados y deben aplicarse en conjunto (Anexo I). Posteriormente se llevó a cabo la revisión de las acciones internacionales para el desarrollo sustentable, en la XIX Sesión Especial de la Asamblea General de las Naciones Unidas (UNGASS por sus siglas en inglés) celebrada en Nueva York en 1997, donde se evaluaron las respuestas de los gobiernos, las organizaciones internacionales y la sociedad civil a los retos planteados y los adelantos logrados en la aplicación de la Agenda 21. En esta sesión se hizo evidente la polarización entre países desarrollados y países en desarrollo para la aplicación de medidas para el desarrollo sustentable (PNUMA 2002), y se mencionaron las siguientes áreas que requieren de acción urgente para apoyar el tránsito al desarrollo sustentable :

Integración de objetivos económicos, sociales y ambientales: Mayor integración en los niveles operacionales y de elaboración de políticas, incluyendo los administrativos y contar con instrumentos políticos, de acuerdo a las condiciones específicas, que aseguren un enfoque integrado efectivo y eficiente.

Ambiente económico internacional favorable: Crear un ambiente económico propicio de cooperación internacional dinámica y autorizada particularmente en las áreas de financiamiento, transferencia de tecnología, deuda y comercio, para reducir la brecha entre los países desarrollados y en desarrollo ocasionados por el proceso de globalización y enfoque efectivo de los problemas a través de un diálogo constructivo y asociaciones genuinas, tomando en cuenta que los países tienen responsabilidades comunes, pero diferenciadas.

Entre las conclusiones específicas de cada uno de los sectores analizados destaca el relativo al suelo y agricultura sustentable, donde se parte de que la degradación de la tierra y el suelo amenazan la supervivencia de millones de personas y la seguridad alimentaria en el futuro, además de que se afectan también los recursos del agua y la conservación de la biodiversidad. Se recalca que se hace necesario conocer los medios para combatir o revertir las aceleradas tendencias de degradación del suelo, usando un enfoque ecosistémico que tome en cuenta las necesidades de las poblaciones que viven en ecosistemas montañosos y que reconozcan las funciones múltiples de la agricultura. Se establece que el desafío de la humanidad es proteger y manejar sustentablemente los recursos naturales de los que depende la producción de alimentos para una población que sigue creciendo, además de lograr la autosuficiencia alimentaria y que es necesario involucrar a todas las partes responsables del manejo sustentable de los recursos del suelo y la tierra.

Entre las acciones que es urgente realizar se resaltaron las siguientes:

- Erradicar la pobreza reforzando los sistemas locales de alimentación y mejorar la seguridad alimentaria
- Continuar o incrementar la inversión en investigaciones agrícolas y cumplir con la decisión de la Organización Mundial para el Comercio (OMC) sobre medidas para combatir los efectos negativos probables del programa de reforma en los países menos desarrollados y en los países en desarrollo que son importadores netos de alimentos.
- Cumplir con la Declaración de Roma y ejecutar el plan de acción sobre seguridad alimentaria adoptado en la Cumbre Mundial de la Alimentación en 1996, principalmente en lo que se refiere a la meta mínima de reducir a la mitad el número de personas desnutridas en el mundo para el año 2015.

Los factores que determinan una agricultura sustentable y la seguridad alimentaria tal como se definieron en la Cumbre son: el establecimiento o la culminación de los procesos de reforma agraria y las reformas a los procesos de producción para incorporar criterios ambientales. Para la investigación agrícola el desafío es incrementar las cosechas en los campos de cultivo mientras se protege y conserva la base natural de los recursos.

3.1.4 Elementos centrales de la sustentabilidad y desarrollo sustentable

La discusión sobre sustentabilidad y desarrollo sustentable es muy amplia y compleja, dada la gran diversidad de intereses, perspectivas y escalas de juego es imposible llegar a un consenso y a una definición universal; Pezzey (1992) por ejemplo, encuentra más de 27 definiciones tan solo referentes al concepto de sustentabilidad, no obstante, lo que se pretende en este trabajo es exponer los elementos centrales y comunes relacionados al tema, más que profundizar y discutir las múltiples variantes del concepto.

Una de las definiciones más aceptadas y generales de sustentabilidad es la establecida por Conway (1994) que la define como: "la habilidad de un sistema para mantener la productividad aún cuando sea sometido a estrés o perturbaciones".

Masera (1999) por su parte expone en base a Dixon y Fallon (1989) tres distintas nociones del concepto de sustentabilidad: a) como un concepto puramente biofísico para un recurso natural determinado; b) como un concepto biofísico usado para un grupo de recursos o un ecosistema, y c) como un concepto biofísico, social y económico.

En el primer caso la definición de sustentabilidad se empleó, con la finalidad de definir límites físicos para la explotación de una clase de recursos renovables como los bosques y recursos pesqueros. El enfoque se limita a recursos

renovables particulares considerados de forma aislada. Aquí, la sustentabilidad (o más correctamente, cosecha o rendimiento sostenido) significa utilizar el recurso sin reducir su *stock*² físico, lo cual sería análogo a usar los intereses generados en una cuenta de ahorro del banco, dejando el capital para que continúe generando intereses en el futuro.

En el segundo caso, el concepto de sustentabilidad se puede ampliar a un sistema mayor que abarque varios recursos naturales. En esta acepción, la sustentabilidad se mide en términos físicos, pero en lugar de enfocarse en un solo componente, toma en cuenta las diferentes entradas y salidas del ecosistema. Por tanto, como resultado de las interacciones del sistema, lo que se hubiera considerado un manejo sustentable de un recurso determinado o de un subsistema podría encontrarse no sustentable dentro del contexto del sistema en su conjunto, debido a la naturaleza y la complejidad de los componentes del ecosistema y de sus interrelaciones. Por tanto determinar claramente los límites del sistema en cuestión constituye una tarea indispensable para este segundo tipo de análisis. En este sentir la sustentabilidad depende no solo de las características de los recursos y del medio ambiente, sino también de la capacidad para desarrollar nuevas tecnologías para la explotación de los recursos y su conservación (Salinas 1998).

La definición de sustentabilidad aumenta su complejidad cuando se incluyen los aspectos sociales y económicos que influyen, imposibilitan o favorecen la sustentabilidad ambiental de un determinado sistema. En este amplio sentido, la sustentabilidad puede definirse como el mantenimiento de una serie de objetivos deseados a lo largo del tiempo, es decir, la sustentabilidad aparece como una característica multidimensional del sistema socioeconómico.

No obstante, cada esfera y campo de acción tendrá un enfoque e interpretación distinta, de acuerdo a sus intereses sobre el concepto de sustentabilidad. Al

² Existencia, provisiones, capital.

respecto, Pretty (1994) comenta "... todo intento de definir con precisión la sostenibilidad está condenado al fracaso. Ésta no representa ni un conjunto fijo de prácticas o tecnologías, ni un modelo que se pueda describir ni imponer al mundo. Parte del problema está precisamente en determinar qué es lo que estamos tratando de hacer, pues cada uno tiene objetivos diferentes".

En cuanto al concepto de desarrollo sustentable, a pesar del tiempo transcurrido y la gran cantidad de publicaciones, tampoco existe un consenso respecto a su significado, y las numerosas interpretaciones también varían según la disciplina o la ideología que sirva de base para definirlo (Salinas 1998). Sin duda alguna el concepto más difundido es el establecido por el Informe Brundtland (1987), pero existen otras definiciones importantes como la establecida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en 1991 expuesta por Enkerlin (1997), que establece que : "desarrollo sustentable es la estrategia que lleve a mejorar la calidad de vida, sin rebasar, la capacidad de carga de los ecosistemas que la sostienen, entendiendo por capacidad de carga de un ecosistema la capacidad que tiene para sustentar y mantener al mismo tiempo la productividad, adaptabilidad y capacidad de renovabilidad del recurso"

Por su parte Martínez Allier (1994) menciona, que la definición implícita de desarrollo sostenible es "crecimiento o desarrollo económico que sea compatible con la capacidad de sustentación... la capacidad de sustentación de un territorio concreto significa el máximo de población de una especie dada, que puede ser mantenido de manera indefinida, sin que se produzca una degradación en la base de los recursos que pueda significar una reducción de la población en el futuro".

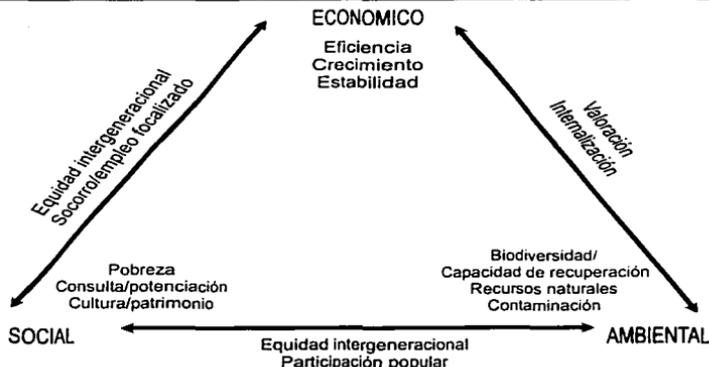
Para Bifani (1993) el concepto hace referencia específica a los límites "tanto a los impuestos por el estado actual de la tecnología" como a los propios de "la biosfera para absorber los efectos de la actividad humana". Alude la necesidad de establecer una nueva era de desarrollo económico para las naciones más pobres y la necesidad de sostener dicho crecimiento, así como de orientar las inversiones.

el desarrollo tecnológico y los cambios institucionales, destacando la urgencia de una "voluntad política". Las nociones de permanencia (en cuanto al cuidado adecuado del entorno socioambiental), y de equidad (en cuanto a la justa distribución intra e intergeneracional de costos y beneficios) del proceso son partes fundamentales de este enfoque (FAO 1999).

En resumen el desarrollo sustentable, propone un proceso de cambio, en el que el aprovechamiento de los recursos naturales, las inversiones, la tecnología y las estructuras institucionales y políticas, deben ser consecuentes tanto con las necesidades de las sociedades futuras, como con la actual. De lo que se trata entonces según Mateo (1997 citado por Salinas 1998) es de lograr un crecimiento y eficiencia económica, garantizando la eficiencia y equidad social mediante la solución de las necesidades básicas de la población y sobre la base del funcionamiento estable y continuo y la eficiencia ecológica de los sistemas ambientales, resaltando que el concepto de desarrollo sostenible implica en sí mismo aceptar al medio ambiente como factor activo y estratégico de desarrollo y elemento estructural de la civilización, ya que proporciona las condiciones básicas de subsistencia que requiere la humanidad. Por ello, para Goodland y Daly (1995 citados por Salinas 1998) el capital natural ya no puede considerarse un bien ilimitado, sino por el contrario, sino más bien un factor limitante del desarrollo.

De esta manera, los planteamientos del desarrollo sustentable están representados por tres vertientes: la económica, la ecológica y la social, cada una de ellas sirve de apoyo a las otras dos. En consecuencia, el conjunto sólo puede utilizarse provechosamente si las tres vertientes reciben la misma consideración (Fig. 1).

FIGURA 1
PLANTEAMIENTOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE
 Adaptado por Munasighe y Cruz 1995



El concepto social de la sustentabilidad se orienta hacia las personas y está relacionado con el mantenimiento de la estabilidad de los sistemas sociales y culturales. La equidad es una consideración importante. La conservación de la diversidad cultural y del patrimonio cultural en todo el planeta, y la mejor utilización de los conocimientos sobre las prácticas sostenibles materializadas en culturas menos dominantes aparece como objetivos deseables.

La consideración ambiental del desarrollo sustentable se centra en la estabilidad de los sistemas biológicos y físicos. Especial importancia reviste la viabilidad de los subsistemas que son imprescindibles para la estabilidad mundial del ecosistema global. Se hace especial hincapié en conservar la capacidad dinámica y de recuperación de esos sistemas para adaptarse al cambio, más que en la conservación de una situación estática "ideal". La degradación de los recursos naturales, la contaminación y la pérdida de biodiversidad reducen la capacidad de recuperación de los sistemas.

El componente económico de la sustentabilidad está basado en el concepto de máximo flujo de ingresos que podría generarse al mismo tiempo sin detrimento de la reserva de recursos (o capital) que genere estos beneficios.³

La necesidad de compaginar estos conceptos y hacerlos operativos hace que el logro del desarrollo sustentable resulte una tarea muy grande ya que los tres elementos deben recibir una consideración equilibrada. Las relaciones mutuas entre los tres planteamientos son también importantes. La interacción de los elementos económicos y sociales plantea cuestiones como la equidad generacional y el socorro a los pobres. La interacción de los aspectos económicos y ambientales ha producido nuevas ideas sobre la valoración e internalización de los efectos ambientales. Finalmente los contactos socioambientales han provocado un renovado interés por aspectos como la equidad intergeneracional y la participación popular.

Fuente: FAO 1999

3.1.5 Adopción del enfoque de desarrollo sustentable.

Provencio y Carabias (1993) mencionan que después de 1987 la idea de desarrollo sustentable ya bajo su nueva formulación no tardó en ser retomada, adaptada o sometida a revisión crítica, influyendo en ello no sólo la receptividad generada, sino también al hecho de que en el proceso que condujo a la Conferencia de Río de Janeiro, el enfoque fue adoptado como un marco conceptual de las elaboraciones de temas y documentos que serían discutidos o adoptados en esta Conferencia. La difusión se vio favorecida porque diversos organismos del Sistema de Naciones Unidas lo adoptaron en sus revisiones sobre estrategias de desarrollo, indican también que uno de los logros más significativos

³ En este sentir el crecimiento económico sustentable es consistente con al menos tres definiciones distintas de sustentabilidad: la débil, la fuerte y la absurda. La condición de sustentabilidad débil supone que las diferentes formas del capital (fijo, financiero, humano y natural) son sustitutos perfectos. De este modo, el crecimiento económico sustentable existe cuando el desgaste o agotamiento de uno de los tipos de capital se compensa mediante la incorporación de mas unidades de los otros. Estas unidades adicionales generarían ingresos adicionales en el futuro. Por otra parte, la condición de sustentabilidad fuerte supone que las diferentes formas del capital no son sustitutos perfectos sino complementarios y sólo se acepta entonces como sustentable todo proceso que garantice el mantenimiento, reposición o incremento de un «nivel crítico de capital natural». La sustentabilidad fuerte establece «umbrales críticos» de recursos naturales que no deben rebasarse. Finalmente, la condición de sustentabilidad absurda puede definirse como aquella que deja intocado, y no solamente intacto, al capital natural (Lutz 1989, 1993, Van Dieren 1995, Pierce y Atkinson, 1993 citados por Galindo s/a)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de este movimiento fue la generación de la toma de conciencia global sobre el medio ambiente, el intercambio de experiencias sobre el deterioro ambiental y el impulso a la construcción de vías institucionales para resolver estos asuntos, durante los años siguientes, las acciones para integrar los problemas del medio ambiente en las agendas de los gobiernos, en los planes de desarrollo y en los procesos de toma de decisiones en cada país no avanzaron significativamente, excepto en algunos aspectos científicos y técnicos. El tema fue eludido, principalmente en el plano político, mientras la problemática ambiental como el adelgazamiento de la capa de ozono y el calentamiento global siguió y siguen agudizándose.

Plantean que en la gran mayoría de los países continúan manifestándose las problemáticas de orden social y económicas identificadas en la Cumbre de la Tierra, como partes sustanciales para la transición a la sustentabilidad. Mencionan que en el caso de América Latina, el esfuerzo de fusión con el desarrollo sustentable redundó más bien en una adaptación del marco general incluido en Nuestro Futuro Común a los temas más importantes, pero estuvo lejos de traducirse en una articulación efectiva que avanzara en una concepción integrada de la dimensión económico social con lo ambiental. Establecen que por ahora la trascendencia del enfoque sobre desarrollo sustentable radica más en su capacidad de "idea fuerza", en su papel articulador de discursos que, pese a seguir fragmentados tiene una matriz única originada en la existencia de una crisis ambiental, económica y en muchos casos social y que finalmente se trata de una prolongación de un proceso que por lo menos en los últimos años ha permitido avanzar en la integración de un enfoque más adecuado para entender e incidir en las relaciones entre ambiente y desarrollo.

Pero para Leff (1995 citado por Salinas 1998), en los últimos años se han producido importantes tergiversaciones de estos conceptos por el sistema político-ideológico dominante, con el propósito de afianzar el modelo neoliberal como solución para los problemas ambientales y sociales de la humanidad, establece

que se busca promover un modelo económico sostenido, negando las condiciones ecológicas que establecen límites a la apropiación y transformación capitalista de la naturaleza, y que la sustentabilidad así promovida pasa a ser un mecanismo extraeconómico para la explotación del hombre y la naturaleza.

3.2 AGRICULTURA Y SUSTENTABILIDAD

La agricultura sustentable, así denominada a raíz del concepto de desarrollo sustentable, es considerada como un nuevo modelo que permitirá hacer frente a la actual crisis ambiental y socioeconómica por la que atraviesa el sector rural, no obstante sus elementos no son nuevos en sí mismos (como se expondrá en el tema 3.3). El propósito de abordar este tema es contar con elementos de análisis para el logro del objetivo de este trabajo, más que dar por sentado que ser parte de un nuevo modelo de agricultura.

3.2.1 Impactos del modelo especializado de la agricultura.

La especialización e intensificación de la agricultura se fundamenta en el uso de semillas y variedades de alto rendimiento, fertilizantes, plaguicidas y de una mecanización continua del proceso de producción de la forma de cultivo más practicada: el monocultivo. Este enfoque, derivado del movimiento de la Revolución Verde, tiene por objeto obtener niveles de producción más altos por unidad de superficie (ha) lo cual estaba en apariencia justificado debido al crecimiento de la población mundial, misma que demandaba una mayor producción de alimentos, lo que condujo a los responsables de la planificación agropecuaria a aceptar el programa propuesto a través de la Revolución Verde.

A lo largo de la misma línea de pensamiento, se desarrolló un modelo de investigación y transferencia de tecnología bajo la asunción que el producto de la investigación operaría en una escala neutral, lo que suponía que los resultados de la investigación en la agricultura orientada a la búsqueda de la alta productividad, serían igualmente adoptados por productores tanto grandes como pequeños, dejando de lado las condiciones no solo fisiográficas, sino económicas y socioculturales particulares de cada región (Ferreira 2002).

El modelo que se concebía era simple, lineal:

"El desarrollo es visto como una fuerza o proceso de modernización, el cual actúa transformando las prácticas tradicionales. Se asume la superioridad de la ciencia racional y la búsqueda del cambio se deriva casi exclusivamente de los hallazgos de la investigación puesta en marcha y transmitida al agricultor a través de jerarquías, el técnico orientador de servicios y los agricultores son entonces vistos como "adoptadores" o "rechazadores" de tecnologías" (Scoones y Thompson 1994 citado por Ferreira 1997)

A la par se ha desarrollado un modelo simple de racionalidad económica para este concepto, que implica que las decisiones de los agricultores se manejen principalmente bajo dos concepciones:

- Maximización del ingreso
- Minimización del riesgo

Por otro lado, el modelo de la Revolución Verde supone categorías de discriminación de los recursos, formas tecnológicas y estrategias productivas que, dirigidas exclusivamente al incremento de la rentabilidad de lo producido, no reconocen ni aprovechan las condiciones naturales en las que se realiza la producción, ni mucho menos son capaces de orientarla en función de las vocaciones naturales del espacio. Este modelo va subutilizando y desaprovechando el potencial productivo representado por la diversidad de ecosistemas, y el recurso suelo es más fácil de erosionar por la aplicación de sistemas de cultivo intensivos⁴ (Toledo 1993).

⁴ El material erosionado contiene una particular riqueza frente al que queda. Contiene aquel 21 veces más materia orgánica, 2.7 veces más nitrógeno, 3.5 veces más fósforo asimilable y 19.3 veces más potasio intercambiable (Agricultura y erosión en la cuenca del Guadalquivir, por Manuel Clavero Salvador y Juan Mena Cabezas, Jornadas de agricultura ecológica 1985) Pimentel y Pimentel (1979 citado por Toledo 1993) menciona que por cada 2.5 cm de suelo perdido se produce una baja en los rendimientos de 251 kg de maíz, 161 kg de trigo, 168 kg de avena y 175 kg de frijol por hectárea en zonas templadas

En este modelo se trata de generar de manera masiva y en un mínimo de tiempo uno o unos cuantos productos capaces de competir ventajosamente en el mercado, por lo que se entra en abierto conflicto con los ciclos ecológicos, la renovación y la capacidad de los suelos, la diversidad orgánica e inorgánica de los ecosistemas, el equilibrio de los sistemas hidrológicos y la escala a la cual debe efectuarse toda producción ecológicamente adecuada. En suma, es un proceso de sometimiento de la naturaleza a los ciclos de rotación y de acumulación de capital. Este tipo de producción regida por la rentabilidad económica no sólo provoca una subexplotación, sino que da lugar a una marcada desigualdad regional y tecnológica (Ibid).

En este sentir, aunque cierta pérdida de biodiversidad es inevitable, y si bien la concentración en las especies más productivas tiene sin duda sus ventajas, hay razones para temer que el descenso ocurrido puede ser social y ecológicamente excesivo. La pérdida de la base de los recursos genéticos puede implicar la pérdida permanente de especies o rasgos que son o podrían ser útiles. Además, los sistemas de producción están expuestos a un riesgo cada vez mayor, debido a que las especies domesticadas dependen de una base de recursos genéticos cada vez más reducida (FAO 1999). Este tipo de sistemas son así mismo aprovechables en el corto plazo pero no necesariamente son sustentables ambientalmente en el largo plazo.

Es así que la implementación del modelo de la Revolución Verde ha tenido impactos diferentes en distintas partes del mundo, y a pesar del éxito en el aumento del rendimiento por unidad de superficie que logró, han surgido algunas preocupaciones válidas debido a los impactos de este modelo:

- la producción y productividad agrícola se han incrementado a costas de un incremento en la desigualdad del ingreso (Pomfret 1992; Whyte 1986; Hildebrand 1986; Corcoran y Dent 1994; Röling 1988; Chambers 1993. Citado por Ferreira 1997).

- la expansión de la producción ha causado un descenso generalizado en el precio mundial de los productos agropecuarios y consecuentemente en el ingreso de los productores agropecuarios (Woolhouse 1994. Citado por Ferreira 1997).
- los sistemas locales de conocimiento existentes en el sector productor, fueron frecuentemente ignorados y reemplazados por pericia técnica y conocimiento técnico generado en el extranjero (Botchway 1993; Portela 1994; Chambers 1993. Citado por Ferreira 1997).
- se generaron sistemas de producción fuertemente dependientes de la compra de insumos asociados muchas veces a necesidades de crédito (Hildebrand 1986; Pomfret 1992. Citado por Ferreira 1997).
- el desmedido incremento en el uso de fertilizantes, pesticidas, y herbicidas ha generado contaminación e impactos ecológicos perniciosos e irreversibles (World Bank, 1992; Duffy 1991. Citado por Ferreira 1997).
- se ha producido un incremento en la demanda por energía del sector agrícola (Pomfret 1992. Citado por Ferreira 1997).
- existe una gran preocupación sobre los efectos a largo plazo sobre la estrecha base genética de las variedades de altos rendimientos (Pomfret 1992. Citado por Ferreira 1997).

No obstante, a la fecha la resistencia al cambio favorece que los principales elementos de la Revolución Verde sigan siendo utilizados en el desarrollo de las políticas agrarias nacionales e internacionales, aún cuando el modelo de producción ha sido incapaz de satisfacer la demanda de alimentos, de superar la pobreza de los productores rurales y de mantener las condiciones naturales en un

estado que permita que en el futuro la población pueda seguir obteniendo materias primas y alimentos.

La implementación del modelo tecnológico especializado, representa ya una limitante sobre todo para los países industriales (por los altos costos energéticos y ecológicos que conlleva), a la vez que ha desencadenado innumerables problemas sociales y ambientales (Toledo 1993). Al respecto Dent (1994 citado por Ferreira 1997) menciona que: "los impactos de deterioro social son irreversibles, mientras muchos impactos medioambientales son costosos de corregir". Es así, que actualmente, dada la aplicación inadecuada e irracional del modelo especializado, se manifiesta una problemática socioeconómica y ambiental que al interactuar de manera conjunta constituyen la crisis actual de la agricultura en los países en desarrollo.

La preocupación central ahora es encontrar maneras de aumentar la productividad y eficiencia de las unidades agrícolas mientras se minimiza los efectos en el ambiente ecológico y socioeconómico. Sin embargo, si bien es cierto que los problemas mencionados radican en la necesidad de alimento para la población también lo es que el problema no puede resolverse por un enfoque tecnológico reduccionista (UNDP 1992).

De esta manera la Agricultura Sustentable se plantea como una alternativa de esperanza y sobrevivencia, alimenticia y económica.

3.2.2 Agricultura Sustentable

Al mantenerse el concepto de desarrollo sustentable en un alto nivel de generalidad, surgen confusiones al momento de querer aplicarlo en sectores o actividades específicas. En el caso de la agricultura se manejan más de una veintena de definiciones referidas particularmente a la sustentabilidad agrícola (Maserá 1999). Sin embargo, en este trabajo se retoman aquellas que

proporcionan elementos de análisis.

En 1988, tomando como base la definición del Reporte Bruntland sobre desarrollo sustentable, el Consejo de la FAO definió la Agricultura y Desarrollo Rural Sostenibles (ADRS) de la siguiente manera:

"...el manejo y conservación de la base de los recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de tal manera que asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Este desarrollo (en los sectores agrícola, forestal y pesquero) conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable."

En 1991, en la Conferencia FAO/Países Bajos sobre agricultura y medio ambiente, se obtuvo la *Declaración de den Bosch y Plan de Acción para una Agricultura y un Desarrollo Rural Sostenibles (ADRS)*, en esta declaración se obtuvieron 3 objetivos esenciales para el logro de la ADRS:

1. Seguridad alimentaria
2. Empleo y generación de ingresos en las zonas rurales para la erradicación de la pobreza y.
3. Conservación de los recursos naturales y protección del medio ambiente.

Estableciendo que la ADRS debe abarcar cuatro criterios fundamentales:

1. Seguridad alimentaria: Atender los requisitos nutricionales de generaciones presentes y futuras.
2. Equidad: Ofrecer empleo duradero, ingresos suficientes y condiciones dignas de vida y de trabajo para los agricultores.
3. Responsabilidad: En la utilización de los recursos y ordenación ambiental,

esto es mantener y cuando sea posible aumentar la capacidad productiva de la base de los recursos renovables.

4. Capacidad de recuperación: Reducir la vulnerabilidad del sector agrícola frente a los factores naturales y sociológicos adversos y otros riesgos y fomentar la autosuficiencia.

Para Venegas y Siau (1995) la agricultura sustentable es un modo de producción agrícola que intenta obtener producciones sostenidas en el largo plazo. Esto a través del diseño de sistemas de producción agropecuarios que utilicen tecnologías y normas de manejo que conserven y/o mejoren la base física y la capacidad sustentadora del agrosistema.

Por su parte Steenblik, Maier y Legg (1997) mencionan que la agricultura sustentable es aquella que, por tiempo indefinido, puede suministrar los bienes y servicios que se le demanda a costos ambientales y económicos socialmente aceptados.

Para De Zeeuw (1998) la sostenibilidad en la agricultura es un concepto dinámico, relacionado con la capacidad de adaptación, adecuación y renovación de un sistema respecto a cambios internos y externos, que es la capacidad que tiene de recuperarse de perturbaciones, lo que depende en gran medida de la capacidad de los campesinos para adaptar y renovar sus técnicas y formas de producción, incluyendo los mecanismos socioculturales que regulan el uso y manejo de los recursos naturales.

De esta manera se puede sintetizar que aunque el término de sustentabilidad presenta muchas variantes, en el contexto de la agricultura comprende en términos generales: la seguridad alimentaria, la responsabilidad en el aprovechamiento de los recursos y la ordenación del medio ambiente, y la resistencia de los sistemas de producción frente a las crisis y desafíos.

No obstante, aunque se tiene claridad de los objetivos planteados por la Agricultura Sustentable, se debe tener presente que ésta no consiste tanto en una estrategia específica de explotación agrícola, sino en un enfoque sistémico que permita comprender complejas interacciones ecológicas, sociales y ambientales en las zonas rurales, siendo entonces un proceso de aprendizaje más que una meta (Pretty 1994). La FAO (1999) agrega que se debe reconocer expresamente, y comprender, la diversidad y singularidad social, económica y ecológica de cada país, región y distrito.

No obstante, el reto actual es ir más allá de las definiciones y mera retórica del enfoque, es decir, se requiere de una definición operativa para la sustentabilidad en el ámbito de la agricultura, aunque no es una tarea fácil, pues como señala Carabias (1993): más allá de la aparente simplicidad de las condiciones que encierra el concepto, se encuentra una notoria dificultad para articular los requisitos productivos, sociales y naturales de la sustentabilidad y para definirla en términos operativos en el área agrícola.

3.2.3 Sistemas agrícolas sustentables.

En base a lo anterior, la sustentabilidad en los sistemas agrícolas está referida a la capacidad del sistema para mantener su productividad a pesar de perturbaciones mayores, tanto económicas como naturales, externas o internas, o también perturbaciones relativamente menores pero continuadas y acumulativas (Bifani 1993).

Salinas (1998) por su parte expone: la sustentabilidad es función de las características naturales del sistema y de las presiones e intervenciones que sobre el se ejercen, dándole énfasis a la resiliencia del sistema y reconociendo la artificialización irreversible de estos sistemas – que son sistemas naturales- como consecuencia de las intervenciones del hombre a lo largo de la historia.

Para (Levins y Vandermeer 1990 citado por Masera 1999) la producción en sistemas agrícolas sustentables está orientada a entender el sistema como un todo, con un énfasis en las metas múltiples de producción, ganancia, reducción de la incertidumbre y de la vulnerabilidad, equidad, protección del ambiente y una flexibilidad de los sistemas a largo plazo.

La mayor parte de los autores enfatizan la necesidad de trabajar con una perspectiva sistémica y de cubrir una multiplicidad de objetivos, ya que en este enfoque los esfuerzos se orientan a optimizar el sistema en su conjunto.

Altieri (1995) menciona que, para enfatizar la sustentabilidad a largo plazo del sistema, se debe impulsar:

- La reducción en el uso de energía, la degradación de recursos.
- El empleo de métodos de producción que restablezcan los mecanismos homeostáticos conducentes a la estabilidad de la comunidad, que optimicen la tasa de reciclaje de materia orgánica y nutrientes, que utilicen al máximo la capacidad de usos múltiples del sistema y que fortalezcan un flujo eficiente de energía.
- La producción local de alimentos adaptados al entorno socioeconómico y natural.
- La reducción de costos y el aumento de la eficiencia y de la viabilidad económica de los pequeños y medianos agricultores, fomentando así un sistema agrícola potencialmente resiliente y diverso.

Desde un punto de vista ambiental, el grado en que un agroecosistema aumenta su sustentabilidad dependerá primordialmente de que en su manejo se consideren los siguientes procesos (Altieri 1987, Reijntjes 1992 citados por Altieri 1995):

- **Disponibilidad y equilibrio de flujo de nutrientes:** ya que la productividad está directamente relacionada con la magnitud del flujo, la inmovilización y la conservación de nutrientes.
- **Protección y conservación de la superficie del suelo:** referido a la utilización de prácticas que minimizan las pérdidas de suelo y que reduzcan el deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. El deterioro físico debido a la compactación y pérdida de estructura producto de las precipitaciones, puede ser igualmente desastroso reduciendo el potencial productivo.
- **Utilización eficiente de los recursos de agua, luz y suelo:** es importante reducir al mínimo las pérdidas debido a los flujos de radiación solar, aire y agua, por medio de un manejo del microclima, del agua y del control de la erosión.
- **Mantenimiento de un nivel alto de biomasa total y residual:** con el fin de sostener la biología del suelo y la productividad animal y vegetal es de vital importancia una fuente alta de carbono que aporte energía y facilite la retención de nutrientes.
- **Preservación e integración de la biodiversidad:** la eficiencia del reciclaje de nutrientes y la estabilidad frente al ataque de plagas y enfermedades depende en gran medida de la cantidad y tipo de diversidad presente, así como de su organización espacial y temporal - diversidad estructural- y en especial de sus interacciones y sinergismos -diversidad funcional-.
- **Explotación de la adaptabilidad y la complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales:** lo cual implica la utilización de variedades y razas autóctonas y rústicas adaptadas a la heterogeneidad ambiental existente y que respondan a un manejo bajo en insumos externos.

Masera (1999) menciona desde el punto de vista socioeconómico que algunos mecanismos básicos para impulsar una agricultura sustentable incluyen:

- La eficientización de los procesos productivos aprovechando los sinergismos entre distintas actividades económicas.
- El fortalecimiento de los mecanismos de cooperación y solidaridad locales, así como la participación efectiva de los involucrados en la generación, puesta en práctica y evaluación de las diferentes alternativas de manejo de recursos naturales.
- La potenciación de las capacidades y habilidades locales, favoreciendo la autogestión mediante procesos de capacitación y educación participativos.
- El mantenimiento de un respeto por las diferentes tradiciones culturales y el fomento de la pluralidad cultural y étnica.

En base a lo anterior y tomando en cuenta los esfuerzos realizados por otros autores (FAO 1994, Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales (GIDSA)1996, Conway 1990), Masera (1999) propone siete atributos básicos que debe cumplir un sistema de manejo de recursos naturales con el fin de ser sustentable, considerando que parten de propiedades sistémicas fundamentales:

1. **Productividad:** Entendida como la capacidad del agroecosistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios. Representa el valor de los atributos -rendimientos, ganancias, etc.- en un periodo de tiempo determinado. Se puede medir como el valor del atributo deseado en el año de estudio o como un promedio en cierto intervalo de tiempo.
2. **Estabilidad:** Se refiere a la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable. Implica que sea posible mantener los beneficios proporcionados por el sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo, bajo condiciones promedio y normales.

3. **Resiliencia:** Es la capacidad del sistema de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves, por ejemplo después de un evento catastrófico.
4. **Confiabilidad:** La capacidad del sistema de mantener su productividad o beneficios deseados en niveles cercanos al equilibrio, ante perturbaciones normales del ambiente.
5. **Adaptabilidad (o flexibilidad):** Es la capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir continuar siendo productivo, brindar beneficios ante cambios a largo plazo en el ambiente (nuevas condiciones económicas o biofísicas). También se incluye la capacidad de búsqueda activa de nuevos niveles o estrategias de producción (capacidad de generación de nuevas opciones tecnológicas o institucionales para mejorar la situación existente). Incluye desde aspectos relacionados con la diversificación de actividades u opciones tecnológicas hasta procesos de organización social, de formación de recursos humanos y de aprendizaje.
6. **Equidad:** Es la capacidad del sistema para distribuir de manera justa tanto intra como intergeneracionalmente, los beneficios y costos relacionados con el manejo de recursos naturales.
7. **Autodependencia (autogestión)** Es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior. Se incluyen los procesos de organización y los mecanismos del sistema socioambiental para definir endógenamente sus propios objetivos, sus prioridades, su identidad y sus valores.

Algunos aspectos importantes que deben considerarse para los atributos antes señalados son:

- Tomar en cuenta tanto las propiedades intrínsecas del sistema como sus propiedades y relaciones estructurales, estas últimas refieren a la estructura de las relaciones entre el sistema y el ambiente u otros sistemas. Se recalca el aspecto de que un componente del sistema puede depender de sus interrelaciones con otros elementos del sistema (por ejemplo la pendiente de un terreno podría considerarse no sustentable; considerándolo en forma aislada, pero incorporándole algunas acciones humanas de manejo agrícola puede ser sustentable) y de igual manera un sistema de manejo puede ser sustentable bajo ciertas condiciones, aún si algunos de sus componentes no lo son (GIDSA 1996, citado por Masera 1999).
- Estos atributos se han definido para que en su exploración se conciban los sistemas de manejo como un todo, es decir considerando aspectos sociales, económicos y ambientales o tecnológicos.
- Aunque los atributos bien son útiles para tener una visión más clara sobre la sustentabilidad, no agotan los elementos del debate sobre desarrollo sustentable, particularmente desde el punto de vista social.

En base a lo anterior, Masera (1999) determina que los sistemas de manejo sustentable son aquellos que permitan:

- Conseguir un alto nivel de **productividad** mediante el uso eficiente y sinérgico de los recursos naturales y económicos.
- Proporcionar una producción **confiable, estable (no decreciente) y resiliente** a perturbaciones mayores en el transcurso del tiempo asegurando el acceso y disponibilidad de los recursos productivos. el

uso renovable, la restauración y la protección de los recursos locales, una adecuada diversidad temporal y espacial del medio natural y de las actividades económicas y mecanismos de distribución del riesgo.

- Brindar flexibilidad (**adaptabilidad**) para amoldarse a nuevas condiciones del entorno económico y biofísico, por medio de procesos de innovación y aprendizaje, así como del uso de opciones múltiples.
- Distribuir equitativamente los costos y beneficios del sistema entre diferentes grupos y generaciones involucradas, asegurando el acceso económico y la aceptación cultural de los sistemas propuestos.
- Poseer un nivel aceptable de **autodependencia (autogestión)** para poder responder y controlar los cambios inducidos desde el exterior, manteniendo su identidad y valores.

El Cuadro I resume los atributos centrales de sistemas agrícolas sustentables y ejemplifica los criterios de diagnóstico usuales que se asocian con cada uno de ellos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 1
RELACION ENTRE LOS ATRIBUTOS DE LOS SISTEMAS DE MANEJO SUSTENTABLES Y
LOS CRITERIOS DE DIAGNOSTICO
(Masera 1999)

ATRIBUTO	CRITERIOS DE DIAGNOSTICO USUALES
Productividad	Eficiencia Retornos promedio obtenidos (rendimientos) Disponibilidad de recursos
Estabilidad, confiabilidad, resiliencia	Tendencia y variación del retorno promedio Calidad, conservación y protección de los recursos Diversidad biológica y económica del sistema Relación entre los ingresos del sistema y los costos de oportunidad Mecanismos de distribución del riesgo (seguros economía moral)
Adaptabilidad	Rango de opciones técnica y económicamente disponibles Capacidad de cambio e innovación Fortalecimiento de los procesos de aprendizaje y capacitación
Equidad	Distribución de costos y beneficios entre participantes/ grupo objetivo Democratización del proceso de toma de decisiones Evolución de los empleos generados
Autodependencia (Autogestión)	Participación Dependencia de insumos y factores externos Organización Control sobre el sistema y la toma de decisiones (económico político)

3.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA

Se presenta una visión general de lo que se entiende por agricultura, que si bien se tiene claro su objetivo, las definiciones seleccionadas rescatan aspectos esenciales y brindan importantes elementos de análisis. En el tema anterior se expusieron los atributos que en base a propiedades sistémicas, se proponen para catalogar a los sistemas agrícolas como sustentables, no obstante, en la mayoría de los trabajos se pasa por alto, se omiten o bien se tratan de manera muy somera, los principios básicos que caracterizan a los sistemas agrícolas, se exponen aquí estos aspectos con la finalidad de tener una visión clara y precisa de su funcionamiento, cuestión indispensable para entender la sustentabilidad.

3.3.1 Breve conceptualización de la agricultura.

En un término muy general la agricultura es la actividad del hombre que implica el uso deliberado de la tierra para el cultivo de plantas y animales comestibles considerándola como el arte de producir con la naturaleza bienes y servicios (Spedding 1979). El que un animal o una planta determinados se consideren como agrícolas depende fundamentalmente de que den lugar a productos o servicios útiles para la sociedad.

Otras definiciones de interés son:

"La Agricultura consiste en esforzarse por colocar a la planta cultivada en las condiciones óptimas de medio (clima y suelo) para obtener el máximo rendimiento en cantidad y calidad" (Diehl y Box 1982).

"La Agricultura es el arte de obtener del suelo, conservando su fertilidad, el máximo aprovechamiento" (Ibid).

"La Agricultura es el arte de extraer del suelo, mediante el cultivo y de una forma más o menos permanente, el máximo de producción con el mínimo de gastos y esfuerzos" (A. Chevalier citado por Diehl y Box 1982).

El medio, considerado en su sentido más amplio, comprende el estudio del clima, del suelo, de los seres vivos susceptibles de perjudicar o ayudar a la planta cultivada en su crecimiento -medio biológico- y del medio económico. En base a estos conceptos, el arte del agricultor consiste en establecer relaciones armoniosas entre los factores de que dispone, medio y cultivos (Ibid).

Por otro lado, la Agronomía es definida como: "la ciencia o conjunto de conocimientos técnicos, económicos y sociales que, aplicados a la agricultura, permiten mejorar el aprovechamiento de sus recursos" (INCA/RURAL 1982).

Los conceptos son amplios, sin embargo se debe tener presente que la agricultura es una actividad muy compleja y diversa, que funciona como un sistema de diversos fenómenos y procesos fuertemente interconectados en una estructura de relaciones. Por tanto, debe abordarse no sólo como la suma de sus elementos, sino como un complejo o sistema que a su vez se encuentra inmersa en otros sistemas más amplios.

El desarrollo agrícola de una región depende primordialmente de la conjunción de dos factores: los ambientales y los socioeconómicos, aunque la mayoría de los autores sostienen que las condiciones socioeconómicas son las que determinan el grado de desarrollo de una región, se debe tener presente que no se trata de excluir ninguno de los dos factores sino comprender cual es la influencia de ambos en la conformación del desarrollo agrícola, ya que ni los factores ecológicos ni los socioeconómicos por si mismos son suficientes para explicar el fenómeno agrícola.

Por una parte es claro el papel fundamental que juegan los factores ambientales en el desarrollo de la agricultura, ejerciendo una influencia decisiva sobre lo que es agrícolamente posible producir, y siendo imprescindibles medios de producción como la tierra, el agua, los animales y las plantas, por lo que concretamente los recursos naturales son factores de la producción, y no puede ignorarse la importancia que revisten en términos de la productividad y estabilidad de los sistemas agrícolas, aspectos fundamentales en términos de sustentabilidad. Sin embargo, también es cierto que la creciente especialización e intensificación agrícola ha favorecido que se tienda a disminuir el papel de estos recursos, principalmente el suelo, al que se le considera más como un medio al que se le pueden añadir los nutrimentos necesarios para la producción de la cosecha, que como recurso propiamente dicho (Spedding 1979).

No obstante, por sí misma la naturaleza no crea ni desarrolla ningún tipo de agricultura, sino que el hombre al pertenecer y desenvolverse dentro de un conjunto de relaciones sociales, modifica y transforma el medio ambiente acorde a los intereses del sistema social y económico, por tanto la naturaleza sólo crea las condiciones cuyo uso mejor o peor, dado por el trabajo y el capital, limita en cierto grado las actividades que son practicables en un sitio dado, sin embargo los factores socioeconómicos condicionan cuáles actividades son posibles de desarrollar. Con esto, no se trata de desdeñar el papel que ejercen las condiciones naturales sobre la agricultura sino enfatizar que su influencia siempre estará condicionada por los factores sociales y económicos.

En este sentir, la productividad en la agricultura es una variable dependiente de un gran número de variables de carácter tanto natural como socioeconómico, no es precisamente un don de la naturaleza sino el resultado del estilo de desarrollo de la actividad agrícola a través del tiempo. Una naturaleza prodiga facilitará indudablemente el desarrollo agrícola pero el que este se lleve a cabo o no depende en gran medida de las condiciones socioeconómicas (González 1999).

La agricultura por tanto, debe considerarse como un sistema de índole económico-social y como tal debe abordarse para su estudio, sin dejar de considerar que efectivamente en ella intervienen elementos de otra índole, como los físicos, químicos y biológicos, pero son los elementos de carácter social los que impregnan de su carácter al sistema en su conjunto.

Es así que la agricultura es una actividad productiva que forma parte del proceso productivo de la sociedad y, que de acuerdo a la especificidad de las condiciones del entorno, y al grado de desarrollo social que determina el tipo de relación que se da con la naturaleza, se expresan diferentes tipos de agricultura o sistemas agrícolas de producción. El desarrollo del conjunto de sistemas agrícolas, sus nexos internos, y sus relaciones con el exterior, en un medio geográfico determinado, constituyen el fenómeno agrícola en su expresión y desarrollo reales (Ibid).

3.3.2 Definición de Sistemas Agrícolas.

Un sistema agrícola se puede definir como aquel sistema que tiene por lo menos uno de sus componentes u objetivos con dimensión agrícola.

En los sistemas agrícolas los ecosistemas constituyen unidades funcionales conformados por elementos bióticos y abióticos, en los que se llevan a cabo diversos procesos de interdependencia, regulación, reproducción y evolución y toda vez que en el ecosistema original el hombre encuentra los elementos básicos para utilizarlos en beneficio propio, lo transforma y modifica para la obtención de productos vegetales, animales o forestales, sustituyendo los reguladores naturales por mecanismos artificiales, dependientes del trabajo humano, es decir, establece un plan de manejo, cuya aplicación permite la conformación del sistema agrícola.

Los sistemas agrícolas se desarrollan en asociación con un medio natural, social, económico y cultural, en un lapso de tiempo y en un lugar determinado, por tanto,

la oportunidad, los medios y la manera en que cada práctica agrícola es realizada, dependerá de múltiples circunstancias. En su proceso general, persiguen simultáneamente diversos objetivos intermedios, pero el objetivo principal del sistema siempre responderá a necesidades de interés social - incluyendo esto la autosubsistencia- y de interés económico.

Podemos considerar entonces que un sistema de producción agrícola es un tipo de agricultura, una modificación del ambiente donde se dirige por medio de un plan de manejo, el uso, la administración y organización de los elementos que lo conforman en función de un determinado objetivo u objetivos que responden a un interés social y económico, sus características serán resultado de la reacción humana ante las condiciones ambientales, operativas y económico-sociales del entorno, dando como resultado una gran diversidad de tipos de agricultura o sistemas de producción agrícola. No obstante, la conformación de los sistemas agrícolas también se ve fuertemente influenciada por el proceso desigual de oportunidades, recursos y conocimientos derivados del propio estilo de desarrollo, que a su vez se ve presionado por distintos patrones de producción y consumo (Hernández 1997).

Los sistemas agrícolas por tanto, deben considerarse y abordarse también como hechos económico-sociales y no simplemente sistemas ecológicos modificados.

3.3.3 El enfoque de sistemas y la producción agrícola.

En el desarrollo de la ciencia moderna, para conocer, aprehender e intervenir la naturaleza, se ha utilizado el enfoque cartesiano-reduccionista, el cual divide y subdivide la realidad en partes independientes entre sí, cada una de las cuales pasa a constituir unidades elementales de investigación. De esta manera, la ciencia, a través de un método de investigación reduccionista, plantea aproximarse a la comprensión de los procesos observados (Venegas 1995).

El método científico aplicado a las ciencias naturales se ha desarrollado basado principalmente en un enfoque analítico, que busca aislar las partes o componentes y estudiarlos en forma individual sin tener en cuenta las relaciones existentes entre las partes, reduciendo los fenómenos complejos en sus componentes básicos dejando de lado las posibles interacciones que puedan existir. El predominio de estas corrientes llevó a la separación de los problemas en clases menores y a un nivel creciente de especialización (Ferreira y Cardozo 2002).

Al respecto Von Bertalanffy (1968) citado por Venegas (1995), plantea que la aplicación del procedimiento analítico de investigación, que caracteriza al enfoque reduccionista, sólo es pertinente de ser aplicado cuando:

- la interacción entre las partes constituyentes del objeto sea igual a cero, o que el grado de interacción sea tan bajo y débil, que pueda ser despreciada en términos analíticos,
- las relaciones que describen el comportamiento de las partes sean lineales,
- los procesos parciales pueden ser superpuestos para obtener el proceso total.

Estos enfoques demostraron ser inadecuados para la resolución de problemas complejos donde intervienen e interactúan un gran número de variables y componentes. La explicación de estos fenómenos a través de sus comportamientos sólo se puede describir si se incluye en el análisis al entorno que los rodea y sus relaciones y complejidades internas (Op. cit), lo cual es por demás importante al tratar con sistemas agrícolas, los cuales se caracterizan por ser altamente complejos y establecer relaciones estrechas entre sus componentes, lo que elimina la posibilidad de la aplicación de un estudio reduccionista para explicar los fenómenos que ocurren en el sistema de interés.

Así, mientras existe y prevalece una corriente que intenta explicar el comportamiento de los fenómenos que se observan, reduciéndolos a unidades o

subunidades independientes y autónomas unas de otras, se plantean también, enfoques que incluyen a la totalidad de lo estudiado.

En este sentir y en oposición al enfoque reduccionista surge la Teoría General de Sistemas -Ludwig von Bertalanffy 1956-, como una manera diferente y más eficiente para analizar los problemas complejos. El enfoque sistémico alienta a examinar cómo las cosas están interaccionadas, interconectadas, interrelacionadas o de alguna manera se controlan entre sí, de forma que no se puede comprender o descubrir un solo componente a menos que se le ubique en el contexto en el cual opera. El todo emerge como algo diferente de la simple suma de sus partes (Ibid).

Para la aplicación de esta teoría además de comprender qué se entiende por sistema, se requiere conocer cuáles son los principios que los rigen, para ello se exponen a continuación algunas definiciones básicas:

Sistema

En cuanto a las definiciones de sistema, no existe una definición única. Para Hart (1985) un sistema se puede definir como: "un arreglo de componentes, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas entre sí, de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo". García (2002) lo define como: "un todo o conjunto constituido por diversos elementos que interactúan unos con otros y se influyen mutuamente". Para Venegas (1995) un sistema es: "un arreglo de componentes físicos o relacionados en forma tal que forman y actúan como una unidad y un todo, y que tienen un objetivo".

Otra definición posible es: "sistema es la parte del universo objeto de nuestro estudio e implica un complejo de factores que están interrelacionados, implica interacción entre esos factores e implica que un límite conceptual se puede definir alrededor del complejo como un límite a su anatomía orgánica" (en base a Dent y Anderson, 1974; Mahan, 1968 citado por Ferreira y Cardozo 2002).

Sinergia

Este concepto refiere a que la conducta de la totalidad de un sistema en estudio no puede explicarse por el exámen de una, o incluso de todas las partes que lo constituyen, es decir que la suma de las partes es diferente al todo. Siendo fundamental conocer las partes y componentes de la unidad y comprender sus interrelaciones, con el fin de aproximarnos a su comprensión.

Por lo tanto, si un objeto de estudio posee dentro de sus características la sinergia, como es el caso de los sistemas agrícolas, el enfoque de análisis reduccionista será incapáz de explicar su comportamiento. Si no se considera esta simple afirmación el proceso de conocimiento o investigación puede conducir a errores graves e inevitablemente a fracasos (Siau, 1993 citado por Venegas 1995).

Recursividad

Esta definición refiere a que todo sistema está compuesto a su vez por otros sistemas menores -subsistemas-. Asimismo, el sistema en estudio puede ser parte de un sistema mayor y entonces pasa a constituirse también en un subsistema.

Jerarquía

Un sistema jerárquico es aquel que se encuentra compuesto por otros sistemas -subsistemas- interrelacionados, cada uno de los cuales es a su vez jerárquico respecto a los otros, hasta alcanzar algún nivel inferior de subsistema elemental.

Esta definición implica la idea de niveles, que son ocupados por sistemas ó subsistemas, y donde los de más abajo están contenidos en los de niveles superiores (Venegas 1995).

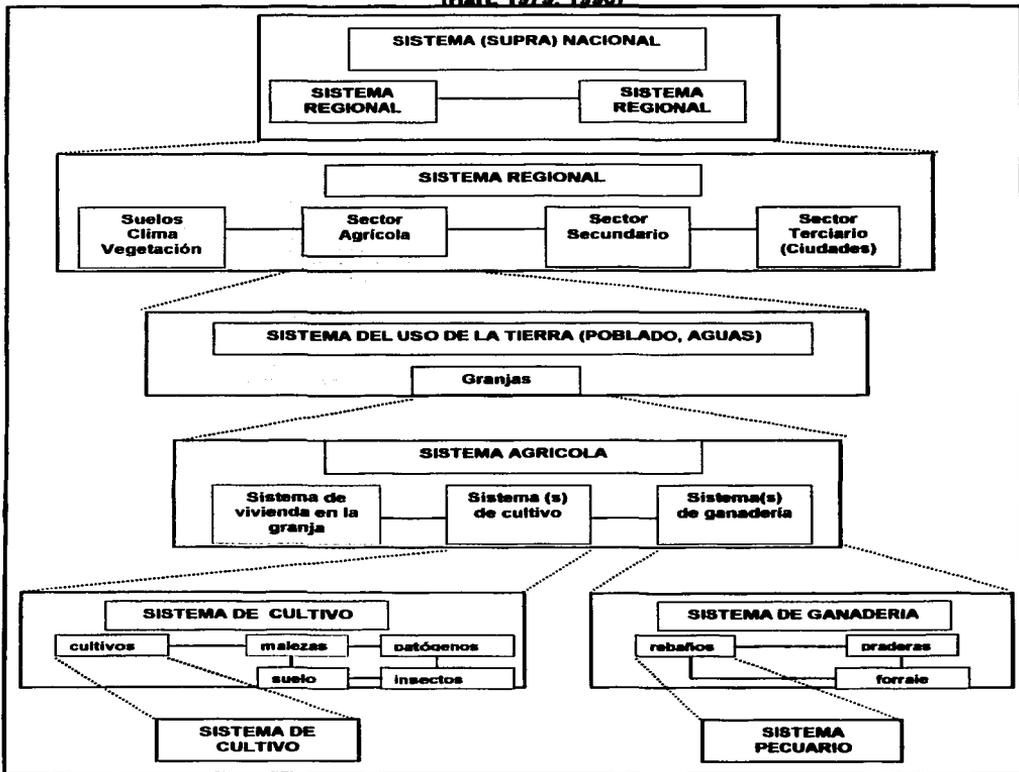
Estos dos últimos conceptos son importantes en el campo agrícola, ya que cualquier estímulo que se inicia en el nivel superior debe necesariamente continuar en el nivel que le sucede (Johansen, 1985). Esto exige considerar las relaciones relevantes que existen entre el sistema de producción y el entorno que actúa sobre él (Fig. 2).

Sin embargo, para el estudio de un objeto de interés, se deben considerar las relaciones que se establecen tanto entre sus componentes como entre éstos y los componentes que se ubican en niveles vecinos, superior e inferior, ya que si se incluyen o consideran elementos, relaciones y eventos que ocurren en niveles jerárquicos lejanos, se hará más complejo el análisis y puede poner en riesgo el éxito de los objetivos planteados (Op.cit)

Por otra parte en todo sistema es posible distinguir **subsistemas**, los cuales son sistemas más pequeños contenidos en sistemas superiores, constituyen cada una de las partes de un sistema, están formados por un conjunto de interrelaciones estructurales y funcionales que los vinculan directamente con el sistema mayor y poseen sus propias características. Son grupos de componentes que están relacionados de una manera altamente integrada y que operan con sustancial independencia del resto (Spedding 1979).

Sin embargo, no todos los componentes de un sistema pueden ser considerados y tratados como subsistemas. Al respecto, Valderas (1988) indica algunas funciones que debieran cumplir las unidades para ser consideradas sistemas o subsistemas, y aunque ésta descripción es muy amplia y un tanto teórica, es de utilidad ya que nos orienta acerca de los roles que les corresponden a los subsistemas para ser considerados como tales:

FIGURA 2
RECURSIVIDAD Y JERARQUÍAS EN SISTEMAS AGROPECUARIOS
(Hart, 1979, 1990)



Fuente: Venegas 1995

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

1. **Función de Producción:** Relacionada con el uso de los recursos y su transformación en productos, con la mayor eficiencia posible. Para el caso agrícola, esta función estará dada por la producción vegetal, animal y de subproductos agropecuarios.
2. **Función de Apoyo:** Provee al sistema de los insumos necesarios para el cumplimiento del proceso de producción. Además, exporta los productos al medio con el fin de volver a ingresar los insumos necesarios. Es decir, relaciona al sistema con su medio ambiente.
3. **Función de Mantenición:** Permite que los elementos del sistema permanezcan dentro de él y se comporten dentro de rangos que no amenacen su sobrevivencia.
4. **Función de Adaptación:** Encargada de que el sistema actúe adecuadamente frente a los continuos cambios provocados por el medio ambiente.
5. **Función de Dirección:** Encargada de la coordinación de las funciones y de la toma de decisiones, para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Por otro lado, Venegas (1995) considera que un subsistema necesariamente debe ser viable, es decir, tener la capacidad de adaptación y de sobrevivencia en un medio de permanente cambio, el concepto de viabilidad puede ser considerado también como un criterio más para determinar si un elemento es o no un subsistema.

Al respecto Beer (1973) señala que un sistema es viable, si cumple con tres características básicas:

1. Ser capaz de autoorganizarse, o sea, mantener su estructura y ser capaz de modificarlas de acuerdo a las necesidades o estímulos.
2. Ser capaz de autocontrolarse, es decir, poder mantener el valor de las variables fundamentales dentro de límites de normalidad para el sistema.

3. Tener un grado de autonomía suficiente, o un cierto grado de libertad e independencia que permita mantener las variables fundamentales.

3.3.3.1 Límites y relaciones internas del sistema.

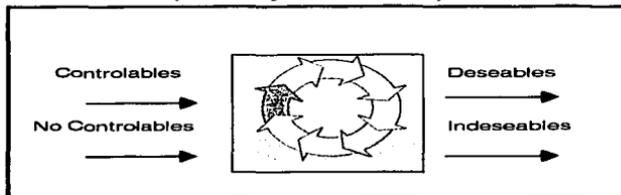
Al no contar los sistemas y subsistemas agrícolas con una delimitación como tal de manera física, se hace necesario establecer un límite conceptual al sistema en estudio como un límite a su anatomía orgánica, sin embargo la determinación de los límites se torna compleja, ya que es difícil aislar los elementos y los aspectos propios de los subsistemas al existir un permanente intercambio y relaciones con el medio externo y con otros subsistemas. Sin embargo, para la definición territorial de un sistema, se pueden utilizar los siguientes criterios: el macrosistema que lo contiene y los subsistemas que lo componen. Esto significa definir al objeto de estudio en relación a su medio y a sus componentes, lo cual recalca la importancia de que, para conocer un sistema productivo, hay que conocer las relaciones con su entorno y su funcionamiento interno (Op. cit).

Otro criterio de ayuda para la definición de los límites se encuentra en el concepto de sinergia-organización. A través de éste, podemos definir y establecer cuáles son los elementos, subsistemas, factores y relaciones que son posibles de eliminar sin que se afecte, altere o elimine la organización que caracteriza al funcionamiento del sistema en cuestión (Berdegué, 1984). Otro punto relevante a considerar al momento de delimitar los límites del sistema en estudio es que todos los factores que puedan ser utilizados por quien toma decisiones sean incluidos (Ferreira y Cardozo 2002). La definición de los límites por tanto requiere de un esfuerzo importante de buen criterio y sobre todo de conocimiento del sistema.

A través del límite del sistema hay dos diferentes conjunto de variables (Fig.3):

- Controlables de entrada/salida
- No controlables de entrada/salida del sistema.

FIGURA 3
VARIABLES DE LOS SISTEMAS AGRICOLAS
(Ferreira y Cardozo 2002)



En cuanto a las **relaciones** que se producen entre los subsistemas, son esencialmente de dos tipos: de intercambio o de transferencia. Destacando al menos dos tipos de relaciones, las relaciones de **complementariedad**, donde los subsistemas se complementan en el uso de los factores, y las relaciones de **competencia**, en la cual los subsistemas compiten por el uso de factores limitantes (Op.cit).

La definición de los límites y la identificación de las relaciones fundamentales en los sistemas agrícolas, permite identificar y definir las subunidades donde interesa priorizar los esfuerzos de investigación y trabajo. De igual manera ayuda a identificar las relaciones relevantes que ocurren entre cada componente y determinar cuáles son las que podemos potenciar internamente de manera sinérgica en función de los objetivos propuestos.

3.3.3.2 Funcionamiento del sistema

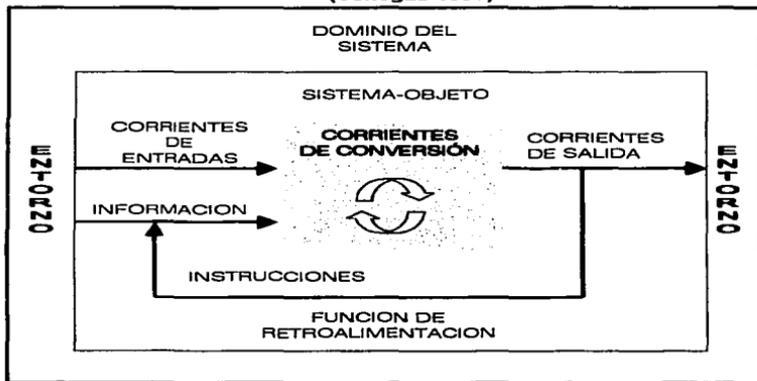
Por otra parte, todo sistema tiene una estructura, definida por los componentes y el arreglo espacial entre éstos, y una **función** o comportamiento, dada por los flujos que entran y salen del sistema (Ibid).

Johansen (1979), conceptualiza el funcionamiento de un sistema a través de la descripción de elementos o característica que se dan en él:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

1. Corrientes de Entrada: Representa la importación de energía al sistema (materiales, recursos financieros, recursos humanos e información).
2. Proceso de Conversión: Representa la transformación de la energía ingresada en energía de producción, en función de los objetivos planteados.
3. Corrientes de Salida: Representa la exportación que el sistema hace, a través de un producto, hacia el medio externo.
4. Comunicación de Retroalimentación: Es la información que indica cuán diferente es la conducta que desarrolla el sistema, respecto a los objetivos propuestos, y que es introducida nuevamente al sistema con el fin de hacer las correcciones necesarias para la consecución de objetivos (Fig. 4).

FIGURA 4
FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA
(Venegas 1995)



De esta manera, tomando en cuenta que la **complejidad** de un sistema está determinada por el grado y cantidad de interacciones entre las partes y subsistemas y el grado de variedad de los mismos (Venegas 2002), los sistemas de producción agrícola son entonces altamente complejos, por el alto número de variables participantes en el proceso y sus múltiples interrelaciones.

Por otra parte es importante tomar en cuenta que, los sistemas agrícolas, como sistemas ecológicos, no pueden actuar más allá de los límites que les imponen los procesos fisiológicos que ocurren dentro de sus componentes y subsistemas. Estos, a su vez, están limitados por la competencia con otros componentes y por las características del entorno exterior (Hart, 1979; 1990). Asimismo se debe considerar que la variación es una de las principales características de los sistemas biológicos sobre los que se basa la agricultura.

Con base a lo anterior es posible afirmar que el comportamiento de las unidades de producción agrícola corresponde a un funcionamiento de carácter sistémico; Venegas (1995) lo engloba en los siguientes enunciados.

1. Las unidades de producción presentan objetivos globales, es decir, objetivos sistémicos.
2. Tiene sinergia y organización.
3. Poseen características recursivas.
4. Tienen jerarquía.
5. Tienen estructura y funcionamiento.
6. Presentan interrelaciones y vinculaciones entre los componentes, los subsistemas, y el sistema global.
7. Tienen permanencia en el tiempo.

Los sistemas agrícolas -que son sistemas abiertos- presentan otra característica importante: la **homeostasis**; un sistema homeostático es un sistema abierto que mantiene sus funciones y estructura a través de una multiplicidad de equilibrios dinámicos rigurosamente controlados por la regulación de mecanismos interdependientes. La homeostasis permite que el sistema reaccione ante cambios imprevistos, a través de una serie de modificaciones de igual magnitud en la dirección opuesta a aquellos que generaron el cambio (Ferreira y Cardozo 2002). El objetivo de esas modificaciones es mantener los equilibrios internos, lo cual a su vez nos permite comprender que el deterioro del sistema agrícola sólo puede aminorarse mediante un mecanismo regulador que tenga variedad suficiente para bloquear tantas perturbaciones externas como aparezcan (Maserá 1999).

Por otro lado, dada su capacidad de reaccionar con el ambiente los sistemas agrícolas se clasifican como **reactivos**, ya que pueden presentar un tipo de comportamiento diferente en ambientes diferentes y, de **establecimiento de metas**, ya que pueden cambiar de meta en condiciones ambientales constantes o seguir la misma meta en ambientes diferentes (Op. cit). Por tanto se puede establecer que nada es constante en la agricultura más que el cambio. Los sistemas agrícolas por tanto, presentan un **funcionamiento dinámico**, ya que se encuentran constantemente respondiendo a cambios internos y externos, cambiando evolutivamente sus atributos básicos.

En resumen, los sistemas agrícolas por su naturaleza y conformación, cuentan con un funcionamiento sistémico, son complejos, abiertos y adaptativos, y al interactuar con su ambiente resultan en una evolución continua.

Ahora bien, para alcanzar los objetivos definidos para cada unidad productiva, y para que éstos se logren con la mayor economía y eficiencia en relación a los recursos, los modelos de transformación que se propongan deben tratar de cumplir y conjugar algunos **atributos sistémicos**, características generales que definen la estructura y funcionamiento de cada sistema en particular. Al respecto, Gastó (1979) plantea tres atributos:

1. **Balance:** Establece que un sistema está balanceado si sus componentes están presentes en cantidades relativas adecuadas para la consecución de las metas.

Este atributo se puede representar en el concepto de diversidad-estabilidad. Es decir, para poder tener una mayor estabilidad tanto técnica (productiva, sanitaria) como económica a nivel predial, es importante, por ejemplo, balancear los componentes animales y cultivos dentro del sistema, y aprovechar así los beneficios recíprocos de sus interrelaciones.

2. **Armonía:** Indica si un sistema está funcionando en forma sincronizada o no, es decir, si existe un ritmo adecuado entre los diversos procesos o eventos que se producen en el ámbito de acción predial.
3. **Estilo:** Señala si el sistema se está desarrollando, o no, en favor del logro de los objetivos. Es decir, si su estructura y funcionamiento son tales que hacen factible la materialización del proyecto trazado por el productor.

Por otra parte, se deben considerar, además, atributos del comportamiento del sistema que reflejen su totalidad, tales como la productividad, estabilidad, sustentación y la relación entre éstos.

1. **Productividad:** representa una medida de la cantidad de producción por unidad de superficie, trabajo invertido o insumos utilizados. Generalmente, es medida en cantidad anual de productos, y representa la eficiencia de uso de los insumos en el proceso de transformación (Conway, 1986).

De esta manera, se puede establecer que uno de los objetivos que debiera alcanzar todo proceso de producción es producir el máximo de productos invirtiendo el mínimo de esfuerzo económico y/o energético, lo que en su acepción más general Toledo (1987 citado por Venegas 1995) denomina **Eficiencia de un**

Sistema Productivo, que es la relación entre los productos –salidas- y los insumos –entradas- que se invierten en un determinado proceso productivo.

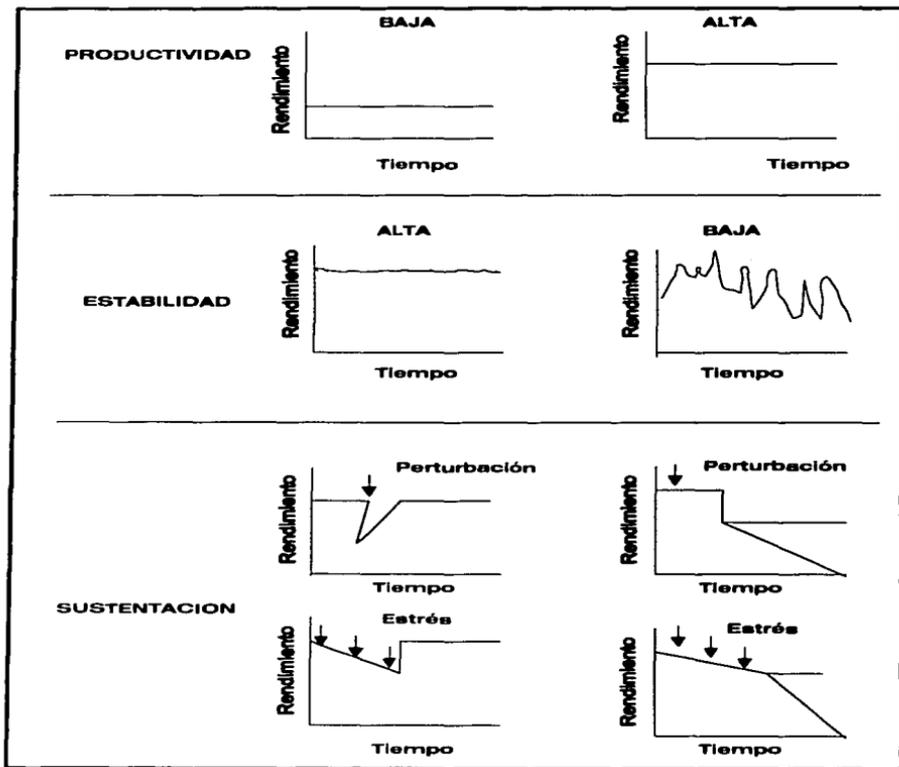
2. **Estabilidad:** Es la constancia de la producción agropecuaria bajo las condiciones ambientales, económicas y prácticas de manejo. Al respecto, Harwood (1979 citado por Venegas 1995) señala que la estabilidad puede ser analizada desde el punto de vista económico y del manejo.

- Estabilidad de manejo: Relacionada con la posibilidad que tiene el productor de seleccionar aquellas técnicas, prácticas o estrategias agropecuarias que apunten a contribuir a la constancia de la producción global a través del tiempo, tales como rotaciones de cultivos, diversidad de cultivos, incorporación de cultivos adaptados localmente, balance entre producción animal y vegetal, etc.
- Estabilidad económica: Relacionada con la capacidad que tiene el agricultor de conocer y manejar información económica relacionada en algún punto con su proceso productivo. Señala también la capacidad que tiene el sistema de responder a las variaciones permanentes del mercado, sin deteriorar su nivel de generación de ingresos económicos en periodos determinados.

3. **Sustentación:** Representa la habilidad de un sistema para mantener su nivel de producción en el tiempo, conjugando las características socioeconómica del agricultor y las restricciones ambientales, frente a presiones de estrés -disturbio regular, continuo y permanente- ó perturbaciones -disturbio poco frecuente e impredecible- (Conway, 1986).

La Figura 5 representa los conceptos de productividad, estabilidad y sustentación en niveles altos y bajos. Desde una concepción sistémica óptima, los sistemas de producción agropecuarios deberían alcanzar los niveles más altos posibles de producción, estabilidad y sustentación en el tiempo.

FIGURA 5
ATRIBUTOS DEL COMPORTAMIENTO SISTÉMICO.
 (Conway, 1986)



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Con lo anterior se observa que los elementos de la agricultura sustentable, y más particularmente los referidos a los sistemas agrícolas, no son nuevos en sí mismos, se trata más bien de una adecuación de conceptos dirigidos básicamente a conseguir la eficiencia de este tipo de sistemas.

3.3.4 Conceptualización y descripción de los sistemas agrícolas.

Toda vez que se conocen las características más esenciales de los sistemas agrícolas y los principios que los gobiernan, la conceptualización y descripción del sistema en estudio, nos permitirá comprender el funcionamiento de un sistema en particular.

La conceptualización de cualquier sistema agrícola, puede entenderse como la representación clara y precisa de sus aspectos generales, Speding (1979) señala que deben considerarse mínimamente los siguientes parámetros para este paso:

- **Objetivo:** Propósito para el que se ha diseñado el sistema;
- **Límites:** Qué está dentro y que está fuera del sistema;
- **Contexto:** Entorno externo en el que opera el sistema;
- **Componentes:** Componentes principales que se relacionan para formar el sistema;
- **Interacciones** entre los componentes;
- **Recursos:** Componentes internos del sistema que se usen con este fin;
- **Aportes** usados por el sistema procedentes fuera de él;
- **Productos o realizaciones** principales deseados;
- **Subproductos** útiles aunque incidentales.

Lo que se busca en sí es una visión general de lo que es básico a todos los sistemas o a un amplio grupo de ellos. La manera más sencilla de conceptualizar los sistemas de manejo es mediante la utilización de diagramas. La Figura 6 es una forma sencilla de visualizar el concepto de un sistema agrícola, aunque en la mayoría de los sistemas agrícolas la complejidad es mucho mayor. La Figura 7 por su parte, muestra como un sistema puede estar conformado por diversos subsistemas, así como la relación que guarda con otros sistemas del entorno, colocando como parte central al proceso de toma de decisiones, tema que se abordará más adelante.

Como se mencionó, el proceso dentro del sistema conduce a condiciones nuevas, resultantes de las condiciones anteriores y las entradas. Las salidas, por lo tanto, son una función de las entradas y del proceso que tiene lugar dentro del sistema. Lo importante es conocer el efecto del cambio en uno u otro de los componentes sobre la salida. Las interacciones entre componentes son las conexiones importantes dentro del sistema pudiendo ser de diverso tipo y son las que brindan el tejido o la trama del sistema-denominada también estructura o conjunto de relaciones del sistema (García 1992 citado por Masera 1999).

Asimismo, un aspecto fundamental que debe considerarse como parte del sistema, por la importancia intrínseca que reviste dentro de los mismos es la obtención de beneficios, que es una condición esencial en tales sistemas, pues aunque una empresa o unidad agrícola produzca sus productos o utilice sus recursos de una manera eficiente, no funcionará por mucho tiempo a menos que sea viable desde el punto de vista financiero. Un óptimo biológico no siempre significa un óptimo económico. La importancia de la obtención de beneficios en la agricultura es tan grande que no puede hacerse ninguna consideración útil sobre el tema sin tenerla en cuenta (Spedding 1979).

FIGURA 6
CONCEPTUALIZACIÓN DE UN SISTEMA AGRÍCOLA
(Speding 1979)

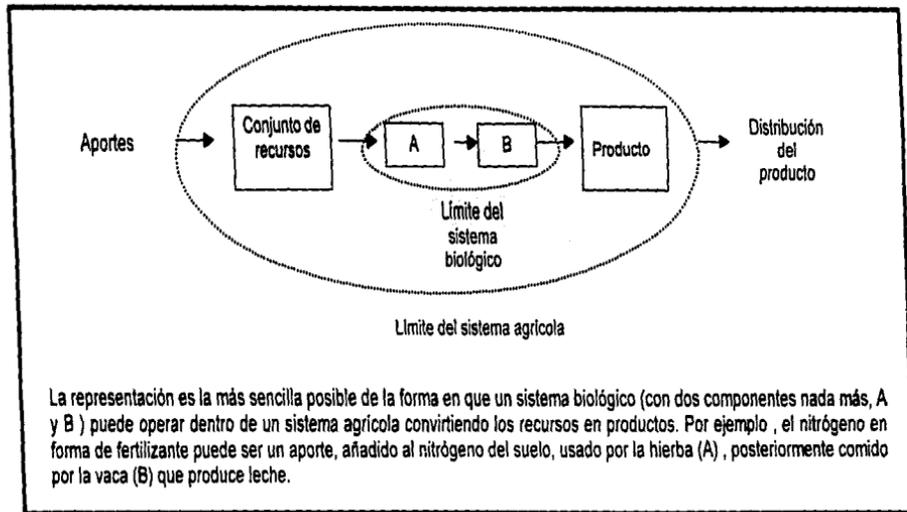
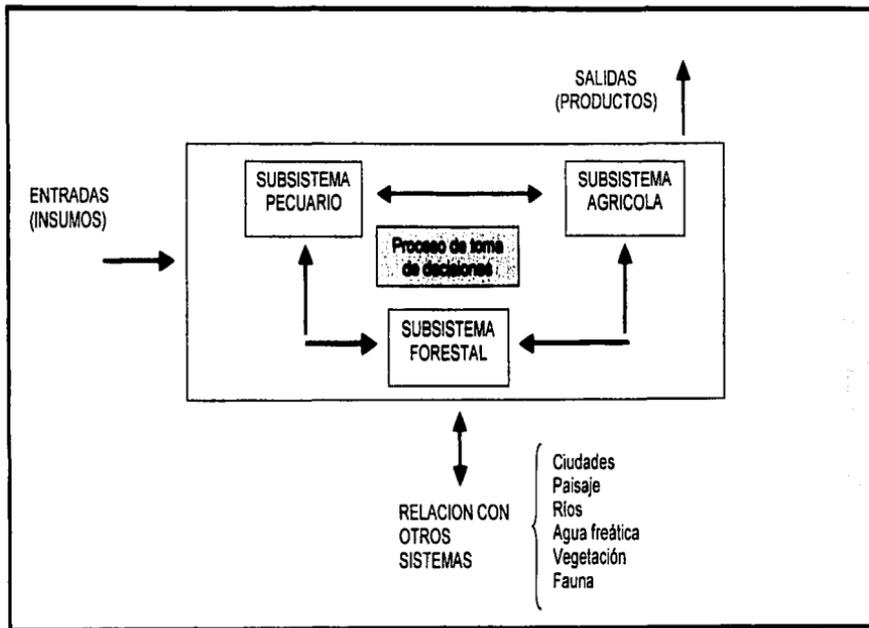


FIGURA 7
ESTRUCTURA GENERAL DE UN SISTEMA DE MANEJO
(Masera 1999)



TESIS CON
FALTA DE...

En cuanto a la descripción o caracterización de los sistemas agrícolas, el propósito principal es comprender el funcionamiento del sistema en particular, el Cuadro II propuesto por Masera (1999), es una propuesta útil para este paso. La cantidad de detalles que se deben incluir en las descripciones variará con el propósito de la misma, pero, en términos generales, se deben incluir características esenciales y excluir los detalles triviales.

El sentido de comprender un sistema de producción agrícola, está en relación con el objetivo que debe cubrir, al respecto Spedding (1979) señala que cualquier sistema puede haberse construido para cubrir diferentes objetivos en distintos momentos, en diferentes sitios y por gente distinta por lo que en su estudio, descripción y comprensión se deben tener en cuenta estas cuestiones. Agrega, que el propósito inmediato de un sistema puede ser evidente, por ejemplo, producir vacas, pero el objetivo de la producción de vacas -carne, dinero, o creación de puestos de trabajo-, puede tener una influencia dominante sobre los detalles del mismo.

Asimismo, cualquier apreciación completa de un sistema agrícola deberá incluir una evaluación económica, por lo que es necesario incluir todo lo que contribuye a los costos o beneficios.

**CUADRO II
PRINCIPALES DETERMINANTES PARA CARACTERIZAR A LOS AGROECOSISTEMAS
(Mazera 1999)**

DETERMINANTES	DESCRIPCIÓN
BIOFÍSICAS	Clima Suelo, vegetación original y características fisiográficas
TECNOLÓGICAS Y DE MANEJO	<p>Tipo de especies y principales variedades manejadas: cultivos agrícolas, manejo forestal y pecuario</p> <p>Organización cronológica, calendario, frecuencia, sucesión de cultivos y arreglo espacial (monocultivo, policultivo)</p> <p>Prácticas de manejo (tipo, calendario) Tecnología empleada (manual, mecanizada, tracción animal, mixta)</p> <p>Manejo de suelos: prácticas de preparación (tipo de labranza) y fertilidad (fertilización química, abonos orgánicos, mixto)</p> <p>Manejo de insectos plaga, arvenses y enfermedades: manejo integral de plagas (MIP), uso de plaguicidas, control biológico, labores culturales</p> <p>Subsistema de cultivos: p. Ej. Cultivo anual en rotación, policultivos, etc.</p> <p>Subsistema pecuario: ganadería extensiva, intensiva, estabulación, pastoreo libre, tipo de regeneración (natural o plantación)</p> <p>Sistemas agro-silvo-pastoriles (tipo de conexiones entre los subsistemas)</p>
SOCIOECONÓMICAS Y CULTURALES	<p>Características de los productores y unidad de producción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel económico • Etnia • Objetivo en la producción (subsistencia, ingresos, ambos) • Escala de producción (tamaño de la unidad productiva) • Tipo de unidad (familiar empresarial, mixta) • Número de productores que constituyen la unidad de análisis <p>Características de la organización para la producción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de organización (comunitaria, ejidal, ONG, unión de crédito, cooperativa, empresa, etc.)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

De esta manera, en términos generales, los componentes de un sistema agrícola son físicos -suelo, clima, parcela de cultivo-, biológicos -plantas, animales, microorganismos- socioeconómicos y culturales -familia, unidad de producción, etnia-. Las entradas y salidas son todos los flujos de productos materiales, energía o información hacia el interior o exterior del sistema -insumos, dinero, maíz-.

No obstante la importancia que revisten las descripciones se debe tomar en cuenta que la mayoría solamente resumen el sistema a lo largo de un periodo de tiempo, pero no tienen el factor tiempo en cuenta y por tanto comunican una imagen muy estática, si consideramos que la operación de un sistema agrícola es esencialmente un conjunto ligado de procesos y el tiempo suele ser de importancia crítica (Spedding 1979).

La descripción del sistema exige una gran cantidad de conocimiento sobre él y sobre la forma en que funciona, por lo que se debe profundizar el nivel del sistema hasta donde sea posible, mientras sea operativo y manejable. La caracterización de los sistemas además de permitirnos conocer su funcionamiento, nos permitirá agrupar a los sistemas agrícolas que muestren similitudes, a partir de un grupo de características comunes biofísicas, económicas, sociales, culturales y técnicas, y con ello delimitar dominios de recomendación o conocimiento.⁵

3.3.5 El proceso de la toma de decisiones.

En la mayor parte de los países, son los campesinos, la población de los bosques y los pescadores los responsables de la mayoría de las decisiones sobre la utilización de los recursos por lo que los agricultores, sus familias y las

⁵ Se define dominio de recomendación como un grupo de productores con prácticas de manejo y producción similares para los cuales se pueden elaborar recomendaciones similares para todo el grupo. La identificación de estos dominios de recomendación puede ayudar a orientar más adecuadamente las acciones de investigación y extensión hacia grupos de productores con problemáticas y demandas tecnológicas similares (Ferreira y Cardozo 2002)

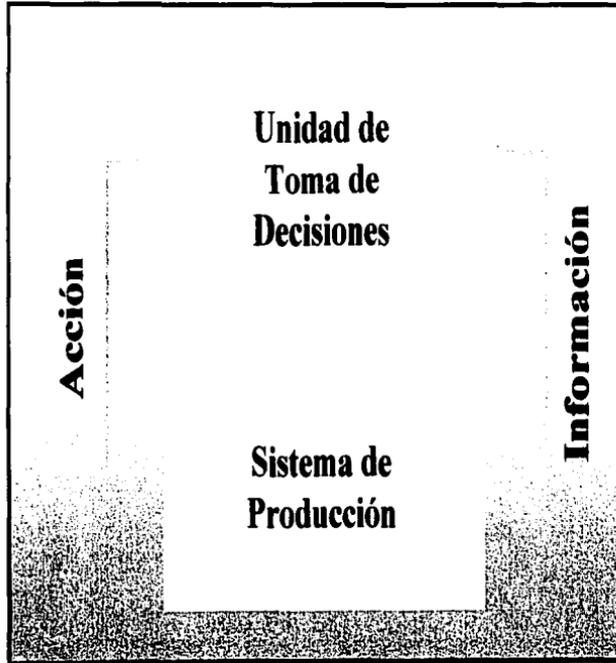
comunidades rurales son parte integral de los sistemas de producción. Según Ferreira y Cardozo (2002) se han realizado diversos estudios que demuestran que el principal factor que explica el bajo nivel de adopción de nuevas tecnologías es la falta de entendimiento por parte de la comunidad científica del proceso de toma de decisiones a nivel predio, ya que el modelo lineal de investigación y transferencia de tecnología, ignora el conocimiento rural, su creatividad y las principales fuentes de información que apoyan el proceso de toma de decisiones en el manejo de la unidad de producción (Röling 1993 citado por Ferreira y Cardozo 2002).

Reconociendo la necesidad de una mayor integración de los agricultores en el complejo de investigación-extensión, hoy es reconocido que los sistemas agrícolas en América Latina y Europa son sistemas de producción que están fuertemente influenciados por el hecho de ser empresas familiares (Corcoran y Dent.1994; Errington y Gasson 1994; Alonso y Pérez Arrarte1982, et. al). No obstante, las decisiones a nivel unidad de producción son fuertemente afectadas por el contexto socioeconómico (Dent, McGregor y Edward-Jones 1994, et. al).

Por tanto, la toma de decisiones en los sistemas agrícolas, es un proceso que está influenciado por un amplio conjunto de factores y que es cíclico, es decir que las decisiones tomadas por el productor no son estáticas, sino que forman parte de un constante proceso de retroalimentación (Fig. 8).

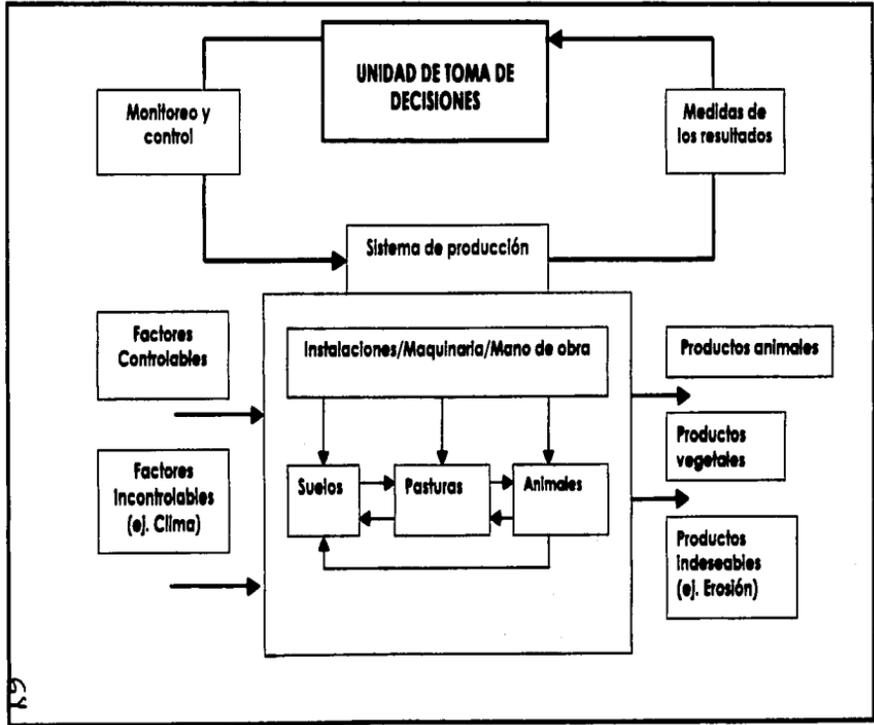
El proceso de toma de decisiones es un proceso complejo que requiere de un enfoque sistémico para su mejor comprensión, lo cual conlleva a incorporar en su estudio todos los elementos que influyen sobre una decisión o una respuesta dentro de los límites definidos para el sistema (Fig.9).

FIGURA 8
PROCESO GENERAL DE LA TOMA DE DECISIONES
(Ferrelra y Cardozo 2002)



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 9
SISTEMA DE PRODUCCION/DECISION
(Adaptado por Ferreira en base a Sorensen y Kristensen, 1992)



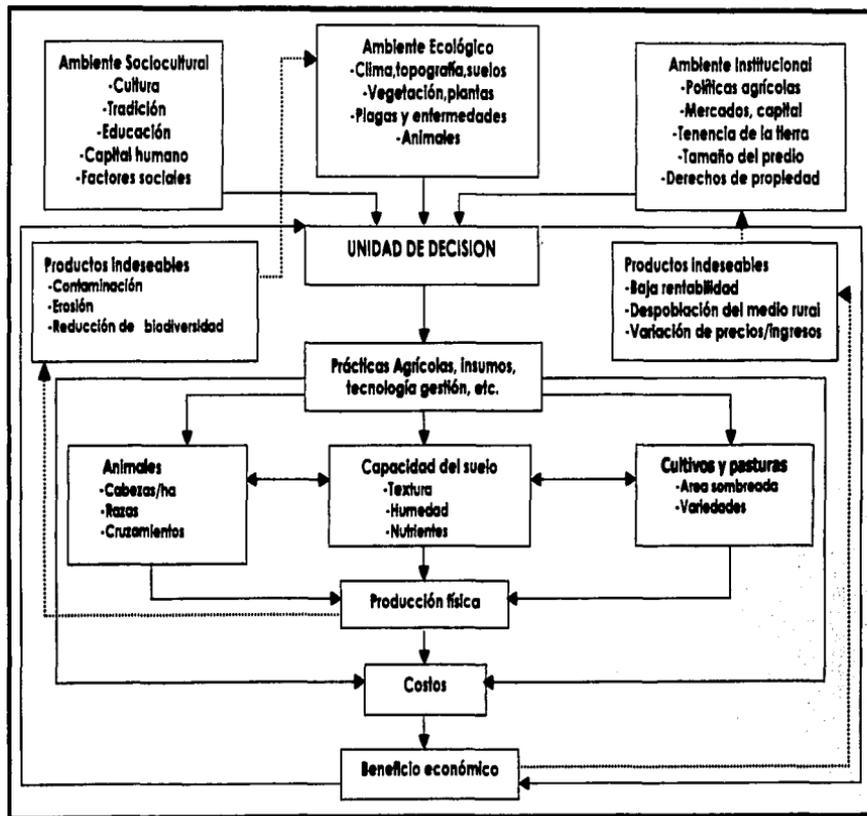
TESIS CON
FALLA DE ORIENTACION

3.3.6 Complejidad de los sistemas agrícolas.

Podemos recalcar entonces que los sistemas agrícolas son ante todo sistemas muy complejos por lo que no es factible el concebir al sistema de producción en aislamiento, sino que debe ser entendido en su dinámica interna y ubicado con precisión dentro del ámbito en que se desenvuelve (Fig.10).

El estudio de un sistema de producción agrícola no se restringe a un cultivo y a su manejo, el correcto entendimiento del funcionamiento y evolución de los sistemas agrícolas requiere la consideración simultánea de los componentes ambientales, técnicos y socioeconómicos, de su ubicación en los ejes tiempo, espacio y cultura, y de su análisis a diferentes escalas, parcela, unidad de trabajo, unidad de producción y región (Chapela 1978, Hernández 1981, Muench,1982 y Parra et al 1983/84 citados por González 1990).

FIG. 10
 COMPLEJIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION/DECISION
 (Adaptado por Ferreira 1977 en base a Diaz Bordenave 1977)



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4. ANALISIS Y DISCUSIÓN

Ante los precarios resultados obtenidos con la implementación del actual estilo de desarrollo, donde sólo una minoría ha sido beneficiada, con una brecha cada vez más grande entre ricos y pobres, ha quedado evidenciado no solo la incapacidad del modelo para que una gran parte de la humanidad satisfaga sus necesidades más elementales, como lo es vivienda y alimento sino también la carencia de una voluntad legítima, en todos los sectores por emprender acciones integradoras para poder no sólo frenar sino revertir los impactos y consecuencias que han arrojado los procesos de este modelo, traducidos en un deterioro y agotamiento de los recursos naturales, y en una aguda crisis socioeconómica.

Han transcurrido más de 15 años desde que el enfoque del desarrollo sustentable fue propuesto como una alternativa para evitar un colapso social, económico y ambiental a escala mundial, sin embargo, a la fecha, no se vislumbran resultados palpables que demuestren haber sentado por los menos las bases necesarias para transitar a él. Aunado a lo que establecen Provencio y Carabias (1993), en cuanto a la adopción del enfoque de desarrollo sustentable, se puede agregar que el mismo concepto de desarrollo no ha cambiado, pues si bien existe un reconocimiento de que existe una crisis, económica, social y particularmente ambiental, donde se ha dado gran relevancia a los procesos de degradación, destrucción y desaparición de recursos naturales, falta una adecuada comprensión e interpretación y por ende aplicación del concepto en las grandes esferas, la misma sociedad sigue concibiendo el desarrollo como el alcance de crecimiento económico y de ciertos niveles de vida.

La mayor dificultad quizás radica en que en su concepción original el desarrollo sustentable implica ante todo un concepto ético, englobando actitudes y responsabilidades que debemos asumir con las generaciones por venir, pero que no son sencillas de asimilar, implicando en sí la redefinición de la relación hombre-

naturaleza y por tanto un cambio en el mismo proceso civilizatorio, situación nada fácil de consolidar.

La aparente simplicidad del concepto, encierra una alta complejidad pues la necesidad de compaginar los aspectos social, ambiental y económico y los distintos intereses manejados en cada una de estas esferas hace que el logro del desarrollo sustentable resulte una tarea muy grande ya que los tres aspectos deben recibir una consideración equilibrada, y es evidente que aún existen muchos obstáculos y limitantes, principalmente de carácter económico de los cuales dependen las posibilidades reales de su aplicación.

El concepto de desarrollo sustentable ha sido adoptado por visiones y marcos conceptuales dispares, lo que ha provocado que se adopten visiones equivocadas del mismo, pues el aparente consenso mundial se ha traducido más en la implementación de estrategias de tipo correctivo que acciones transformadoras, pretendiendo que el proceso hacia este tipo de desarrollo se logre, simplemente modificando las instituciones y el marco sociopolítico en general, pero sin alterar el estado actual del estilo de desarrollo. Ha quedado evidenciada la incapacidad para comprender el significado real del enfoque, el concepto ha sido reducido a clichés y banderas políticas, empleándose de manera inconsistente tanto por los gobiernos como por la misma sociedad, manejándose de acuerdo a la conveniencia e intereses de los distintos actores involucrados. Como bien establece Leff (1995 citado por Salinas 1998) estas evasivas del enfoque no han tenido otro fin más que afianzar el modelo neoliberal, promoviendo la sustentabilidad como un mecanismo extraeconómico para la explotación del hombre y la naturaleza. La consideración de la conservación y el uso responsable de los recursos se ha traducido en un factor de competitividad a nivel mundial que se ha generado a la par de otras tendencias relacionadas con la protección ambiental, como la globalización e integración de mercados y la adopción de normatividad ambiental de aplicación global. La certificación de procesos pasa a

ser una forma de competitividad, una estrategia de control económico, más que de protección ambiental.

Lo cierto es ninguna de estas trayectorias nos conducirán espontáneamente a la sustentabilidad y de no modificarse radicalmente el patrón de desarrollo en sus pautas de crecimiento económico, tendremos pocas bases de sustentabilidad en el futuro.

El desarrollo sustentable no es un modelo a seguir ni una meta a alcanzar, es un enfoque que si bien en su conceptualización es impreciso, establece principios normativos, ciertas condiciones deseables cuyo incumplimiento permite calificar al desarrollo como no sustentable. Es un proceso de cambio y por tanto las metas no pueden ser estáticas sino que se redefinen constantemente como consecuencia de los cambios en los procesos sociales y su interacción con el ambiente, por tanto se requiere adecuar el enfoque a la realidad particular de cada localidad y región.

En el caso de la agricultura, puede considerarse la actividad económica más estrechamente ligada al medio ambiente, el cual no sólo cumple la función de fuente de recursos naturales, sino también de receptor de efluentes y residuos y soporte de actividades, asimismo, partiendo de su concepción más amplia que contempla la silvicultura, la ganadería y pesca y en su caso las correspondientes actividades iniciales y finales del proceso productivo, se hace evidente el papel transcendental que juega dentro de las iniciativas que se tomen a favor de un desarrollo sustentable. Por sí mismos, los productores agrícolas son administradores de una parte significativa de los recursos naturales con los que cuenta la humanidad. Los sectores agrícola y pesquero no sólo desempeñan funciones trascendentales para el suministro de alimentos, sino que junto con el sector silvícola son fuente de materias primas para la industria, y un gran número de personas viven de estos sectores.

La agricultura por tanto resulta un factor clave en el proceso del desarrollo sustentable al ser tanto usuaria de recursos naturales como proveedora de servicios ambientales, lo cual a su vez, provoca que se vea fuertemente afectada por las exigencias a veces contradictorias del desarrollo y la protección ambiental, pues el crecimiento de la misma se hace necesario pero también se ha puesto de manifiesto que la capacidad de absorción del medio está siendo sobrepasada y que se verá más amenazada si se siguen intensificando los actuales métodos de producción agrícola.

En este sentir, la agricultura sustentable, parte de la necesidad de brindar una alternativa a la actual crisis por la que atraviesa la actividad agrícola, caracterizada no sólo por la degradación y contaminación de los recursos base sino por una aguda problemática económica y social dentro del sector rural, ya que el modelo derivado de la Revolución Verde, a pesar de los resultados impresionantes que en su momento arrojó, también sobrelleva los problemas de equidad y los fracasos para conseguir la estabilidad y la sustentabilidad de la producción, ha quedado claro que estos problemas han agotado las posibilidades de ser resueltos con ajustes tecnológicos, se requiere un enfoque igualmente revolucionario, pero muy distinto en su estilo conceptual y operacional, pues los impactos derivados de la aplicación de la técnica por la técnica, que pasó por alto las características particulares de cada región, y la irracionalidad en su aplicación son las causas principales de los impactos negativos ahora evidenciados.

Ante esta situación, no está en duda la necesidad de desarrollar técnicas agrícolas acordes a las condiciones ambientales, a las necesidades de producción y a las consideraciones socioeconómicas, puesto que se requiere garantizar una producción alimentaria suficiente y adecuada para sostener y satisfacer las necesidades de la población actual y futura, lo cual implica la necesidad de preservar, conservar y restaurar las condiciones del entorno.

Sin embargo, la búsqueda de la sustentabilidad en la agricultura, es un proceso hasta ahora poco comprendido en su naturaleza y por lo tanto deficientemente aplicado. El término se usa de una manera indiscriminada, pero no se comprende, la agricultura sustentable se acepta ampliamente como una meta que debe incorporarse en las políticas y en los diseños de proyectos, provocando que el concepto se haya convertido en una moda, y virtualmente todo aquello que se perciba como bueno o benigno se acoge como agricultura sustentable, pero el generalizado y amplio uso de la palabra no implica que se esté avanzando en sentido correcto, ni siquiera que se esté avanzando, por el contrario, el uso constante y generalizado del término puede llegar a vaciarlo de contenido.

En la actualidad existe un incremento en la demanda internacional de productos agropecuarios obtenidos mediante procesos de menor impacto ambiental y más sanos, lo cual necesariamente repercute en las decisiones a tomar en las unidades de producción, notándose visibles amenazas para la competitividad de aquellos que no cuenten con la capacidad de insertarse en este mercado, de esta manera, la sustentabilidad en la agricultura se ha traducido en un parámetro de calidad, lo cual al no ser algo directamente observable en el o los productos finales, se cataloga como sustentable o no dependiendo de los procesos empleados, es decir se trata de entrar a una certificación de procesos, como parámetro de competitividad, perdiendo con ello la objetividad del enfoque.

En este contexto, es frecuente la confusión entre componentes de una agricultura sustentable y la sustentabilidad del sistema propiamente dicho, el empleo de abonos verdes, el control biológico, el uso de un compuesto orgánico, son componentes importantes en una propuesta de agricultura sustentable, pero el empleo aislado de cualquiera de ellos no es garantía de sustentabilidad al sistema que las emplea, el dejar de usar insumos externos o contaminantes en los sistemas de producción no garantiza la renovabilidad de una zona, ya que en el proceso de degradación influyen otros factores que al menos en el corto plazo no cambiarán. Los factores antes mencionados se han englobado en las ahora

denominadas Agricultura Orgánica, Biodinámica, Biointensiva, Alternativa etc., las cuales corren el riesgo de convertirse en paquetes tecnológicos, que si bien tienen sus bondades, no atacan el problema de raíz, sólo tratan de resolverlo. En la mayoría de los casos se parte que la aplicación de sus técnicas brindarán espontáneamente los mismos resultados para todos los sistemas (situación que se sabe es causa también de los impactos negativos del modelo especializado), dejando de lado un factor de vital importancia: el conocimiento del funcionamiento del sistema y de las interrelaciones de sus elementos cuya errada comprensión pueden hacer fracasar estas alternativas al igual que los sistemas convencionales. Prevalece aún una visión estrecha enfocada sobre las causas que afectan la producción por lo que la superación del factor limitante aún con insumos alternativos, sigue siendo el objetivo principal.

Por tanto, la sustentabilidad en la agricultura no se reduce solamente a la adopción de tecnologías alternativas, es todo un proceso que garantice su permanencia y evite la degradación de los recursos base. No consiste tal como lo plantea Pretty (1994) en una estrategia específica de explotaciones agrícolas, sino más bien en un enfoque sistémico, que permita comprender las complejas interacciones tanto ecológicas, como sociales y ambientales de las zonas rurales, siendo entonces un proceso de aprendizaje más que una meta. Sin embargo, la dificultad de percibir claramente el problema debido al enfoque reduccionista aun prevalece.

Por otro lado, considerando los puntos centrales del enfoque de la agricultura sustentable se advierte que sus elementos no son nuevos en sí mismos, el enfoque refiere a los fundamentos de la agronomía y de la agricultura como disciplina y arte respectivamente, en cuyos términos manejados por Diehl y Box, A. Chevalier, INCA/RURAL (1982) está implícito el mejoramiento en el aprovechamiento de los recursos y la obtención del máximo rendimiento en calidad y cantidad. Los agricultores por su parte siempre han buscado en la labranza y cultivo de la tierra, un beneficio que al menos, sirva para sustentarles y

de ser posible que su sistema les permita producir de manera rentable por mucho más tiempo. De igual manera, la preocupación por el medio ambiente no es nueva en el sector rural, existe una vasta investigación en el estudio de recursos naturales críticos (agua, suelo, genes) así como de los impactos ambientales nocivos como erosión, pérdida de fertilidad, contaminación, etc. A pesar de ello, hasta hace poco no se planteó la necesidad de controlar en forma integral el desarrollo de estas variables, lo cual parecería ilógico si consideramos que es primordial disponer de indicadores que ayuden a evaluar las tendencias que se desarrollan en la calidad del ámbito rural.

Por tanto, no tendríamos que agregar ahora la palabra sustentable a la agricultura si desde un principio nos hubiéramos dedicado a hacer las cosas de manera correcta, teniendo ahora la necesidad de realizar ajustes para que ésta se vuelva ambiental, social y económicamente viable y compatible, aún cuando la interrelación entre estas tres esferas siempre ha existido.

No obstante, el concepto de sustentabilidad es útil al englobar un conjunto de preocupaciones sobre la agricultura, concebida como un sistema económico, social y ecológico, lo cual requiere recalcar que el desarrollo agrícola depende de la interacción de subsistemas biofísicos, técnicos y socioeconómicos, recalcando así la necesidad de abordarla de una manera sistémica en todos sus niveles.

Se pone de manifiesto que el reto actual es encontrar maneras de aumentar la productividad y eficiencia de las unidades agrícolas mientras se minimizan los efectos ecológicos y socioeconómicos, siendo uno de los grandes desafíos, alcanzar desde el nivel de predio, una utilización eficiente de los recursos, lograr maximizar las relaciones de complementariedad entre los componentes del sistema, y mejorar la base biológica y la viabilidad económica y técnica, para ello se hace necesario un entendimiento profundo de la naturaleza de los sistemas agrícolas y los principios que gobiernan su funcionamiento.

Como se expuso, los sistemas agrícolas son abiertos y adaptativos, interactúan con su ambiente manifestando una evolución continua, son dinámicos y altamente complejos por establecer en su interior relaciones estrechas entre sus componentes, por tanto sus metas no son estáticas, sino que se redefinen continuamente como consecuencia de la retroalimentación que se presenta al interior de los mismos. lo cual impide que su estudio y comprensión se logre mediante un estudio reduccionista para explicar los fenómenos que ocurren en el sistema de interés y plantear cambios aplicables y eficaces.

Esta situación la tienen clara Masera y sus colaboradores (1999) cuando propone los cinco atributos generales para evaluar la sustentabilidad en los diversos sistemas de manejo de recursos naturales, ya que parten de propiedades sistémicas fundamentales, no obstante, se debe ser prudente y cuidadoso para el caso de la "equidad" pues si bien es parte fundamental del enfoque no solo de la agricultura sino del desarrollo sustentable, al considerarse como la "capacidad" del sistema para distribuir de manera justa tanto intra como intergeneracionalmente los beneficios y costos relacionados al manejo de recursos naturales, podemos observar la gran complejidad que encierra al momento de intentar medirla en términos de beneficios sociales, sobre todo porque no son los indicadores más desarrollados o abordados en los trabajos agrícolas y porque en ellos intervienen múltiples variables, aún con ello, se reconoce la importancia de considerarla al menos como aspecto cualitativo en el ámbito de la sustentabilidad.

En cuanto a los demás atributos, es evidente que aunque es deseable, en la práctica no es fácil lograr simultáneamente todos en el manejo de los sistemas agrícolas, pues las interacciones entre ellos pueden traducirse en efectos contrapuestos, por ejemplo, cuando el aumento de la productividad se traduce en una menor estabilidad o resiliencia del sistema, o bien, se busca un rendimiento constante y la prevención de la degradación ambiental, pero la primera demanda un nivel de utilización de recursos mientras la protección ambiental requiere un cierto nivel de conservación. La utilidad de la propuesta de Masera radica, en que

estos atributos sirven de indicadores para evaluar el grado de sustentabilidad de un sistema agrícola, sin embargo se debe tener presente que no se pueden aplicar a manera de receta, ya que no existen medidas absolutas de sustentabilidad, se trata más bien de tendencias hacia la sustentabilidad.

En este sentir, la diversidad temporal y espacial tanto natural (Altieri 1995) como económica (Masera 1999), juega un papel primordial, ya que permitirá no sólo aumentar su capacidad de recuperación sino distribuir y aminorar los riesgos en el tiempo, y por tanto deberá buscarse en la mayoría de los aspectos: fuentes de energía, cultivos, tipos de mercado, etc., el desafío es mantener una flexibilidad suficiente que permita una adaptación a los cambios ambientales y socioeconómicos impuestos desde el exterior. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la diversificación debe incorporarse en los sistemas agrícolas que así lo permitan, pues habrá aquellos en los que las actividades mismas del estilo de desarrollo haya alterado, simplificado y degradado los ecosistemas a tal grado que sea casi imposible recurrir a esta alternativa, lo importante es conservar la capacidad dinámica y de recuperación de los sistemas agrícolas para adaptarse a los cambios, más que buscar conseguir una situación estática ideal.

La productividad por su parte dependerá de un gran número de variables tanto naturales como socioeconómicas, pero al menos en el interior del sistema depende en gran medida del balance apropiado entre suelo, cultivos, nutrimentos, luz solar, humedad y sinergismos entre los organismos existentes, por tanto son los propios requerimientos de las plantas y animales del sistema los que definen de cierta manera las condiciones que determinan la sustentabilidad agronómica, (las cuales son relativamente constantes en el tiempo y en el espacio), por ende, la rentabilidad y la conservación del suelo en buen estado de fertilidad, es una condición necesaria para mantener el porvenir de la producción, ya que sin duda el suelo es uno de los fundamentos principales para considerar la agricultura sustentable, al jugar un papel fundamental en el comportamiento del sistema, pues no sólo es el basamento de apoyo de sus componentes y el medio directo de

donde se extraen los nutrimentos, sino que sus características y atributos influyen directa o indirectamente en el comportamiento de otros componentes del sistema, por tanto no solo se debe evitar su erosión o procurar aquellas prácticas que favorezcan su retención o disminuyan su pérdida, sino conocer, comprender y considerar su complejo comportamiento. No obstante hay que reconocer que la misma tendencia de manejo de los sistemas, ha llevado a que a este recurso se le considere más como un medio, al que se pueden añadir insumos, que como recurso propiamente dicho. En este contexto, la sustentabilidad implica necesariamente el reconocimiento de que los ecosistemas, tienen una capacidad para sustentar y mantener la productividad, adaptabilidad y capacidad de renovabilidad de los recursos, y que no pueden ser sobreexplotados más allá de ciertos límites sin provocar desequilibrios e impactos negativos, por ello, la degradación de los recursos naturales, la contaminación y la pérdida de biodiversidad reducen la capacidad de recuperación de los sistemas agrícolas.

Con lo anterior, y considerando las aportaciones de Masera (1999), De Zeeuw (1988), Conway (1994) y Bifani (1993), la sustentabilidad en los sistemas agrícolas, se traduce en: lograr la mayor eficiencia y optimización en todos y cada uno de los procesos que intervienen en el sistema, considerando la conservación y responsabilidad en el uso de los recursos base, el mantenimiento de un nivel por lo menos estable de la productividad (que no decline a lo largo del tiempo dentro de una amplia gama de condiciones), y la reducción de la vulnerabilidad frente a las crisis y desafíos mediante el aumento de la capacidad de adaptación, adecuación y renovación del sistema, es decir su capacidad de recuperación frente a factores naturales y socioeconómicos adversos y otros riesgos. No se pierde de vista la rentabilidad y viabilidad técnica y financiera que necesariamente debe ofrecer para lograr alcanzar el elemento central: el fortalecimiento del sistema agrícola para lograr su permanencia en el tiempo.

Por tanto resulta indispensable el conocimiento y comprensión del complejo funcionamiento y dinámica de los sistemas agrícolas, lo que permitirá determinar

aquellos componentes e interrelaciones donde sea posible incidir para lograr cambios o variaciones que lleven a su optimización integral, así como identificar tendencias, limitaciones, potencialidades, y puntos críticos que favorezcan o atenten contra la sustentabilidad del sistema. El comprender las interacciones permitirá conocer la razón o raíz de los problemas y desbalances presentados, y de esta manera poder resolverlos o recuperarlos, es decir lograr la mayor eficiencia posible. Se trata entonces de comprender procesos, conocer el porqué de las acciones y a dónde me van a llevar. Lo importante es que el productor, una vez conociendo la dinámica de su sistema pueda incidir en su funcionamiento y discernir entre una práctica u otra, tratando de sacar provecho de las características de su sistema más que verlas como limitantes. La comprensión del sistema agrícola incluye el conocer las respuestas que este presenta a perturbaciones del exterior.

Se recalca entonces la utilidad de la Teoría General de Sistemas para la comprensión integral de los sistemas agrícolas ya que por su enfoque holístico permite acercarnos a la comprensión de los eventos más relevantes que se dan en el proceso productivo de estos sistemas, y de esta manera formular en la forma más correcta posible, alternativas técnicas aplicables, que mejoren la producción y eficiencia de transformación de estos sistemas, ampliando así las posibilidades para diseñar mejores opciones de producción a través de su comprensión integral y global.

En este sentir se debe recalcar que aunque sabemos, todos los sistemas agrícolas comparten características fundamentales -abiertos, complejos y adaptativos- estas mismas características implican que cada sistema funcione de manera distinta, por lo que se tiene que interpretar bajo sus propias circunstancias. Habrá principios sobre los cuáles dirigir las estrategias, habrá aquellas que sean válidas para cualquier sistema agrícola, pero otras que deberán enfatizarse según las condiciones y características propias de cada productor, el cual, con la asistencia del conocimiento e investigación científica, le corresponde adaptar a su

explotación aquellas técnicas que le permitan mantener la productividad a lo largo del tiempo y conseguir la permanencia del sistema bajo las directrices de la sustentabilidad, tendrán que intervenir sus facultades de observación y su aptitud en discernir la técnica mejor, es decir, se trata de la aplicación razonada de los conocimientos. Para ello, requiere contar con información veraz, constante y actualizada que sea de utilidad para el manejo agrícola haciendo uso de los avances técnicos y científicos que le permitan prever y reducir riesgos.

Se hace necesario tomar en cuenta todos aquellos factores que intervienen en la toma de decisiones dentro de los sistemas agrícolas, los cambios generados forzosamente deberán brindar un beneficio igual o mayor que el que se obtenía de manera convencional, se debe considerar que muchas acciones podrán ser benéficas ambientalmente, pero en la agricultura se juega con tiempos, por lo que no siempre será pertinente para el productor recurrir a ellas. Cualquier acción a favor de la sustentabilidad no deberá afectar negativamente la productividad.

Por otra parte, se debe considerar que los sistemas agrícolas no existen desconectados, al estar vinculados a través de ciertos niveles jerárquicos, las tendencias en los precios mundiales o en las políticas agrícolas nacionales pueden ejercer influencias poderosas en los manejos agrícolas. Incluso los cambios o alteraciones globales del clima, sequías inundaciones, plagas, y otras calamidades a gran escala, pueden tener un profundo impacto en la producción local. De igual manera, las numerosas decisiones de manejos individuales en la búsqueda de la subsistencia, afectan acumulativamente la producción agrícola de las naciones como un todo.

Estos encadenamientos no son simples, el comportamiento de los niveles más altos en la jerarquía, no se reduce a la suma de comportamientos en niveles más bajos, en la práctica las intervenciones positivas en un nivel, no tendrán necesariamente efectos benéficos en otro, la singularidad de cada sistema de producción en la jerarquía agrícola, significa que la problemática que enfrenta la

agricultura debe ser manejada de manera conveniente en todos los niveles- local, nacional, e internacional. El desarrollo de nuevos sistemas agrícolas a nivel local, deben tomar en cuenta los objetivos nacionales totales, como la necesidad de ganarse los mercados extranjeros, si estos nuevos sistemas se van a adoptar en forma exitosa, por lo que la comprensión y análisis de cada nivel de la jerarquía agrícola, deberá ser correctamente utilizada por cada sistema de producción.

Por ello, se puede establecer que las condiciones que determinan la sustentabilidad social y económica de los sistemas agrícolas están basadas en el conocimiento del comportamiento y tendencias que muestren las políticas de desarrollo las cuales favorecerán o frenarán su desarrollo y de las cuales también se pueden esperar altas fluctuaciones.

De esta manera, resulta evidente que la sustentabilidad de los sistemas agrícolas no se puede reducir a la aplicación de recetas o técnicas específicas, pues si bien existen estrategias que resultan válidas y, se ha aprendido a distinguir sobre las causas y razones de ciertas prácticas, aún no se puede hablar de una certidumbre del resultado a obtener, no existen "leyes de producción agrícola", pues la producción de los sistemas agrícolas está bajo la dependencia de múltiples factores que la mayoría de las veces, resulta imposible reunirlos por reglas simples que no sufran ninguna excepción.

La sustentabilidad de los sistemas agrícolas estará por tanto en función de las características intrínsecas del sistemas (características naturales e intervenciones que sufre debido al manejo establecido) así como de la capacidad del sistema de responder y controlar los cambios inducidos desde el exterior (ambientales, socioeconómicos), los cuales frenarán, posibilitarán o favorecerán el desarrollo del sistema, condición indispensable resulta por tanto, conocer y comprender la dinámica del sistema para poder incidir en él favorablemente. Se debe tener claridad que el propósito de la sustentabilidad no es buscar una situación estática ideal, sino aumentar la capacidad de adaptación, adecuación y renovación del

sistema respecto a cambios internos y externos. En la Fig. 11 se trata de esquematizar los aspectos antes señalados.

El reto sin duda es grande, ya que por una parte aún prevalece una resistencia al cambio y por otro lado aunque sabemos que la sustentabilidad agrícola supone remontar la crisis productiva, superar el rezago social, la pobreza y la desigualdad, la insuficiencia de empleo y el deterioro ecológico, cabría preguntarse si existen las condiciones reales para lograrlo, pues actualmente no se vislumbran en la agricultura cambios importantes que hagan realidad estos conceptos. A esto hay que agregarle, que en la actualidad, el trabajo de la tierra no representa en la mayoría de los casos seguridad y esperanza para los propios productores, el pequeño productor está todavía sometido a una presión cotidiana por la sobrevivencia y no se puede colocar en un antagonismo entre el corto y el largo plazo. Su sostenimiento es más importante que la sustentabilidad del mañana. Es necesario tener claras estas ideas debido a que condicionan cualquier propuesta de conversión o de búsqueda, el monocultivo que siempre lidió con la naturaleza, posee un problema de mentalidad, de lógica y que no es fácil de cambiar.

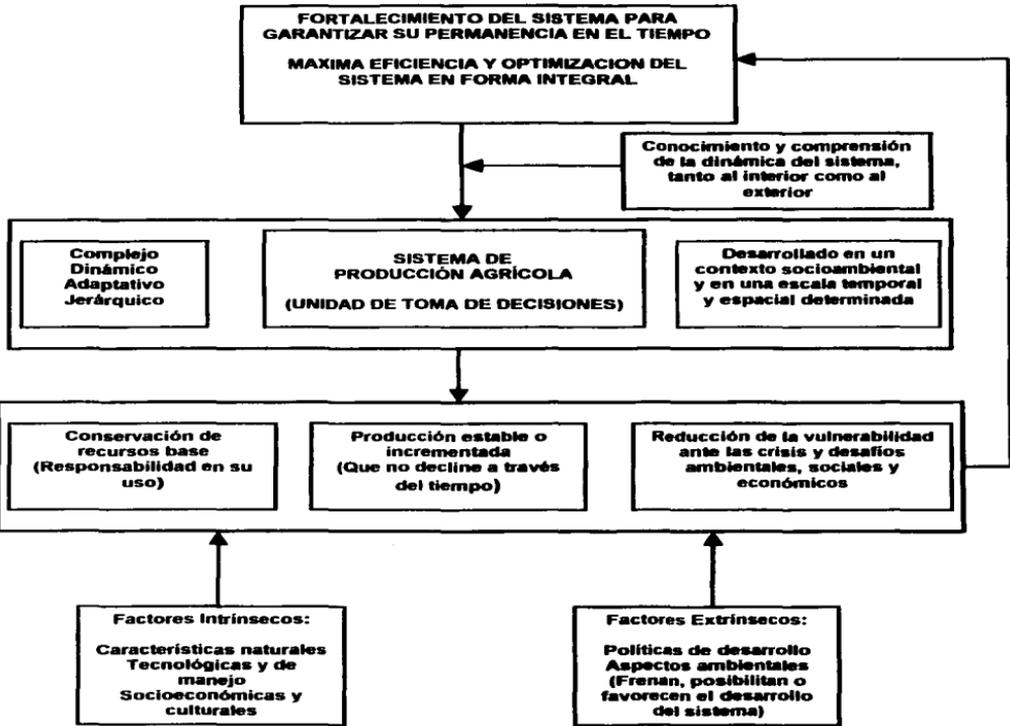
El avance no puede ser eficiente si las disposiciones, tanto agrarias como ambientales, envían mensajes contradictorios, pues hasta el momento el sistema productivo nacional solo se ha enfocado al aprovechamiento, y a menudo hasta la sobreexplotación, de unas cuantas especies, como materias primas o como suministro de alimentos, por lo que mientras no se presenten cambios de fondo en el propio estilo de vida o estilo de desarrollo, se estará supeditado a las reglas que impongan los mercados que finalmente estarán determinadas por las preferencias de los consumidores.

Es preciso reajustar considerablemente la política agrícola, ambiental y macroeconómica, pues la falta de un marco de política nacional coherente para la agricultura y el desarrollo rural sustentables es general. Los planes y programas deben ser realistas y operativos a mediano y largo plazo y por ende dirigidos a

medidas concretas, seguidas del apoyo y la vigilancia de su aplicación. De igual manera este escenario exige profesionistas con una formación integral que permita entender e incidir en las múltiples y complejas relaciones que caracterizan a los sistemas agrícolas de producción.

Finalmente cabe destacar, que el mismo carácter multifuncional de la agricultura le imprime en sí una de las características de mayor importancia para alcanzar la sustentabilidad. La multifuncionalidad, es concebida ya a nivel internacional como un modelo económico y uno de los pilares fundamentales sobre el que se debe apoyar el desarrollo rural futuro.

FIGURA 11
LA SUSTENTABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
AGRICOLA



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

5. CONCLUSIONES

- Los fundamentos de la agricultura sustentable no son nuevos en sí mismos, están referidos en gran medida a las bases agronómicas y a los parámetros que engloba la agricultura misma, retomando esfuerzos importantes sobre la evaluación de la eficiencia en las unidades productivas. La búsqueda de la sustentabilidad en la agricultura es un proceso hasta ahora poco comprendido y deficientemente aplicado, no es una moda, no refiere a buscar una situación estática, es un aspecto dinámico que no se puede reducir a la aplicación de un conjunto de técnicas y/o modelos específicos.
- Por lo anterior no se puede hablar de factores que determinan la sustentabilidad en los sistemas de producción agrícola sino de factores que permiten que estos sistemas tiendan a la sustentabilidad, lo cual dependerá tanto de las propiedades intrínsecas del sistema, como de sus vínculos con el exterior y con otros sistemas. Las condiciones sociales y económicas de su entorno facilitarán o frenarán el desarrollo del sistema. La sustentabilidad en los sistemas agrícolas se traduce en lograr la mayor eficiencia y optimización del sistema de manera integral, considerando la conservación de los recursos renovables, el mantenimiento de un nivel aunque estable de la productividad y la reducción de la vulnerabilidad frente a los retos y desafíos, ambientales, sociales y económicos. El propósito fundamental es lograr el fortalecimiento del sistema y con ello garantizar su permanencia en el tiempo. Para ello se hace imprescindible conocer y comprender la dinámica del sistema agrícola de interés y sus relaciones con el entorno lo cual permitirá identificar tendencias, limitantes, potencialidades y puntos críticos que favorezcan o atenten contra la sustentabilidad del sistema. De esta manera se podrán plantear cambios aplicables y eficaces. La teoría general de sistemas, es una herramienta eficaz para este propósito

- Cada sistema agrícola presenta un comportamiento específico, por lo que se deben tomar en cuenta sus características propias, sus problemas y potencialidades, requiriendo de su análisis y correspondiente interpretación de acuerdo a las realidades del tiempo y de sus actores.
- Se destaca la importancia de la resiliencia y de la diversidad (tanto natural como económica) como atributos esenciales para que los sistemas agrícolas tiendan a la sustentabilidad. Los objetivos y potencialidades deben ir más allá del sólo incremento de la producción por unidad de superficie. La degradación y contaminación de los recursos base y la pérdida de biodiversidad reducen la capacidad de recuperación de estos sistemas.
- Un mejor y mayor entendimiento de los procesos de toma de decisiones como soporte de los sistemas usados en las unidades de producción, coadyuvaría a incrementar tanto la productividad como la sustentabilidad de los sistemas empleados.
- Tendrán que gestarse y desarrollarse cambios importantes en las políticas macroeconómicas y agrarias, para hacer propicias las condiciones de sustentabilidad social y económica.
- El enfoque sistémico que exige el estudio de los sistemas agrícolas, arroja la necesidad de profesionistas con una formación integral, que permita entender e incidir en las múltiples y complejas relaciones que caracterizan a los sistemas agrícolas de producción, para lograr su optimización.

ANEXOS

ANEXO I

Principios de Bellagio

Guías para la Evaluación Práctica del Progreso Hacia el Desarrollo Sostenible

Antecedentes

En 1987, la Comisión Mundial para el Ambiente y Desarrollo (Comisión Brundtland) pidió el desarrollo de nuevas formas para medir y evaluar el progreso hacia el desarrollo sostenible. Este llamado, subsecuentemente tuvo eco en la Agenda 21 de la Cumbre sobre la Tierra de 1992 a través de actividades que van de escala local a global.

En respuesta, corporaciones, ONGs, académicos, comunidades, naciones y organizaciones internacionales han realizado significativos esfuerzos para evaluar el desempeño.

¿Cuál es su uso y quiénes los usuarios?

Estos principios sirven como guías para el proceso de evaluación total incluyendo la elección y diseños de indicadores, su interpretación y comunicación del resultado. Están interrelacionados y deberían ser aplicados en conjunto.

Están pensados para el uso en el comienzo y mejoramiento de las actividades de evaluación de grupos comunitarios, ONGs, corporaciones, gobiernos, e instituciones internacionales.

Consideraciones

Estos principios tratan cuatros aspectos de la evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible.

El Principio 1 trata con el punto de partida de cualquier evaluación, estableciendo una visión de desarrollo sostenible y metas claras que brindan una definición práctica de dicha visión en términos significativos para la unidad de toma de decisiones en cuestión.

Los Principios 2 al 5 tratan con el contenido de cualquier evaluación y la necesidad de combinar un sentido de sistema abarcativo con la focalización práctica sobre temas de prioridad corriente.

Los Principios 6 al 8 tratan con temas claves del proceso de evaluación, mientras que los Principio 9 y 10 tratan con la necesidad de establecer una capacidad continua de evaluación.

1. Visión Guía y Metas

El proceso de evaluación hacia el desarrollo sostenible debe ser guiado por una visión clara de desarrollo sostenible y metas que definan dicha visión.

2. Perspectiva Holística

La evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible debería:

- incluir una revisión del sistema global tanto como sus partes.
- considerar el bienestar de los subsistemas social, ecológico, y económico, su estado, tanto como la dirección y tasa de cambio de dicho estado, de sus partes componentes, y la interacción entre partes.
- considerar las consecuencias positivas y negativas de la actividad humana de un modo que refleje los costos y beneficios para los sistemas humano y ecológico, en términos monetarios y no monetarios.

3. Elementos Esenciales

La evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible debería:

- considerar la equidad y disparidad dentro de la población común y entre generaciones presentes y futuras, tratando con asuntos tales como el uso de recursos, sobre - consumo y pobreza, derechos humanos y el acceso a los servicios como apropiado.
- considerar las condiciones ecológicas de las que depende la vida.
- considerar el desarrollo económico y otras actividades no mercantiles que contribuyan al bienestar social y humano.

4. Espectro Adecuado

La evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible debería:

- adoptar un horizonte de tiempo lo suficientemente largo para capturar las escalas de tiempo humana y del ecosistema, respondiendo así a las necesidades de las generaciones futuras tanto como a las corrientes en un corto plazo de toma de decisiones.
- definir un espacio de estudio lo suficientemente grande como para incluir no solamente impactos locales sino de larga distancia sobre la gente y los ecosistemas.
- construir sobre condiciones históricas y corrientes para anticipar condiciones futuras: a dónde queremos llegar – a dónde podemos llegar.

5. Focalización Práctica

La evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible debería basarse en:

- un conjunto explícito de categorías o un marco organizacional que enlace visión y metas con indicadores y criterios de evaluación.
- un número limitado de temas claves para análisis.

- un número limitado de indicadores o combinaciones de indicadores para brindar una señal más clara de progreso.
- mediciones estandarizadas en la medida que sea posible para permitir la comparación.
- comparar valores indicadores con los objetivos, valores de referencia, recorridos, umbrales, o dirección de tendencias, como apropiado.

6. Apertura

La evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible debería:

- hacer que los métodos y datos sean de uso accesible a todos.
- hacer explícitos todos los juicios, asunciones, e incertidumbres en los datos e interpretaciones.

7. Comunicación Efectiva

La evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible debería:

- diseñarse para consagrarse a las necesidades de la audiencia y el conjunto de usuarios.
- extraer estímulos de los indicadores y otras herramientas y servir para comprometer a los tomadores de decisiones.
- apuntar desde el principio a la simplicidad en la estructura y el uso de lenguaje claro y simple.

8. Amplia Participación

La evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible debería:

- obtener amplia participación de origen popular, de grupos profesionales y técnicos, incluyendo jóvenes, mujeres y pueblos indígenas para asegurar el reconocimiento de diversos y cambiantes valores.

- asegurar la participación de los tomadores de decisiones para asegurar un enlace firme con las políticas adoptadas y acción resultante.

9. Evaluación en Marcha

La evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible debería:

- desarrollar la capacidad para la repetición de medidas para determinar tendencias.
- ser repetitivo, adaptativo, y responder al cambio e incertidumbre dado que los sistemas son complejos y cambian frecuentemente.
- ajustar metas, marcos de trabajo e indicadores en la medida de que se gane en conocimiento.
- promover el desarrollo de aprendizaje colectivo y retroalimentación a la toma de decisiones.

10. Capacidad Institucional

La evaluación del progreso hacia el desarrollo sostenible debería estar asegurado por:

- la asignación clara de responsabilidad y proveeduría de apoyo sobre la marcha del proceso de toma de decisiones.
- brindar capacidad institucional para el relevamiento, mantenimiento y documentación.
- apoyar el desarrollo de la capacidad de evaluación local.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALTIERI, Miguel A. "Bases y Estrategias Agroecológicas para una Agricultura Sustentable". Agroecología y Desarrollo. Consorcio Latinoamericano sobre Ecología y Desarrollo (CLADES), Chile, Número especial 8/9 (Octubre 1995).
2. BERDEGUÉ, J. 1984. "Significados y usos del método de análisis de sistemas de producción campesina". Material Pedagógico. Grupo de Investigaciones Agropecuarias. Chile.
3. BIFANI, Paolo. 1993 "La relación hombre-naturaleza como fenómeno social", en *Medio ambiente y desarrollo*. 3era. Edición, México, Universidad de Guadalajara, 1997, pp. 31-36.
4. CARABIAS, Julia y Enrique PROVENCIO. 1993 "Hacia un modelo de desarrollo agrícola sustentable" en *Alternativas Para el Campo Mexicano* Tomo II Fontamara PUAL-UNAM, México pp. 44-45
5. CARDOSO, F.H. "El desarrollo en capilla", en J. Molero (comp.) *El análisis estructural en economía: ensayos en América Latina y España*. México, FCE. Serie Lecturas, Num. 40, 1981.
6. CONWAY, G. 1986. "Ecosystem Analysis". Imperial College Center for Environmental Technology. Serie E1. University of London.
7. CONWAY, G.. 1994 "Sustainability in agricultural development: Trade-offs between productivity, stability and equitability". *Journal for Farming Systems and Research-Extensions* 4, núm.2: 1.14.
8. Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD). 1987, "Our Common Future: The Bruntland Report", Oxford University Press. Nueva York.
9. De ZEEUW, Henk. "El concepto de la agricultura sustentable" en *Memorias del Seminario de Agricultura Sustentable en América Latina y El Caribe*. Hosteria Chorlavi, Ecuador 1998, Cap. 4 .
10. DIEHL R. y J M. BOX 1982 "Fitotecnia General" Editorial Mundi-Prensa 2da. Edición. España .

11. ENKERLIN, Ernesto C. y otros. 1997. "Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible" Thomson Editores. México.
12. FERREIRA, Gustavo. "An evolutionary approach to farming decision making on extensive rangelands". Thesis of Doctor of Philosophy. Institute of Ecology and resource Management University of Edinburgh. 1997.
13. FERREIRA, Gustavo y Osvaldo CARDOZO. Curso: "Estudio y Desarrollo de Sistemas de Producción Sostenibles en Rumiantes". FES- Cuautitlán-UNAM. 22-26 Abril 2002.
14. GALINDO, L.M., Fidel AROCHE y Eduardo VEGA. (s/a) "Crecimiento Económico y Coeficientes de Sustentabilidad en México". Dirección de Economía Ambiental, Dirección General de Regulación Ambiental Instituto Nacional de Ecología.
15. GARCIA, Juan Martín 2002 "Lecturas de Teoría: Dinámica de Sistemas" material del curso *Creación de Modelos en Ecología y Gestión de Recursos Naturales*. Cátedra UNESCO Universidad Politécnica de Cataluña.
16. GASTO, J. 1979. "Ecología. El hombre y la Transformación de la Naturaleza" Ed. Universitaria. Santiago de Chile
17. GONZALEZ, Adrián 1990. "Los tipos de agricultura y las regiones agrícolas de México" Colegio de Postgraduados. Chapingo México
18. HART, R. 1979. "Marco conceptual para la investigación con sistemas agrícolas". X Reunión Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas. Acapulco. México.
19. HART, R. 1985. "Conceptos básicos sobre Agroecosistemas". Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
20. HART, R 1990 "Componentes subsistemas y propiedades del sistema finca como base para un método de clasificación. Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola". Ed. Instituto de Metodología de Investigación y Sistemas de Producción (RIMISP)

21. HERNÁNDEZ, Xolocotzi Efraim 1977 "Agroecosistemas de México. Contribución a la enseñanza, la investigación y la divulgación agrícola" Colegio de Posgraduados. Chapingo México.
22. Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario A.C. (INCA RURAL) 1982 "Diccionario Agropecuario de México" México.
23. JOHANSEN, O. 1979. "Introducción a la Teoría General de Sistemas". Depto. Administración. Fac. Ciencias Económicas y Administrativas, Univ. De Chile.
24. LEFF, P. 1986, "Ecología y capital: hacia una perspectiva ambiental del desarrollo". Coordinación del Humanidades, México, UNAM.
25. LINCOLN, R.J., G.A. BOXSHALL, P.F. CLARK 1995. "Diccionario de ecología, evolución y taxonomía" Fondo de Cultura Económica. México
26. MARTINEZ, Allier Joan. "Pobreza y medio ambiente: una crítica al Informe Brundtland" en Antología: *La educación superior frente a los retos del Desarrollo Sustentable*, Vol. 1 ANUIS, U. de G., SEMARNAP México pp. 297, 298. 1999.
27. MASERA O, Martha ASTIER, Santiago LOPEZ-RIADURA. 1999. "Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El Marco de evaluación MESMIS" Mundi Prensa México.
28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 1999. "Directrices para la integración de la agricultura y el desarrollo rural sostenibles en las políticas agrícolas" Colección de política agrícola y desarrollo económico de la FAO 4. Roma Italia
29. PEZZEY, J. 1992, "Sustainable Development Concepts: An Economic Analysis", World Bank Environment Paper No.2, Banco Mundial, Washington, D.C.
30. PRETTY, J. 1994, "Alternative systems of inquiry for a sustainable agriculture". IDS Bulletin 25(2), 37-49
31. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2002 "Atención de México a los compromisos internacionales" (Agenda 21)

32. PROVENCIO, Enrique y Julia CARABIAS. 1993 "El enfoque del desarrollo sustentable", en Azuela *et al.*, *Desarrollo Sustentable. Hacia una política ambiental*, México, UNAM, 1993, pp. 3-12
33. SALINAS, Eduardo y John MIDDLETON. 1998. "La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina". Facultad de Geografía, Universidad de la Habana Cuba.
34. SEMARNAP 1996. "El Desarrollo Sustentable. Una alternativa de política institucional"
35. SPEDDING, C.R.W 1979. "Ecología de los sistemas agrícolas" H. Blume Ediciones España.
36. STEENBLIK R., L. MAJER y W. LEEG. "Agricultura sustentable" en material de lectura de la OCDE del Diplomado *Prospectiva de la educación superior frente a los retos del desarrollo sustentable* UNAM-CESU y otros. México 1998.
37. TAMAYO Y TAMAYO, Mario 1993. "Metodología formal de la investigación científica" Edit. Limusa México.
38. TOLEDO, V. M. , y otros. 1993. "Ecología y Autosuficiencia Alimentaria: hacia una opción basada en la diversidad biológica, ecológica y cultural en México" Edit. Siglo XXI, Cuarta Edición México.
39. TOLEDO, Victor Manuel 1993. "Ecología y nueva Ley Agraria en México: preludio y fuga de una modernización obsoleta" en *Alternativas Para el Campo Mexicano* Tomo II Fontamara . PUAL-UNAM, México 1993 pp.32-34
40. UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. 1992 "Benefits of Diversity. An Incentive Towards Sustainable Agriculture" New York.
41. VALDERAS, R. 1988. "Análisis de Sistemas Zonales. Departamento Desarrollo Rural". Fac. Ciencias Agrarias y Forestales. Univ. De Chile, pp. 272.
42. VENEGAS, Raúl y G. Gustavo SIAU "Conceptos, Principios y Fundamentos para el Diseño de Sistemas Sustentables de Producción" Agroecología y Desarrollo Consorcio Latinoamericano sobre Ecología y Desarrollo (CLADES), Número especial 7 (Octubre 1995)