

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
COORDINACIÓN DE POSGRADO



**GENERACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD
PARA EL AGRO ECOSISTEMA DE MAÍZ (*Zea mays L.*), EN
EL MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JALISCO, MÉXICO**

Rafael Ibarra Dávalos

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

**PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

ZAPOPAN, JALISCO. MAYO 2006

Universidad de Guadalajara

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
COORDINACIÓN DE POSGRADO

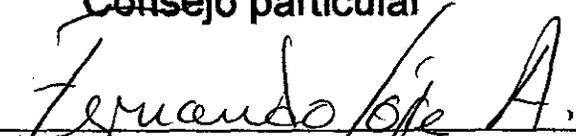


La tesis titulada "Generación de Indicadores de Sustentabilidad para el Agroecosistema de Maíz (*Zea mays* L.), en el Municipio de Zapopan Jalisco, México" Del C. Rafael Ibarra Dávalos, se realizó bajo la dirección del consejo particular que se indica, fue aprobada por el mismo y se aceptó como requisito parcial para la obtención de grado de:

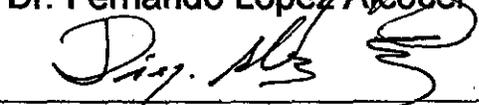
DOCTOR EN CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES

Consejo particular

Director:


Dr. Fernando López Alcocer

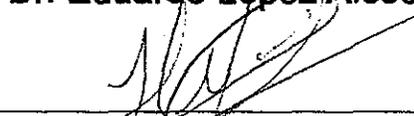
Asesor:


Dr. Diego González Eguiarte

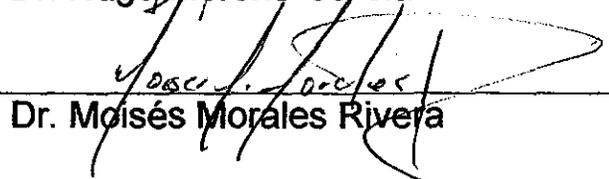
Asesor:


Dr. Eduardo López Alcocer

Asesor:


Dr. Hugo Moreno García

Asesor:


Dr. Moisés Morales Rivera

Las Agujas, Mpio. Zapopan, Jalisco, mayo de 2006

Dedicatorias

A María Teresa Fernández Martínez mi esposa por, su atingencia, paciencia, cariño y su destacado apoyo para mi persona.

A mi Hija Liliana Ibarra Fernández, espero que este trabajo, te sirva de motivación en tu preparación académica, que las metas que te has trazado sean mayores que las mías y las superes, para que te permitan afrontar los retos que tienes por delante.

A Jonathan Ibarra Fernández, mi nieto, que es una luz de esperanza y alegría en la familia, me ha fortalecido, para dejarle un legajo que le sirva de ejemplo, en el devenir de su vida.

A mis padres Ignacio Ibarra González y María de Jesús Dávalos Franco, por su decidido apoyo, cariño y constante aliento para concluir las metas trazadas.

A mis hermanos Ignacio, María Teresa, Ana Rosa, Imelda, Alejandro, Ricardo, Irene, Francisco; por su cariño y sus apreciables consejos.

A mi hermano Manuel, que físicamente no está entre nosotros, ha sido mi propósito honrarlo con este humilde trabajo en su memoria.

A mis sobrinos, Manuel, Sebastián, Guera, Enrique, Sandra, Verónica, Elizabeth, Berenice, Diego, María Fernanda, David, Adrián,

A Rafael Fernández Aceves, Teresa Martínez, por su comprensión, apreciables consejos, apoyo y aliento para concluir esta tarea.

A Fernando Fernández Martínez; por su incondicional respaldo en las tareas de mi familia lo cual aprecio con gratitud.

Agradecimientos

A la Universidad de Guadalajara; institución noble al servicio de la sociedad más desprotegida, me ha permitido forjar mi preparación académica y profesional, fue un gran honor contar con grandes profesores e investigadores en sus aulas.

Al Dr. Salvador Mena Munguia; por su decidido impulso al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, en particular a la División de Cs. Agronómicas, por ello se encuentra entre las escuelas de agronomía más importantes del país, en lo personal por el apoyo y confianza en tareas comunes, por lo cual estoy muy agradecido.

Al Dr. Fernando López Alcocer, por su desinteresado respaldo, en la consecución de este trabajo, mi gratitud por ampliar el horizonte de mi conocimiento en el ámbito del Desarrollo Sustentable.

Dr. Diego Gonzáles Eguiarte, por sus enseñanzas y acuciosas asesorías, espero contar siempre con la amistad que me dispensa.

Dr. Eduardo López Alcocer, por sus pertinentes consejos y asesorías, para desarrollar esta tesis así como en mi formación académica.

Dr. Hugo Moreno García, por sus diligentes y atinadas asesorías, en el desarrollo de este trabajo, además de contar con su apoyo incondicional dada la amistad que pregonamos.

Dr. Moisés Morales Rivera, por su disposición para asesorarme y compartir sus experiencias en el análisis de problemas complejos, me permitió tener una visión mas objetiva en este trabajo, mi agradecimiento por ello.

Dr. Rogelio Lépiz Ildfonso y Dr. Juan Casas Salas, por su apoyo incondicional para realizar mi programa doctoral.

Dr. Ariel Ruiz Corral y MC. Santiago Sánchez Preciado, por sus enseñanzas en el programa doctoral.

MC. Silvia Rivera Guerra, por su apoyo y amistad permanente e incondicional, lo que nos ha permitido coincidir en la búsqueda de objetivos comunes, y alcanzar las metas trazadas.

Dr. Enrique Pimienta Barrios, por su decidido apoyo en la consecución de este trabajo, así como por la amistad que nos identifica.

MC. Andrés Rodríguez García, por su atingente labor de unidad entre los agrónomos, por el impulso, apoyo y atinados consejos, para concluir este trabajo, así como por la amistad que me dispensa.

A los maestros, Salvador Hurtado de la Peña; Eleno Félix Fragoso, Fernando Sánchez Santana, José María Chávez Anaya, Cesar Mendoza Comejo, Rigoberto Parga Iñiguez, Tomas Iazo Gómez, Adrián Torres Pérez, Antonio Sandoval Madrigal, Lorenzo Martínez Cordero, Jesús Hernández Alonso, Jesús Godínez Herrera, Carlos Roberto González Flores, Marcelino Vázquez García, Javier Vázquez Navarro; por su apoyo y amistad incondicional.

A todo el personal que labora en el Programa Doctoral en Ciencias Agrícolas y Forestales, mi agradecimiento fraterno por siempre.

INDICE

CONTENIDO	PAG.
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1 Formulación del problema	6
II. MARCO DE REFERENCIA	7
2.1 Localización de la zona de estudio	7
III. MARCO TEÓRICO	10
3.1 El Agro ecosistema de Maíz en Zapopan, Jalisco	10
3.2 Desarrollo sustentable	12
3.3 Indicadores de sustentabilidad	15
3.4 Resultados del Marco Teórico	22
IV. OBJETIVOS	29
V. HIPÓTESIS	30
VI. METODOLOGÍA	30
6.1 Métodos y Técnicas	30
6.1.1 Variables	32
6.2 Población y Muestra	32
6.3 Instrumentos de medición	35
VII RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
VIII CONCLUSIONES	112
IX BIBLIOGRAFÍA	115

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	PAG
1	Indicadores que pueden usarse para medir la actuación del sistema en el ámbito de finca propuestos por Glisessman, (1991).	17
2	Indicadores para la interpretación de los sistemas agrícolas desde la perspectiva nacional, de acuerdo con el contexto económico regional.	18
3	Asignación de indicadores de Impacto Ambiental en la Agricultura	19
4	Indicadores que podrían usarse para considerar la presión en el aspecto biofísico	20
5	Indicadores Sociales genéricos.	21
6	Asignación de indicadores para la interpretación del análisis del sistema de producción de maíz en Zapopan, Jal.	28
7	Estratos generados por el numero de hectáreas sembradas; apoyadas por el programa Pro campo (SAGARPA), determinación del numero de muestra.	33
8	Relación de localidades donde se realizo el muestro.	34
9	Análisis del balance del (PER); variables que contribuyen a la sustentabilidad del agro ecosistema maíz en Zapopan, Jalisco.	40
10	Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia.	70
11	Valores propios de la matriz de correlación para el indicador <i>Tipo de productor</i> , Participación de la mujer, jóvenes, planeación agrícola.	72
12	Cargas de los principales componentes para el indicador " <i>Tipo de productor</i> ": (Participación de la mujer, jóvenes, planeación agrícola)	73
13	Matriz de correlación: Indicador Tipo de productor (Part. de la mujer, jovenes, planeación Agrícola)	74
14	Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, para el indicador Tipo de productor: <i>Labores culturales</i>	78
15	Cargas de los principales componentes para el indicador " <i>Tipo de productor</i> ": labores culturales	79
16	Matriz de correlación: Tipo de productor Labores culturales	80
17	Variábles con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, sobre el indicador Tipo de productor	

	relacionado a la <i>tenencia de la tierra</i>	83
18	Valores propios de la matriz de correlación para el grupo Tipo de productor, <i>Tenencia de la tierra</i> .	84
19	Cargas de los principales componentes para el indicador Tipo de Productor, relacionado a la <i>Tenencia de la tierra</i> .	85
20	Matriz de correlación, Tipo de productor "Tenencia de la tierra"	86
21	Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, para el indicador Tipo de productor: <i>Labores culturales</i>	87
22	Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, sobre el indicador Tipo de productor relacionado con la <i>Preparación del suelo</i>	90
23	Valores propios de la matriz de correlación para el grupo Tipo de productor: <i>Preparación del suelo</i>	91
24	Cargas de los principales componentes para el indicador Tipo de productor: <i>Preparación del suelo</i>	92
25	Matriz de correlación: Tipo de productor, Preparación del suelo	95
26	Valores propios de la matriz de correlación para el grupo Adopción de Tecnología: <i>Fertilización</i> .	96
27	Cargas de los principales componentes para el indicador Adopción de Tecnología, <i>Fertilización</i>	97
28	Matriz de correlación: para el Indicador Adopción de Tecnología Fertilización	98
29	Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, sobre el indicador Cambio del Uso del Suelo y Rentabilidad.	101
30	Valores propios de la matriz de correlación para los indicadores <i>Cambio de uso del suelo y rentabilidad</i>	102
31	Cargas de los principales componentes para el <i>indicador, Cambio de uso del suelo y rentabilidad</i>	103
32	Matriz de correlación: Para el indicador, Cambio de uso del suelo y rentabilidad.	104
33	Valores propios de la matriz de correlación para el grupo Adopción de Tecnología, <i>Cosecha</i> .	105
34	Cargas de los principales componentes para el indicador Adopción de Tecnología relacionada con la Cosecha.	106
35	Matriz de correlación para el Indicador <i>Adopción de Tecnología con relación a la cosecha y resiliencia</i> .	107
36	Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, sobre el indicador Adopción de tecnología Control de plagas y enfermedades.	109

37	Valores propios de la matriz de correlación para el Indicador Adopción de Tecnología, <i>Control de plagas y enfermedades</i>	110
38	Cargas de los principales componentes para el indicador <i>Adopción de Tecnología, Control de plagas y enfermedades</i>	111
39	Cargas de los principales componentes para el indicador <i>Adopción de Tecnología, Control de plagas y enfermedades</i>	111

FIGURAS	DESCRIPCIÓN	PAG
1	Mapa del estado de Jalisco que identifica el municipio de Zapopan zona de estudio.	8
2	PER (Presión – Estado – Respuesta) Propuesta de Modificación	31

INDICE DE DIAGRAMAS Y GRAFICOS

DIAGRAMAS	DESCRIPCIÓN	PAG
1	Dimensiones e Indicadores que intervienen en el estudio.	27
2	Muestra de manera cualitativa qué nivel y obertura del objeto deseado se tiene para cada indicador.	35

GRAFICO	DESCRIPCIÓN	PAG
1	Tipo de productor "Tenencia de la tierra".	42
1.2	Tipo de productor "Edad y Escolaridad".	43
1.3	Tipo de productor Trabajo fuera de la U.P.	45
1.4	Tipo de productor "Nº de Hijos, Trabajo y habitantes en UP.	46
1.5	Tipo de productor "Estudian Dependientes del jefe de familia".	46
1.6	Tipo de productor "Migración".	47
1.7	Tipo de productor "Cambios prácticos realizados para preservar el suelo y/o medio ambiente".	49
1.8	Tipo de Productor "Participación de las mujeres en UP".	50

1.9	Tipo de Productor Actividades de participación de las mujeres en la UP.	51
2	Adopción de Tecnología "Análisis de suelo".	52
2.1	Adopción de Tecnología "Prácticas de conservación de suelo /año.	55
2.2	Adopción de Tecnología "Dependencia de Pesticidas".	57
3	Cambio de uso del suelo y/o cultivo.	60
3.1	Razones de venta de terreno.	61
3.2	Cambio de cultivo.	61
4	Rentabilidad.	63
4.1	Rentabilidad "Destino de la cosecha".	63
5	Participación en la Planeación Agrícola.	65
6	Resiliencia.	66
6.1	Resiliencia "Principales problemas".	66
7	Tipo de productor "Participación de las mujeres y jóvenes en el Agro ecosistema.	68
8	Tipo de productor "Labores culturales".	77
9	Tipo de productor "Tenencia de la tierra".	82
10	Tipo de productor "Preparación del suelo".	89
11	Adopción de Tecnología "Fertilización".	93
12	Cambio de uso del Suelo y Rentabilidad.	100
13	Adopción de Tecnología "Resiliencia y Cosecha".	105
14	Adopción de tecnología "Control de plagas y enfermedades".	108

RESUMEN

Se realizó un estudio en Municipio de Zapopan, Jalisco, en la dimensión del agro ecosistema de producción de Zea mays L., para asignar y evaluar 6 indicadores y 23 variables, se considero un población de 1,492 productores como representantes de unidades de producción, Se determino una muestra estratificada, considerando como criterio número de hectáreas, apoyadas por productor en el programa PROCAMPO, se obtuvo el numero de muestra de 35, con 5 estratos; así mismo se calculo una muestra aleatoria en 173 localidades con una población 31,250 Habitantes en la Zona Rural, se determino una muestra de 16, donde se realizo dicho estudio; se utilizo el método (PER) modificado, para observar el balance de, Presión, Estado, Respuesta, de los recursos naturales. Para captar la información socio-económica se utilizó, el taller de sondeo y planificación rural participativa, se obtuvieron elementos para definir las variables de estudio e identificar los elementos para construir los indicadores y puntos críticos del agro ecosistema. Así mismo se diseño y aplicó un instrumento de colecta para obtener información técnica y manejo del agro ecosistema. Como instrumento de medición se utilizó una técnica mixta, combinando una presentación grafica, con información numérica no parametrica y descriptiva para aquellos indicadores que lo permitieron, se realizó un análisis multivariado de componentes principales (ACP), para cada indicador. Los datos se capturaron con el programa Excel de Microsoft, el análisis de (ACP), se realizó con el programa XL STAT- Pro 7,5. Los resultados muestran en el balance del (PER), 9 variables no tienen contribución a la sustentabilidad, 11 contribuyen sin obtener el rango propuesto, 3 tienen contribución alta a la sustentabilidad, se determinó que existe un balance negativo respecto al equilibrio del agro ecosistema. El análisis de (ACP), el indicador *Tipo de Productor*, relacionado con la Participación de la Mujer, Jóvenes y Participación en la Planeación Agrícola, Labores Culturales, Tenencia de la Tierra, Preparación del Suelo se describen 16 variable importantes; el Indicador *Adopción de tecnología* relacionado con la fertilización 4 son las

variables importantes; Indicador *Cambio del Uso del Suelo y Rentabilidad* 4 variables importantes; Indicador *Adopción de tecnología* relacionado con la Resiliencia , Cosecha, Control de plagas y Enfermedades 5 variables importantes.

INTRODUCCIÓN

A partir de la Cumbre de Río, que tuvo lugar en 1992, la sustentabilidad surgió como un objetivo primordial para la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico), en la que se agrupan 29 países miembros, México es uno de ellos. Entre los aspectos que se consideran para reactivar el progreso se requiere integrar los objetivos económicos, ambientales y sociales. También se establecieron compromisos en una agenda de trabajo y acuerdos, entre los que se encuentran los del Capítulo 9, correspondientes a Agricultura Sustentable; en él se discuten medidas que se formularon los miembros de la OCDE, para responder a preocupaciones específicas como la pérdida de suelo, la conservación de la naturaleza, los desequilibrios de nutrimentos y el uso de plaguicidas; esto demuestra que existe un mayor interés sobre este tema y se está buscando conseguir una agricultura sustentable y una mayor comprensión de sus elementos.

Se estableció que la sustentabilidad no tiene estándares, los países y sus regiones tendrán que realizar sus propios mecanismos de evaluación y control de los problemas que se generan en sus sistemas productivos de acuerdo a sus características particulares. La participación de los centros educativos y de investigación tendrán un papel preponderante en este aspecto; en ese sentido, en México se ha logrado generar 113 indicadores de sustentabilidad de un total de 134. Esa cantidad se integra de 97 elaborados conforme a su correspondiente hoja metodológica, más otros 16 que son de carácter alternativo; de los restantes 21 no evaluados, 6 indicadores están en proceso de desarrollo y otros 15 cuya información no esta disponible por no responder por ahora a las prioridades nacionales de información. Estos indicadores se han elaborado a través del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y el Instituto Nacional de Ecología (INE) de la SEMARNAT; de los 113 indicadores generados, 39 son de presión, 43 de estado y 31 de respuesta (INEGI, 1999).

En este orden de ideas, los indicadores para medir los niveles de sustentabilidad se erigen en elemento nodal y fundamental del proceso de

evaluación, seguimiento y control, de la problemática de los agro ecosistemas de producción.

Es de tal importancia conocer estos indicadores, su evaluación y aplicación, que de no establecer un equilibrio entre la producción y uso racional de los recursos naturales, se está en riesgo de que desaparezcan estos últimos de manera gradual pero irreversible.

En esta investigación se generaron los indicadores de sustentabilidad., para el agro ecosistema de maíz para Zapopan, Jalisco, que permita a través del tiempo producir y conservar los recursos naturales.

Metodológicamente se utilizó el esquema Presión-Estado-Respuesta (PER). Esta herramienta analítica permitió categorizar y clasificar la información sobre los recursos naturales.

Otra herramienta metodológica utilizada fue la investigación participativa, a través del Sondeo de Planeación Rápido Participativo (SPRP), con integración interinstitucional, multidisciplinaria y de productores.

La evaluación se realizó con métodos mixtos a través del diagrama (AMIBA), el análisis mutivariado y los componentes principales de este último.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La preocupación por conservar los recursos naturales y el medio ambiente en las últimas décadas, ha generado una amplia discusión en foros mundiales y locales encontrando como formula alternativa el "desarrollo sustentable". Este estilo de desarrollo ha evolucionado hasta transformarse en un paradigma. Como todo paradigma en su inicio, el desarrollo sustentable no cuenta con una estructura conceptual y teórica consolidada que permita conocer e interpretar el fenómeno, por el contrario, se está construyendo el acervo conceptual, identificando las variables que lo explican y generando los indicadores para medir cada una de esas variables.

Existe a nivel mundial el consenso de que se tiene que evaluar el desarrollo sustentable, así como los sistemas de producción agrícolas sustentables; hay propuestas de indicadores para aproximarse a este propósito, sin embargo, queda claro que la selección y elaboración de indicadores deben de responder a las características y necesidades de un país, de un estado, de una región, de un municipio o de un sistema en particular, ya que las condiciones físico-biológicas, políticas, sociales, culturales y económicas, no son homogéneas. De esta forma la generación de indicadores paralelo al diseño y operación de un modelo basado en la integración de los mismos, debe contribuir a la revelación de sus efectos, interacciones, problemas y limitaciones, bajo ciertos umbrales que permitan establecer políticas, reorientar acciones, proponer respuestas y plantear soluciones tendientes al desarrollo sustentable.

En esos términos, el mayor avance que se tiene está dirigido al plano físico-biológico, es decir, tendiente al uso y manejo sustentable de los recursos naturales y el medio ambiente. Planos como el económico, político, social y cultural, han sido poco abordados; mientras que estudios integrales que involucren los diversos planos es difícil encontrarlos.

Considerando que la agricultura por su propia naturaleza multidimensional tiene que ser estudiada con un enfoque holístico; entonces, la integralidad como camino metodológico debe de erigirse como su principal característica, ya que el sistema de producción no se reduce a obtener un satisfactor de la naturaleza, sino que conlleva toda una carga cultural, con determinadas relaciones sociales de producción, en donde los aspectos mercantiles pueden o no estar presentes y que la política agrícola, operada a través de programas y proyectos puede convertirse en una ayuda o en un obstáculo de las acciones tendientes a la sustentabilidad.

Solamente de manera integral se podrán interpretar aspectos que están ocurriendo en el campo jalisciense, como por ejemplo, la feminización de la agricultura y la predominancia de "viejos" al frente de la unidad de producción; este fenómeno pudiera ser explicado a través del incremento de los procesos migratorios de algunos elementos de la familia campesina sobre todo aquellos que son atractivos por su edad para el mercado de trabajo; esa migración pudiera ser propiciada por la mala calidad y poca superficie de cultivo que posee, lo que no les permite acceder a los programas de apoyo gubernamental (como Alianza Para el campo, por ejemplo). Consecuencia de los flujos migratorios, se da la diversificación de las actividades económicas y productivas, con lo que la agricultura pasa a segundo término como actividad generadora del sustento familiar y por lo tanto, no prioritaria. Si a esto le asociamos el crecimiento urbano que propicia el cambio de uso del suelo, así como problemas ambientales; la situación se vuelve aún más compleja, ya que la venta de la superficie de labor, no solo trae asociada la pérdida de la identidad como grupo social, sino que también la pérdida del acervo cultural.

Bajo esa consideración, se vuelven indispensables la generación de los indicadores y sus variables sustentables, que interactúan en diversos planos de análisis, como tipo de productor, migración, género, generacional, resiliencia, tecnología y cambio de uso del suelo, del agro sistema de maíz, en las condiciones concretas de Zapopan, Jalisco. Con ello se busca "la satisfacción de las necesidades tanto de las poblaciones presentes como de las futuras, las principales

condiciones son la equidad intra e intergeneracional y el factor económico como elemento importante tendrá que respetar ciertos límites del ambiente con el fin de no agotar los recursos naturales”, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, FAO, 1991; Unión mundial para la Naturaleza UICN, 1989). Así mismo se establece; que la equidad (distribución) con relación a la sostenibilidad; debido a la destrucción avanzada de los recursos naturales y la inseguridad de sostener la vida, sostienen que se debe evitar cualquier degradación y destrucción de los recursos naturales, indicando que el desarrollo sostenible involucra las dimensiones económicas, ecológicas y sociales. Con relación a la agricultura sostenible se establece que; incluyen aspectos técnicos, ecológicos, y reflexiones del por qué la agricultura debe ser sostenible como objetivo y cómo este puede ser alcanzado en el contexto de la satisfacción de las necesidades y la suficiencia alimentaria, especialmente en los países en desarrollo donde la población creciente y las necesidades de alimentos y producción tienen que satisfacerse. Una agricultura sostenible es por lo tanto un tipo de agricultura cuya productividad permite llenar las necesidades cambiantes de la población actual y futura manteniendo intacto su potencial productivo, (BIFAD/USAID 1988; FAO 1991; CGIAR 1991; Young 1989; Repeto 1986; Fini y de Melo 1990; citados en Ruttan 1991; Girt 1990), por esta razón, los recursos naturales deben ser manejados racionalmente.

De lo anterior se desprenden las siguientes preguntas de investigación.

1. ¿La tenencia de la tierra, tipo de productor, participación en la planeación agrícola, migración, género, generacional, resiliencia, tecnología y cambio de uso del suelo, son los indicadores que explican el agro ecosistema de maíz zapopano?
2. ¿Generando las variables partir de los anteriores indicadores, se podrá medir la sustentabilidad del agro ecosistema?
3. ¿Cuáles son los indicadores que miden la sustentabilidad del agroecosistema de maíz en Zapopan, Jalisco?
4. ¿El agro ecosistema de maíz zapopano, tiende a la sustentabilidad?

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Aspectos Generales

El agro ecosistema de producción de maíz en México tiene gran importancia por lo que representa en el ámbito sociocultural y económico en el sector rural; se siembra una superficie de 6'735,485.99 ha (SAGARPA 2002).

El estado de Jalisco (INEGI, 1994), cuenta con una superficie territorial de 80,137 kilómetros cuadrados, de los cuales 152,513 son utilizados en la actividad agropecuaria, forestal y en espacios de vivienda, del total solo 27,022 km² no reportan alguna actividad. Existen también 79,670 viviendas con características rurales, 131,526 ejidatarios. Del espacio utilizado en la actividad agropecuaria, la superficie parcelada en Jalisco es de 613, 322.9 ha, en las cuales se producen los siguientes productos agrícolas: maíz, caña de azúcar, sandía, tomate verde, guayaba, sorgo de grano y forrajero, cártamo, copra, piña, tabaco, avena de grano y forrajera, chile verde, fresa, papaya, plátano y trigo. Además de cultivos perennes como mango, cítricos, y aguacate. De la extensión total destinada para la actividad agropecuaria o forestal, 2 546 km² corresponden a bosques. En la actividad pecuaria se produce ganado bovino, porcino y aves.

En el municipio de Zapopan, Jalisco, en el ámbito agrícola el cultivo de maíz es el más importante con una superficie de 81,542.00 ha sembradas y con un volumen de cosecha de 290,253.00 ton.

2.2. Localización de la Zona de Estudio

El municipio de Zapopan, Jalisco. Se ubica a los 20°44' Latitud Norte y a los 103°23' Longitud Oeste; a una altitud de 1 550 m. S N. M. El municipio de Zapopan Jal. (Figura 1)

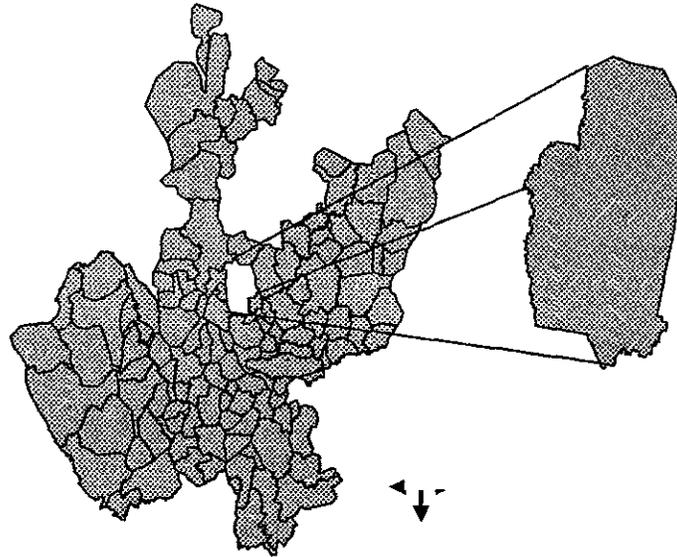


Figura 1. Mapa del estado de Jalisco que identifica el municipio de Zapopan, zona de estudio.

Fuente: Limite estatal carta gral, del Edo.de Jalisco. 1988.

2.3. Suelos

En el área de estudio, el tipo de suelo presente es regosol eutríco, geológicamente, formado de rocas ígneas extrusivas. (Detenal, 1980). Las rocas más comunes son tobas de grano grueso de carácter pomozo, conocidas como jal (Ortiz, citado por Nuño, 1983).

Su reacción de PH, es de 4.9 a 5.5; su porcentaje de materia orgánica, es de 1.05, son suelos pobres en Nitrógeno, Fósforo, Calcio, Magnesio, y ricos en Potasio (Nuño, 1983).

2.4. Clima

Según la clasificación de Tornwhite modificada por Contreras (1966), el municipio de Zapopan, Jalisco, tiene un clima: c (oip)b'(a') donde:

c= semi seco.

oip = con otoño, invierno y primavera seco.

b'= semi seco cálido.

a´= sin cambio térmico invernal bien definido.

Observándose temperatura mínima de 36.1° C, y en el invierno mínima de 11.0°C; la temperatura media anual es de 28.5°C. La precipitación media anual es de 906 mm, Los vientos dominantes son del norte, generalmente de intensidad moderada, la mayor incidencia de ellos corresponde a los meses de febrero y marzo, su velocidad es superior en relación el resto del año (Nuño, 1983).

III. MARCO TEORICO

3.1. El agro sistema maíz en Zapopan, Jalisco

El maíz es uno de los productos agrícolas con mayor cantidad de estudios e investigaciones que varían desde la producción de semillas hasta la cosecha. En Jalisco la tenencia de la tierra es en un 62% ejidal, en 36% pequeña propiedad y un 2% rentada o parcelada. Existen cuatro grupos diferenciales de productores; el primer grupo lo compone el 64% y siembran menos de 10 ha, sin maquinaria y equipo propio denominados "pequeños productores"; el grupo 2 se integra del 32%, sembrando de 10 a 70 ha, tienen mayor equipamiento y se consideran "medianos productores"; los grupos 3 y 4 que son el 4% y siembran mas de 70 ha, cuentan con alta tecnología y equipo propio, se les considera "grandes productores" (González A. 1997).

Con respecto a la distribución según su condición migratoria en el municipio de Zapopan, Jal. El INEGI (2000), señala que hay un total de 46,485 inmigrantes de los cuales 23,050 son hombres y 23,542 son mujeres, distribuidos en grupos quinquenales de edad entre 5; 65 y más años; sin definir el origen de residencia (zona urbana, zona rural).

Con relación a la política agropecuaria en Jalisco, los programas y proyectos dirigidos a productores y que se han implementado en el estado, según la SEDER (2002) son los siguientes: el Programa Elemental de Asistencia Técnica (PEAT), mismo que promovió la adopción y adaptación de tecnologías para la producción de granos básicos con una inversión de 12.7 millones de pesos; concertaron 246,274 ha con 21,593 productores integrados en 437 módulos y establecieron 473 parcelas demostrativas, contratando 437 técnicos y 39 coordinadores. Con relación a la transferencia de tecnología, entre el estado y la federación se invirtieron 5.8 millones canalizados por Fundación Produce Jalisco, A.C. ejercidos en 41 proyectos en los diferentes ámbitos. Se realizaron 27 cursos de capacitación, se establecieron 75

parcelas demostrativas y 35 giras de intercambio tecnológico, participaron 4,830 productores y técnicos. El programa Kilo por Kilo invirtió \$5'048,560 con semilla de maíz, se beneficiaron a 18,710 ha y 7,307 agricultores. El programa Apoyo al Desarrollo Rural, asignó un monto de 13 millones de pesos, compuesto por aportaciones federales y estatales, que beneficiaron a 13,648 productores en 2,475 proyectos, logrando elevar el ingreso familiar y la productividad.

Con relación a la adopción de tecnología (González A. 1997). Indica que el 66% de productores utiliza semilla mejorada y el 34% semilla criolla o generaciones avanzadas, que el 73% realizan dos aplicaciones de fertilizantes, el 88% controlan la maleza con productos químicos, el 84% controla las plagas con productos químicos, el 53% no reciben asistencia técnica.

Los estudios que han utilizando el concepto de sistemas o de finca en Zapopan se practican con la limitante que abordan los aspectos de manera aislada así, existen estudios del suelo, agro climáticos, fisiológicos, de control de plagas y enfermedades, todos de gran utilidad pero sin una visión hólística; estos esfuerzos aislados no han permitido obtener a largo plazo los efectos deseados. Por otra parte, el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, cuenta con investigaciones, foros como el realizado por la Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C (SOMAS), denominado "Indicadores de Sostenibilidad", considerando que el tema es relativamente reciente y la preocupación actual a nivel mundial se refiere al uso racional de los recursos naturales; esta preocupación ha permeado a países, gobiernos, instituciones y población en general. El CUCBA entre sus objetivos y misión considera este aspecto como premisa, por ello es necesario iniciar con la generación de indicadores locales a través de una metodología propia que podrá ser replicada en otras entidades, con ello se podrán tomar decisiones en la planeación sobre el futuro de estos recursos naturales.

3.2. El Desarrollo Sustentable

Las definiciones de desarrollo sustentable se pueden clasificar en tres grupos de acuerdo a los conceptos que las componen, así hay autores que equiparan el crecimiento sustentable con desarrollo sustentable y consideran que los temas económicos y ambientales deban ser tomados en cuenta para asegurar las metas económicas generales y el crecimiento económico puedan ser sostenible (Solow 1992; Dasgupta y Mäler 1991).

Un segundo grupo de autores de la línea humanística consideran importante "la satisfacción de las necesidades tanto de las poblaciones presentes como de las futuras, las principales condiciones son la equidad intra e intergeneracional y el factor económico como elemento importante tendrá que respetar ciertos límites del ambiente con el fin de no agotar los recursos naturales, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, FAO, 1991; Unión mundial para la Naturaleza UICN, 1989).

Un tercer grupo de autores que tienden a la visión holística, cuestionando la posibilidad de crecimiento económico futuro ilimitado, establecen la importancia de la equidad (distribución) con relación a la sostenibilidad; debido a la destrucción avanzada de los recursos naturales y la inseguridad de sostener la vida, sostienen que se debe evitar cualquier degradación y destrucción de los recursos naturales, indicando que el desarrollo sostenible involucra las dimensiones económicas, ecológicas y sociales.

Con respecto a las definiciones de agricultura sostenible, éstas, incluyen aspectos técnicos, ecológicos, y reflexiones del por qué la agricultura debe ser sostenible como objetivo y cómo este puede ser alcanzado en el contexto de la satisfacción de las necesidades y la suficiencia alimentaría, especialmente en los países en desarrollo donde la población creciente y las necesidades de alimentos y producción tienen que satisfacerse. Una agricultura sostenible es por lo tanto un tipo

de agricultura cuya productividad permite llenar las necesidades cambiantes de la población actual y futura manteniendo intacto su potencial productivo, (BIFAD/USAID 1988; FAO 1991; CGIAR 1991; Young 1989; Repeto 1986; Fini y de Melo 1990; citados en Ruttan 1991; Girt 1990), por esta razón, los recursos naturales deben ser manejados racionalmente.

Otro grupo de autores utiliza un enfoque de sistemas y discurre acerca de las características necesarias de un ecosistema o de un agroecosistema para ser sostenible; consideran la resiliencia, estabilidad, productividad y eficiencia, adicionalmente se define "equidad", así como una distribución uniforme o justa de los productos del sistema (Conway 1983; Conway y Baebier 1988; Fesco 1989; Gutiérrez 1994; baldares *et al.* 1993; Lele 1991; Lawrence 1997). Algunas definiciones se refieren a la "capacidad de carga del ambiente" (Krusemann *et al.* 1993). Por lo tanto, la agricultura sostenible significa la maximización de la producción bajo la restricción de que la base de los recursos naturales se mantenga intacta; una similitud entre estos dos grupos es que una condición para que se manifieste la sustentabilidad, es el mantenimiento del potencial de producción agrícola.

Lele (1991) y Lawrence (1997), señalan la imposibilidad de derivar una definición universal de los términos desarrollo sustentable y sustentabilidad. La diversidad de intereses, problemas, perspectivas y escalas en juego, es simplemente demasiado amplia como para lograr un consenso. Por lo tanto, más que intentar obtener definiciones universales, es más importante buscar los elementos centrales comunes de la discusión, derivar definiciones útiles al problema concreto bajo estudio y utilizarlas de manera consistente.

Siguiendo esta lógica, de manera muy esquemática, se podría resumir el *concepto de desarrollo sustentable, como el proceso mediante el cual se cubrirían de manera permanente las necesidades materiales y espirituales de todos los*

habitantes del planeta sin deterioro o incluso mejora de las condiciones socio-ambientales que les dan sustento.

De esta manera el desarrollo sustentable puede considerarse como un proceso de cambio dirigido, donde son tan importantes las metas trazadas como el camino para lograrlas. Las nociones de *permanencia* (en cuanto al cuidado adecuado del entorno socio-ambiental) y de *equidad* (en cuanto a la justa distribución intra e intergeneracional de costos y beneficios) del proceso son partes indispensables de la definición de desarrollo sustentable. Asimismo, las metas no son estáticas, se redefinen continuamente como producto mismo del devenir social y de su interacción con el medio ambiente.

Entre los objetivos particulares que se deben perseguir se encuentran, desde el punto de vista sociocultural, promover la diversidad y el pluralismo culturales y reducir las desigualdades entre y al interior de los países, regiones o comunidades. Ambientalmente, se perseguiría la adecuada conservación y restauración de los recursos naturales y se trataría de promover sistemas tecnológicos que propiciaran el uso eficiente y sinérgico de los recursos, mientras que desde el punto de vista económico se buscaría generar estructuras productivas que proporcionaran los bienes y servicios necesarios a la sociedad, garantizando el empleo pleno y un trabajo con sentido (Lele, 1991; Lawrence, 1997).

Repetto (1986), Clade (1990) y el Banco Mundial (1987), señalan que el desarrollo sustentable se lograría simplemente modificando las instituciones y el marco sociopolítico actuales sin alterar el *status quo*; mientras que Gallopín *et al.* (1989) y Escobar y Thrupp (1992), sugieren y definen, estrategias transformadoras, es decir, estrategias que se basan en un cambio profundo de las instituciones, patrones de uso de los recursos y políticas actuales. En tanto Santiago (1999), indica que el desarrollo debe basarse en los recursos y fuerzas endógenas de una sociedad, es decir provenir de adentro y ser de largo plazo, procurar a las

generaciones venideras por lo menos un nivel de bienestar igual al que tienen las generaciones presentes.

3.3. Indicadores de Sustentabilidad

En la selección y elaboración de indicadores es necesario definir un modelo que permita estructurar información muy diversa y dispersa. La integración de los datos debe contribuir a revelar los efectos de sus interacciones. Los indicadores deben reflejar la problemática, limitaciones y soluciones para el logro de los propósitos del desarrollo sustentable. El conjunto de indicadores debe ser útil para diagnosticar en que situación se está en relación con ciertos umbrales, para diseñar políticas basándose en objetivos que reorienten las acciones y respuestas para la ejecución de un desarrollo sustentable y para establecer tanto los progresos de las acciones como de las políticas que deben ser creadas reforzadas o eliminadas (Casas *et al.*, 2001), para frenar no solo las causas de deterioro ambiental, sino también social y económico (Barrantes, 1997).

Bakkes.(1994), indican que a diferencia de una información exclusivamente numérica, un indicador describe un proceso específico o un proceso de control. Los indicadores, por lo tanto, son particulares a los procesos de los que forman parte. Algunos indicadores apropiados para ciertos sistemas pueden ser inapropiados para otros. Por esta razón no existe una lista de indicadores universales.

De Camino y Muller (1993), señalan que el conjunto de indicadores utilizado para el proceso de evaluación debe ser robusto y no necesariamente exhaustivo; robusto, en el sentido de que cumplan con las condiciones descrita al inicio, que sea sensibles y que tengan una base estadística o de medición suficiente.

O'Connor (1994), expresa que un marco tentativo está basado en el de la OCDE, para indicadores ambientales (presión, estado, respuesta), agregando elementos socioeconómicos claves y una agrupación de temas ambientales.

Con el fin de abocarse a los temas específicos referidos a la tierra que son de significación nacional y global, considerando que la base empírica para la toma de decisiones sobre degradación del suelo es débil, el Banco Mundial llevó adelante una Iniciativa para el Indicador de Calidad del Suelo en cooperación con el PNUMA, FAO, PNUD, GCIAl y otras instituciones que trabajan actualmente en esta área, OECD. (1998).

Tschirley (1993), consigna que la FAO está desarrollando un *modelo de análisis de política agrícola* llamado K-2 que liga el proceso de política y planificación a las condiciones sociales y recursos naturales de un país, con el fin de permitir a los que deciden la política y planificadores, a diseñar diferentes escenarios de desarrollo sostenible en el sector rural.

El Comité Científico sobre Problemas del Ambiente; SCOPE (1990), ha comenzado un proceso de desarrollo de indicadores en el seno de la comunidad científica y académica. Si bien se empezó con las necesidades de los usuarios de indicadores, cuya evaluación es crucial para el desarrollo de indicadores que puedan cumplir con su papel de herramientas para la toma de decisiones, el énfasis ahora se está desplazando hacia temas científicos y académicos que fundamentan los indicadores de desarrollo sostenible.

Weber (1990), señala que el Program Design Evaluation Methodology (AID). Ha trabajado en un cierto número de indicadores que deben reflejar los *impactos de las actividades de los proyectos* sobre los recursos naturales.

En un estudio sobre las opciones para una estrategia ambiental en América Latina se han diferenciado tres tipos de indicadores: i) indicadores que describen la disponibilidad de recursos; ii) indicadores que se refieren a la productividad; e iii) indicadores relacionados con la eficiencia (WRI/JUSAID/LAC 1991).

Ruitenbeek (1991), define cinco criterios de selección, los cuales incluyen el comportamiento humano como parte de la equidad del ecosistema, y enfatiza que

los indicadores no sólo deberían servir para el análisis *a posteriori*, sino también para proyectar el futuro. En este contexto, recalca la incertidumbre que existe en relación con el comportamiento y la reacción del ecosistema, lo cual hace necesaria la determinación de "valores críticos".

Torquebiau y Ávila (1989). Proponen la selección de indicadores para diversos tipos de recursos, manejo de recursos y rendimiento de los recursos. *Estos criterios son a los que se hace referencia cuando se propone que los indicadores deben de responder a necesidades de problemas locales y a dimensiones específicas.*

Glissessman R. (2001). Señala que la selección de indicadores deben responder para diferentes balanzas y perspectivas una relación de algunos indicadores (Cuadro 1), que se pueden usar para medir la actuación a nivel de finca, la valoración de un sistema de cultivo puede considerar varios objetivos como la minimización de riesgo (seguridad climática, mercado y perturbaciones políticas), seguridad alimentaria, maximización del ingreso, dinero en efectivo disponible y maximización de la expresión de potencialidades para los miembros de la granja (buena educación, buena comunicación, intensificación de eventos sociales y culturales).

Cuadro 1. Indicadores que pueden usarse para medir la actuación del sistema en el ámbito de finca propuestos por Glissessman, 1991	
<i>Indicador</i>	<i>Posible rango de evaluación</i>
Dependencia del mercado para la seguridad alimentaria	0 – 100%
Dinero disponible	50 – 50,000US\$ / per cápita / por día
Promedio de retorno al trabajo	0.10 – 45 US \$ / HR.
Total de energía suministrada por alimentos	1500 –4000 kcal / capita /día
Suministro total de proteína	30 – 130 g / capita / día
Contenido total de proteína animal	15 – 70%

El mismo autor indica que a este nivel (Cuadro 2), se deben considerar varias metas: la suficiencia alimentaria, la minimización de costos indirectos de la producción de alimentos y el equilibrio del desarrollo económico directo entre las áreas rurales y urbanas.

También señala que se pueden supervisar los impactos ecológicos (Cuadro 3). Los indicadores deben cubrir varias balanzas o planos (el mundo, región, cuerpo de agua, pueblo, granja, campo y tierra), la combinación apropiada de estos indicadores depende del plano y el tipo de información necesaria en el proceso de fabricación para las decisiones.

Cuadro 2. Indicadores para la interpretación de los sistemas agrícolas desde la perspectiva nacional, de acuerdo con el contexto económico regional.

<i>Indicador</i>	<i>Posible rango de evaluación</i>
Promedio de retorno al trabajo	0.10 – 45 US \$ / hr.
Costo excesivo en la agricultura	- 13 a 37 US \$ / hr. trabajo agrícola
Mano de obra en la agricultura (%)	4 – 70%
Impuestos para la agricultura / subsidios en agricultura	(Variable impredecible)
Mala nutrición de los niños	0.5 – 60%
Expectativa de vida	39 – 79 años
Relación de alumnos por maestro	6 – 90
Excedente de cereales /ha	3000 a 4000kg / ha de tierra arable
GNP/ per cápita	90 – 36,000 US \$ / por año
Total de suministro de energía de alimentos	1500 – 4000 Kcal. / per capita / día
Total de suministros de proteínas	30 – 130 g/ per capita /día

Cuadro 3. Asignación de indicadores de Impacto Ambiental en la Agricultura

Carga Ambiental

- Kg De pesticidas aplicado / ha / año
- Kg De fertilizantes aplicados / ha / año
- Descarga de contaminantes en el ambiente

Alteración del flujo de la energía

- Alteración del conjunto de índices humanos en la actividad primaria.
- Índices de estrés en el ecosistema por la termodinámica
- Quitar los índices teóricos

Bioindicadores

- Asociación de plantas
- Biodiversidad

Modelos de Paisaje

- Dimensión del paisaje en la agricultura
- Organización jerárquica del espacio y tiempo de los flujos energéticos

Cuadro 4. Indicadores que podrían usarse para considerar la presión en el aspecto biofísico	
Indicador	Posible rango de valuación
➤ Rendimiento(endosomático)/ Transformado(exomático),cociente	50 – 01
➤ Indicadores ecológicos basados en el foto-periodo	Depende de los indicadores escogidos
➤ Cociente de presión del flujo de nutrientes	1- 50
➤ Incorporación de tierra + Tierra actual / tierra actual	Depende de cálculos.

Los indicadores que podrían usarse para considerar la presión en los componentes biofísicos (Cuadro 4) tomando en cuenta la meta del sistema agrícola, sería comparando el estado ecológico presente (las demandas de los recursos naturales, suelo agua, nutrimentos del ecosistema), esto se refiere a los recursos naturales disponibles en el límite físico definido del agro ecosistema. *Un agroecosistema sustentable debe poder producir sin generar el deterioro irreversible en los sistemas ecológicos.* Estos indicadores representan la linearización de materia y energía que fluye en el agro ecosistema (las entradas tecnológicas activan cortando el sistema ecológico de mandos de la regeneración). Astier M. y López R. (1999), indican que el nivel de evaluación más importante de los indicadores es la unidad de producción, (familia, grupo) y la organización (Cuadro 5); varios de los indicadores más complejos pueden medirse como indicadores binarios, por ejemplo (existe o no capacitación) o bien en una escala cualitativa (alto, medio, bajo).

Cuadro 5. Indicadores Sociales genéricos.

ATRIBUTO	CRITERIO DE DIAGNOSTICO	INDICADORES	METODO DE MEDICION
Equidad	Distribución de costos, beneficios y toma de decisiones	Beneficios del sistema	Número y tipo de beneficiarios por género, sector social, edad, etnia Proporcionalidad entre costos y beneficios
		Grado de democratización	Mecanismos de distribución del poder en la toma de decisiones
Estabilidad Resiliencia confiabilidad	Fragilidad del sistema	Capacidad de superar eventos graves	Supervivencia del proyecto después de conflictos, problemas graves o ausencia de financiamiento
		Mecanismos de resolución de conflictos	Tipo, complejidad, grado de aplicación efectiva; sanciones por incumplimiento de obligaciones
	Calidad de vida	Índices de calidad de vida	Índice de nutrición; Índice de salud; escolaridad, esperanza de vida.
Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Capacidad y generación de conocimientos	Tipo y frecuencia de la capacitación; mecanismos de difusión del conocimiento entre miembros (transferencia campesino a campesino)
		Asimilación de innovaciones	Adopción y adaptación de los cambios en los diferentes aspectos de la vida; apropiación de éstos por la comunidad.
Auto dependencia (autogestión)	Participación	Involucramiento de productores en el diseño, implementación y monitoreo del sistema	Número y frecuencia de participantes en cada fase
	Control	Derechos de propiedad (individuales o colectivos) reconocidos	Tipo de tenencia de la tierra, reglas sobre el uso y disposición de los recursos
		Poder de decisión sobre aspectos críticos del sistema de manejo	Control local sobre precios y abasto de insumos o productos; acceso a maquinaria
	Organización	Tipo, estructura y permanencia de las organizaciones locales	Existencia de asociaciones para compra de insumos o venta de productos, cooperativas, uniones de crédito Reglas y sanciones para la toma de decisiones colectivas.

3.4 Resultados del Marco Teórico

En este punto se describe y discute el procedimiento de la asignación y evaluación de las dimensiones e indicadores considerando los puntos susceptibles de agroecosistema, así mismo se examina el estado y la presión a la que están sujetos por la actividad agrícola según la propuesta de la (OECD 1994) (Figura.1), modificada para este trabajo; se establecieron los grupos de variables; esto de acuerdo a lo que se manifiesta en la definición del desarrollo sustentable generada por un grupo de investigadores, citados por Girt (1990);

“Indican con una visión holística, y cuestionan la posibilidad de un crecimiento económico futuro ilimitado, establecen la importancia de la equidad (distribución) con relación a la sustentabilidad, debido a la destrucción avanzada de los recursos naturales y a la inseguridad de sostener la vida; así se puede determinar que el desarrollo sostenible involucra las dimensiones económicas, ecológicas y sociales”.

También señalan que:

“En la agricultura sostenible se incluyen aspectos técnicos, ecológicos y reflexiones del por qué la agricultura debe ser sostenible como objetivo y como este puede ser alcanzado en el contexto de las necesidades y la suficiencia alimentaria, especialmente en los países en desarrollo, donde la población creciente y las necesidades de alimentos van incrementando. Una agricultura sostenible es por lo tanto un tipo de agricultura cuya productividad permite llenar las necesidades cambiantes de la población actual y futura manteniendo intacto su potencial productivo”.

Estos conceptos teóricos deben reflejarse en actitudes y actividades agrícolas en la práctica, que permiten a los productores y las autoridades agropecuarias tomar decisiones y acciones propias para cada región, localidad o sistema de producción, en el uso de la tecnología y de sus recursos naturales; para ello es importante contar con un mecanismo de evaluación del desempeño de los factores endógenos y

exógenos, así como las externalidades que se involucran en el agro ecosistema de maíz en Zapopan, Jal. Este mecanismo es la creación de indicadores, que permita observar el desempeño holístico del agroecosistema, la primera acción es mantener el equilibrio de las dimensiones del límite del sistema, observando las condiciones actuales y con ello proyectarlo al futuro, dentro de las propiedades que deben tener los indicadores, de acuerdo a lo señalado por Bakkes (1994):

“A diferencia de una información exclusivamente numérica, un indicador describe un proceso específico o un proceso de control. Los indicadores, por lo tanto son particulares a los procesos de los que forman parte. Algunos indicadores apropiados para ciertos sistemas pueden ser inapropiados para otros sistemas; en la selección y elaboración de indicadores es necesario definir un modelo que permita estructurar información muy diversa y dispersa. Los indicadores deben de reflejar la problemática, limitaciones y soluciones.”

Este autor señala que los indicadores deben ser los apropiados para las dimensiones y los procesos que en ellos se llevan a cabo; esto significa que los indicadores deben generarse para los diferentes sistemas de producción agrícola, de acuerdo a las condiciones propias y actuales, considerando que los sistemas son dinámicos. Este estudio se elaboró de una forma estática y se establecieron indicadores que reflejan los problemas y su posible solución; también es conveniente establecer a la vez, un mecanismo de seguimiento y control por parte de los usuarios. En este mismo aspecto (Glissman 2001), señala que:

“ Los indicadores que podrían usarse para considerar la presión en el aspecto biofísico, la meta en el sistema agrícola sería comparar el estado ecológico presente (las demandas de los recursos naturales y el ecosistema); se refiere a los recursos naturales y los servicios ecológicos disponibles en el límite físico definido del agro ecosistema. Un agro ecosistema sustentable debe poder producir sin generar el deterioro irreversible en los sistemas ecológicos. Estos indicadores representan la linearización de materia y energía que fluye en el agro ecosistema

(las entradas tecnológicas, activan cortando el sistema ecológico en los mandos de la regeneración)".

Con las consideraciones de los autores señalados, se establecieron las dimensiones, indicadores y los rangos de evaluación (Diagrama 1, Cuadro 6). De el agro ecosistema de producción de maíz para su análisis; Estos fueron evaluados de acuerdo a la asignación de valores umbrales que se determinaron para cada uno de ellos, teniendo como base los conceptos de la sustentabilidad como son la conservación de los recursos naturales, la equidad, adopción de tecnología blanda, la participación del genero y generacional en el sistema de producción agrícola; se tomó como eje central el sistema de producción o agro ecosistema por ser este el limite físico definido, y los productores por ser ellos quienes operan el sistema con diferentes tipos de tecnologías. No hay que olvidar que el sistema de producción tiene como soporte fundamental la familia y los factores que en ella interaccionan, y el sistema es el proveedor de bienestar económico e intrínsecamente es parte cultural con rasgos de conducta propia, diferentes a los demás sectores sociales.

Se consideró la dimensión **Sociocultural** y como indicador **"Tipo de Productor"**, en él se establecen los diferentes grupos de campesinos productores de acuerdo a: La tenencia de la tierra % Pequeña Propiedad. %Ejidal. %Comunal, edad, escolaridad, N° hijos, habitantes por unidad de producción (UP), trabajadores por UP, dependencia económica del padre, migración de los integrantes de la UP, aportación económica de los emigrantes, cambios en las prácticas agrícolas realizados para preservar el suelo y/o medio ambiente, productores dispuestos a modificar sus practicas agrícolas para conservar los recursos naturales, participación de mujeres directa o indirectamente en el sistema de producción y si los jóvenes se harán cargo del agroecosistema en el futuro.

En la dimensión **Físico-biológica**, se establece la **"Resiliencia"** como indicador, ya que es parte fundamental en los preceptos de la sustentabilidad y en el marco del sistema de producción de maíz, se evalúa como indicadores la fortaleza y

susceptibilidad para enfrentar, por sí mismo, eventos agro climáticos (heladas, inundaciones, sequías, granizadas), ataque de insectos y/o enfermedades y el grado de recuperación por sí mismo, esto sin la intervención de los productores. En la misma dimensión se encuentra el indicador **“Adopción de Tecnología”**; se analiza el manejo y conocimiento de las prácticas agrícolas sustentables, ya que el ingreso de tecnología que favorece la producción y productividad puede alterar otros factores que son apropiados para la conservación del sistema a largo plazo; para ello se analizan los siguientes indicadores: practicas de conservación del suelo por año, practicas de conservación de agua por año, incorporación de estiércol y/o materia verde al suelo, uso de semillas mejoradas, dependencia de fertilizante químico, dependencia de pesticidas para control de plagas y/o enfermedades, ya que inciden en la producción como se indica con anterioridad.

En la dimensión **Económica**, se tiene como indicador el **“Cambio del uso del suelo”**., Si se considerara al suelo como materia prima análogamente a lo que sería la materia prima en un sistema de producción industrial tomando en consideración la cantidad y calidad para abastecer o elaborar un producto, éste se reflejaría en la producción y productividad; si así fuera entonces sería el factor importante a analizar; sin embargo, la visión holística que se observa en este estudio, no permite considerarlo de esta forma, ya que todos los indicadores tienen la misma importancia. El suelo en este estudio y en la dimensión indicada se analiza desde la perspectiva de la presión que se ejerce para cambiar su vocación por los productores y las razones internas, así como las externalidades por las que lo hacen. En la misma dimensión se analiza la **“Rentabilidad”**; este indicador, en la globalidad económica permea a todos los sistemas productivos incluyendo los agrícolas, que tienen que competir con calidad en productos y precios en condiciones desiguales a los países industrializados ya que el uso de energía para la producción es desigual, inclusive las condiciones de la aplicación de apoyos económicos directos (subsidios) por parte de los gobiernos; habría que considerar que se ejerce presión por los precios internacionales que se justifican con la

demanda mundial de este grano. Al interior del sistema la presión por obtener mayor producción, demanda gran cantidad de energía, traducida en insumos de aplicación (directos e indirectos), los que incrementan sus costos de producción; en este aspecto, la sustentabilidad aplicada en el agroecosistema, la equidad se refiere, a la distribución uniforme de los ingresos proporcionados por esta actividad y que satisfagan las necesidades de quienes operan en la unidad de producción, en términos estrictamente financieros deben ser rentables.

En la dimensión **Política**, se plantea y analiza la **“participación en la planeación agrícola ”** como indicador; la propuesta de este indicador es una aportación a estudios de este tipo, ya que las políticas públicas relacionadas con la agricultura son determinadas en la generalidad de una forma lineal, sin considerar que las necesidades prioritarias de los productores además de que no son diferenciadas; por lo tanto se debe considerar el amplio concepto de la democracia en los términos de participación de los productores en la planeación y programación de proyectos tanto en la aplicación de recursos económicos como en las estrategias de comercialización y manejo del sistema en los términos de la sustentabilidad, considerando la diversidad de tipos de productores y sus necesidades particulares.

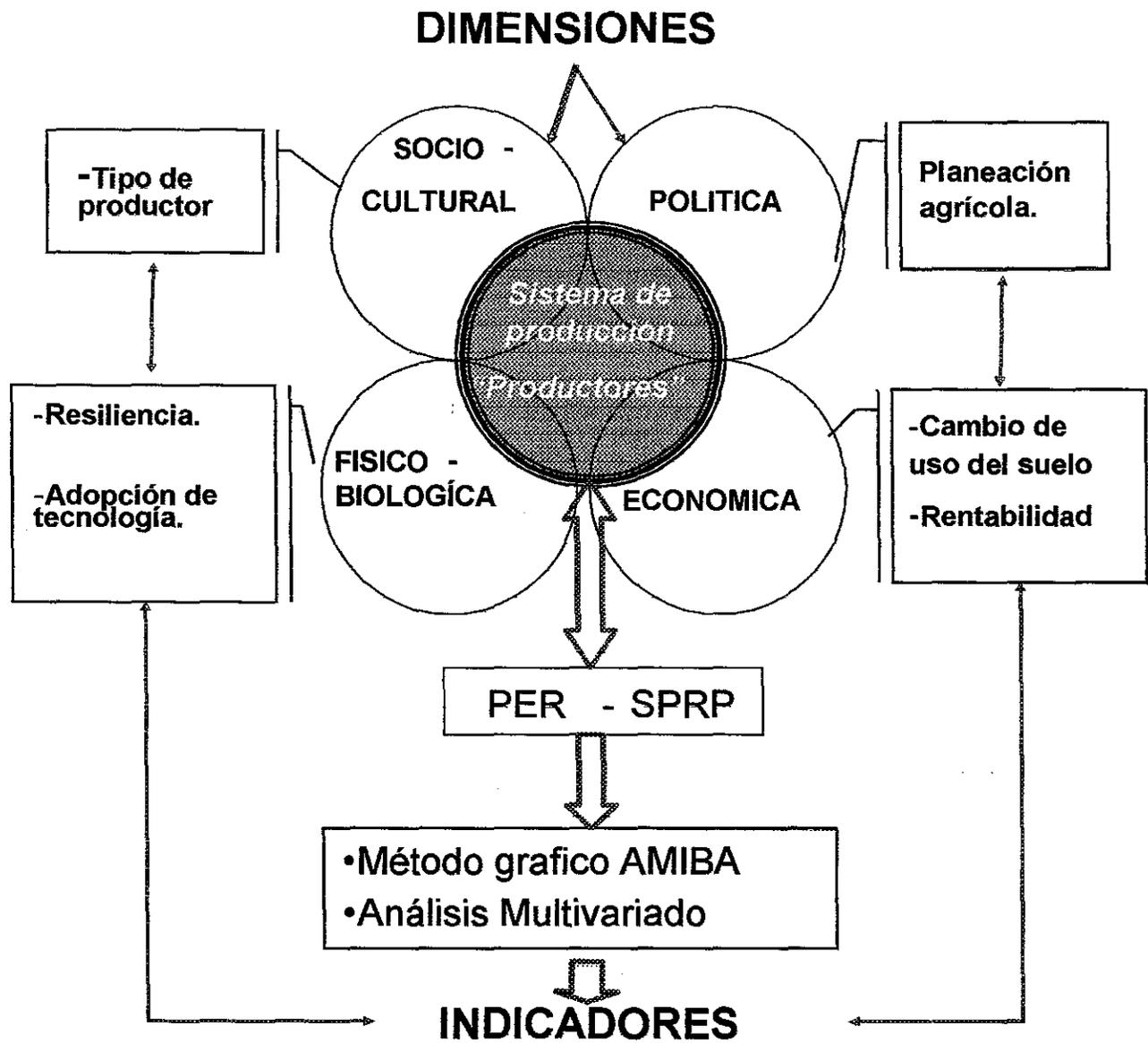


Diagrama 1. Dimensiones e Indicadores que intervienen en el estudio

Cuadro 6. Asignación de indicadores para la interpretación del análisis del sistema de producción de maíz en Zapopan, Jal.

Indicadores	Rango de valuación
SOCIO – CULTURALES	
TIPO DE PRODUCTOR	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tenencia de la tierra % PP. %E. %C ❖ Edad, escolaridad, N° hijos ,habitantes UP, trabajo UP, ❖ dependencia del padre, migración, aporte económico de migrantes ❖ 1-5 cambios prácticos realizados para preservar el suelo y/o medio ambiente ❖ 50 – 80 % de productores dispuestos a modificar sus practicas agrícolas para conservar los recursos ❖ 50- 100 % las mujeres participan directa o indirectamente en el sistema de producción. ❖ 50 – 100 % de los jóvenes se harán cargo del agro ecosistema en el futuro.
ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 1-2 análisis de suelo/ año ❖ 1-3 practicas de conservación del suelo/ año ❖ 1-3 practicas de conservación de agua/ año ❖ => 300 Kg. / año de incorporación de estiércol y/o materia verde ❖ 100% uso de semillas mejoradas ❖ 1- 50 % dependencia de fertilizante químico ❖ 1 = 50 % dependencia de pesticidas para control de plagas y/o enfermedades ❖ 5-8 ton/ha de producción de maíz
ECONOMICO	
CAMBIO DEL USO DEL SUELO	< - 10 % (otro cultivo, vivienda)
RENTABILIDAD	> Ccostos de producción
POLITICO	
PARTICIPACIÓN EN LA PLANEACIÓN AGRÍCOLA	❖ 50- 80% consulta sobre necesidades en el agro ecosistema de parte de los planificadores del sector agrícola
FÍSICO BIOLÓGICAS	
RESILIENCIA	❖ 1-2 eventos agro climáticos /año negativos / 80 % de recuperación sin la intervención del productor

IV. OBJETIVOS

En función de lo establecido en los resultados del marco teórico, se plantearon los siguientes objetivos:

4.1. Objetivo General

Generar los indicadores de sustentabilidad del agroecosistema de maíz en Zapopan, Jalisco.

4.1.1. Objetivos Particulares

Obtener la tipología y uso de tecnología de productores del municipio de Zapopan, Jalisco.

Determinar la tenencia de la tierra del municipio de Zapopan, Jalisco.

Definir el nivel de migración de las unidades familiares del municipio de Zapopan, Jalisco.

Definir la participación de la mujer y de los jóvenes en el agro sistema maíz del municipio de Zapopan, Jalisco.

Establecer la participación de los productores en la planeación agrícola en el municipio de Zapopan, Jalisco.

Definir la presión y el estado de los recursos naturales, del agro ecosistema en el municipio de Zapopan, Jalisco.

Congruente con los objetivos, se planteó la siguiente hipótesis:

V. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis

La tenencia de la tierra, tipo de productor, migración, género, generacional, resiliencia, tecnología, cambio de uso del suelo, participación en la planeación agrícola, son las variables que explican el agro ecosistema de maíz zapopano y a partir de ellas se pueden generar los indicadores de sustentabilidad del mismo.

VI. METODOLOGÍA

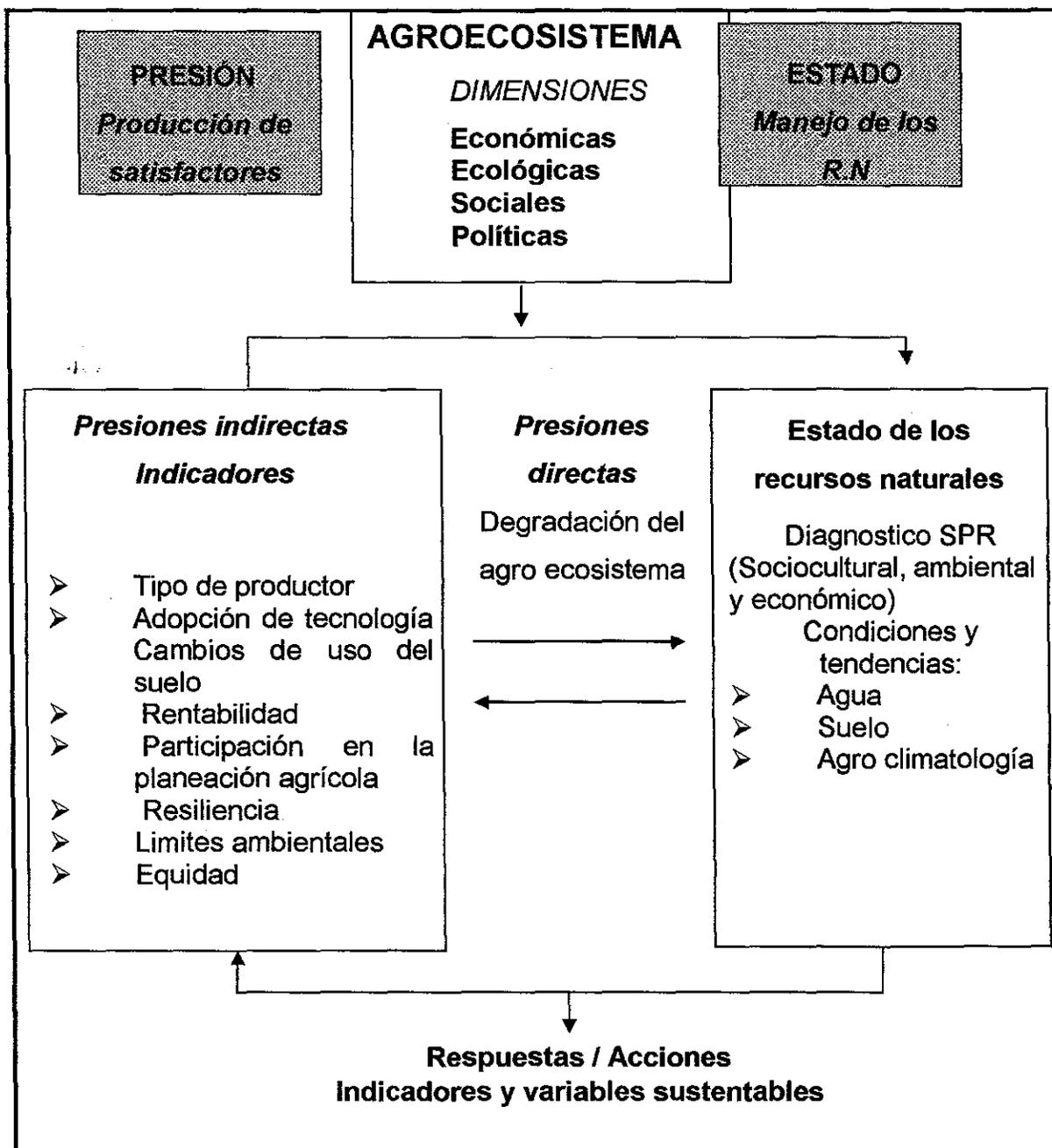
6.1. Métodos y Técnicas

Como método de trabajo se utilizó el PER (Presión-Estado-Respuesta) modificado. (Figura2). Con este método se obtuvieron las variables de interés así como las interrelaciones siguientes: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el medio ambiente, modificando con ello la calidad y cantidad, es decir el estado (E) de los recursos naturales; la sociedad responde (R), a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales, tanto ambientales como Socio económicas, las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas.

Para captar la información se utilizó el taller de sondeo y planificación rural participativo (SPRP propuesto por Selener, 1990). A través del taller se obtuvieron

elementos para definir las variables de estudio e identificar los elementos para construir los indicadores y puntos críticos del agro ecosistema.

Se aplicó un cuestionario para obtención de información técnica, económica y de manejo del agro ecosistema en estudio.



Fuente : OECD Towards Sustainable Development: Environmental Indicators OECD, Paris, 1998

Figura 2. PER (Presión – Estado – Respuesta) Propuesta de Modificación.

Socio económicas, las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas.

6.1. 1 Variables

En este trabajo las variables consideradas a nivel de sistema de producción o unidad productiva o de finca como, se le quiera identificar, están ordenadas por las dimensiones físico-biológico, económico, político y sociocultural; cada dimensión tiene 6 indicadores, son evaluados por 23 variables.

Con relación a la dimensión **socio-cultural** se determinó como indicador el **tipo de productor**.

- En la **dimensión física biológica** se estableció la **resiliencia** y la **adopción de tecnología** sustentable.
- En la **dimensión económica**, se seleccionó el **cambio de uso del suelo** y la **rentabilidad** de agro ecosistema.
- En la **dimensión política** se obtuvo el impacto de la **planeación agrícola** y la participación de los productores en ella.

6.2. Población y Muestra

La muestra se obtuvo a través de una población de 1492 productores de maíz; estos representan cada unidad de producción que fue apoyada durante el ciclo primavera-verano 2002 en Zapopan, Jalisco (el apoyo fue por medio del programa Pro campo aplicado por la SAGARPA). Se realizó la estratificación considerando como criterio el número de hectáreas apoyadas por productor; se realizó el corte de las colas de la población, para tener una mejor distribución, de esta manera se obtuvieron cinco estratos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estratos generados por el numero de hectáreas sembradas; apoyadas por el programa Pro campo (SAGARPA), y la determinación del numero de muestra

<i>ESTRATOS</i>	<i>NUMERO DE HA.</i>	<i>NUMERO DE MUESTRAS</i>
ESTRATO N° 1		
N = 20	155-50 ha	n = 6
ESTRATO N° 2		
N = 60	49-20 ha	n = 8
ESTRATO N° 3		
N = 106	19-10 ha	n = 5
ESTRATO N° 4		
N = 448	9-5 ha	n = 10
ESTRATO N° 5		
N = 858	4.99-0.29 ha	n = 6
<p>Muestras aleatorias de las localidades en Zapopan, Jal.</p> <p>N = 173 localidades.</p> <p>31,250 Habitantes en la Zona Rural.</p> <p>n = 16</p>		

Se calculó una muestra aleatoria de 173 localidades del municipio de Zapopan, Jalisco. Con una base de 31,250 habitantes de la zona rural, se obtuvo una muestra de 16 localidades, la relación de la estratificación con el número de hectáreas, se sustenta en la extracción aleatoria de información ya que las condiciones socioeconómicas, culturales, ecológicas, agrícolas no son homogéneas en las diferentes localidades del municipio entre pares con la misma superficie; estas localidades se describen en el (Cuadro 8).

Cuadro 8. Relación de localidades donde se realizó el muestro.	
N°	NOMBRE DE LA LOCALIDAD
1	El Triangulo
2	El Álamo
3	Balneario San José
4	La bolsa del Rayo
5	Camino a las Víboras
6	Nextipac
7	La Primavera
8	Rancho de la Esperanza
9	Tesistan
10	Cola de caballo
11	Lomas de tesistan
12	Kilómetro veinticuatro
13	Lomas de montechelo
14	La mesa
16	El Taray.

6.3. Instrumentos de Medición

Como instrumento de medición se utilizó una técnica mixta, combinando una presentación grafica con información numérica para aquellos indicadores que lo permitan, a través del método grafico radial.

Método gráfico radial (AMIBA), (Brink et.al., 1991). En este método se dibuja un diagrama (Diagrama 1); radial en el cual cada uno de los indicadores escogidos para el análisis representa un eje por separado, con sus unidades apropiadas, Para hacer más expedita la interpretación del diagrama, se construyen valores umbrales para cada Indicador, que representan el porcentaje de la situación analizada con respecto a un valor óptimo o umbral (valor de referencia). El diagrama muestra de manera cualitativa qué nivel y obertura del objeto deseado se tiene para cada indicador.

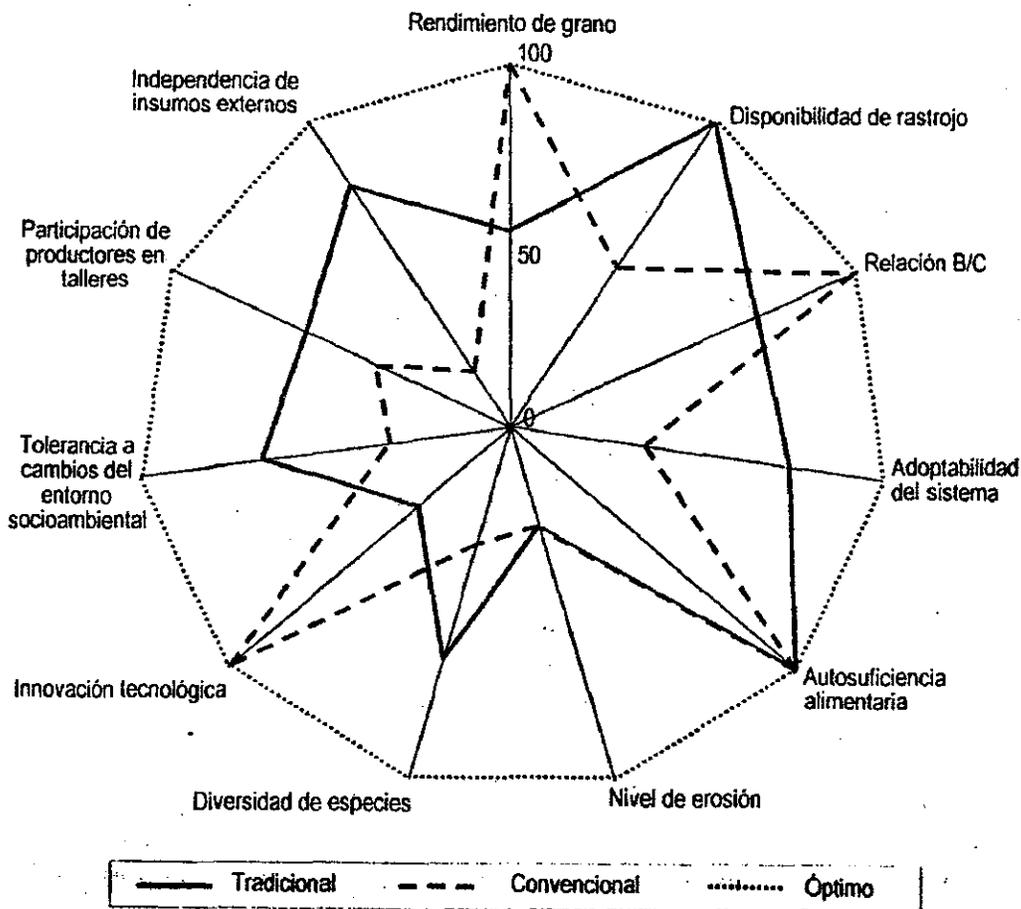


Diagrama 2.

Análisis multivariado (componentes principales).

Análisis en componentes principales. Una de las técnicas estadísticas más usadas para el análisis de datos multivariados es el Análisis en Componentes Principales (ACP), el cual permite apreciar desde cierta perspectiva la estructura de la matriz de datos. En el Análisis de Componentes Principales las variables observadas son expresadas en un número reducido de combinaciones lineales, con el propósito de resumir la mayor parte de la varianza en la muestra. Los objetivos más importantes del (ACP) son:

Generar nuevas variables con propiedades convenientes (independientes y de varianza máxima) que expresen la información contenida en un conjunto de datos.

Reducir la dimensión del problema que se está estudiando, es decir, que el número de nuevas variables que se requieran sea bastante menor que el número de variables originales. Esto será probable en la medida en que las variables originales están correlacionadas.

Definición de los componentes principales. **Los componentes principales son nuevas variables formadas por combinaciones lineales de las variables originales.** El primero es la combinación lineal con varianza máxima; el segundo es la combinación lineal con varianza máxima, pero independiente del primero; el tercero también maximiza la varianza pero es independiente de los dos primeros, y así sucesivamente. Se pueden calcular tantos componentes como variables originales, pero se espera que con los primeros componentes se pueda explicar la mayor parte de la variabilidad presente en los datos originales. Al analizar pocos componentes se pueden obtener conclusiones más fácilmente acerca de la relación existente entre las variables originales. En lo particular se puede saber cuáles de estas variables son más importantes y cuáles de ellas se midieron inútilmente, ya que la información que generaron estaba incluida en las otras variables.

Denótese por X_1, X_2, \dots, X_p a las variables originales y sean Y_1, Y_2, \dots, Y_p los componentes principales. Los "p" componentes principales se pueden escribir como

$$Y_1 = \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \alpha_{13}X_3 + \dots + \alpha_{1p}X_p$$

$$Y_2 = \alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2 + \alpha_{23}X_3 + \dots + \alpha_{2p}X_p$$

$$Y_3 = \alpha_{31}X_1 + \alpha_{32}X_2 + \alpha_{33}X_3 + \dots + \alpha_{3p}X_p$$

$$Y_p = \alpha_{p1}X_1 + \alpha_{p2}X_2 + \alpha_{p3}X_3 + \dots + \alpha_{pp}X_p$$

y en notación matricial. $Y = A'X$,

La interpretación se realizó a través de Biplot,

1. La longitud de cada vector-variable en biplot, relativo a su longitud en el espacio original de "p" dimensiones, indica qué tan bien se representa dicho vector en la gráfica de dos dimensiones. Los vectores que no caen cerca del plano definido por los dos primeros componentes principales, proyectarán en el biplot vectores mucho más cortos en relación al espacio original de "p" dimensiones, para tales variables; lo dicho Biplot en particular tendrá una representación pobre de las relaciones entre variables y las interpretaciones relacionadas con ellas deberán evitarse.

2. El ángulo entre dos vectores-variable reflejara su correlación "n" en una proyección de dos dimensiones. La correlación es el coseno del ángulo; un ángulo de 90° indicara cero correlación; un ángulo de 0° o de 180° indica una correlación de 1.0 ó -1.0 respectivamente. Cabe aclarar que los ángulos entre vectores se traducen en correlaciones solamente debido a que las variables fueron centradas (a cada valor se le restó la media) antes de que se llevara a cabo el análisis.

3. La proximidad espacial de observaciones individuales entre las unidades refleja sus similitudes; puntos cercanos tienen valores similares y viceversa.

4. Los valores relativos de las observaciones para una variable en particular pueden verse proyectados los puntos de las observaciones sobre el vector que representan las variables, sea esta proyección en sentido positivo o negativo. El vector señala la dirección de los valores mayores para las variables.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Los resultados que se presentan en esta sección del capítulo (Cuadro 9), son analizados bajo criterios no paramétricos; se establece un balance cualitativo y cuantitativo de las variables de forma individual y por grupo de variables, relacionadas con los indicadores correspondientes; se determino la presión y el estado actual, así como la aportación a los postulados por la sustentabilidad de acuerdo a los rangos umbrales propuestos. Así mismo se determino la unidad, como valor para los indicadores y se pondero este valor, para cada variable, de tal manera se observa; que el indicador Rentabilidad, tiene una mayor presión con un valor de 52; el indicador Tipo de Productor, cuenta con el siguiente valor 36.8; así mismo el indicador Adopción de Tecnología, tiene un valor de 28; con un valor de 12 se encuentran los indicadores, Cambio de uso del suelo y Participación en la planeación agrícola; con el valor mas bajo 6, se encuentra el indicador Resiliencia; En esta evaluación se establecieron los siguientes marcadores individuales, para las variables en las que se observa la el grado de aportación a la sustentabilidad ejercida, por la actividad en el agro ecosistema en estudio.

(-) = Las variables que tiene este marcador, alcanzaron solamente el 25% de lo establecido como rango o valor umbral, por ello se considera que no contribuyen a la sustentabilidad del agro ecosistema.

(+/-) = Las variables que tiene este marcador, alcanzaron menos de 50% pero más del 25% de lo establecido como rango o valor umbral, por ello se considera que tienen contribución sin obtener el rango propuesto.

(+/+) = Las variables que tiene este marcador, alcanzaron el rango establecido como valor umbral por eso se considera una contribución alta a la sustentabilidad.

Cuadro 9. Análisis del balance de variables del (PER); que contribuyen a la sustentabilidad del agro ecosistema maíz en Zapopan, Jalisco.

Indicadores	Criterio (Variable)	Balanza	Rango de evaluación propuesto	SI	NO	Resultado
Tipo de productor	Edad	+ / -	25-45 años	.4	.32	16 (2.3)=36.8
	Escolaridad	- / -	12 años escolaridad	.4	.32	
	Nº hijos.	+ / -	< 4	.16	.20	
	Habitantes UP	+ / -	< 5	.17	.19	
	Trabajo UP	+ / +	1-3	.32	.4	
	Dependencia del padre	+ / +	1-3	.20	.16	
	Migración	+ / -	1-20 %	.14	.22	
	Productores dispuestos a modificar sus practicas agrícolas para conservar los recursos	+ / +	50-80%	.21	.15	
Adopción de tecnología	Mujeres que participan directa o indirectamente en el sistema de producción	+ / -	50 – 100 %	.17	.19	16 ((1.8)=28
	Jóvenes que se harán cargo del agro ecosistema	- / -	50 – 100 %	.13	.23	
	Análisis de suelo	+ / -	1-2 análisis de suelo /año	.17	.19	
	Practicas de conservación de suelo	- / -	1-3 practicas de conservación / año	.6	.28	
	Practicas de conservación de agua	+ / -	1-3 practicas de conservación / año	.10	.26	
	Incorporación de estiércol y/o materia verde	- / -	= > 300 kg / año	.18	.18	
	Uso de semillas mejoradas	+ / -	100 %	.22	.14	
Cambio del uso del suelo	Dependencia de fertilizante químico	- / -	1-50 %	.36	.0	16 (.79)=12
	Dependencia de pesticidas, control de insectos o enfermedades	+ / -	1-50 %	.20	.16	
Rentabilidad	Venta de terreno	- / -	< -10 %	.19	.17	16 (.79)=12
	Cambio de cultivo	- / -	< -10 %	.6	.30	
Participación en la planeación agrícola	Utilidad mayor que los costos de producción	- / -	80% de productores	.33	.3	16 (.33)=5.2
Resiliencia	Consulta sobre necesidades en el agro ecosistema de parte de los planificadores del sector agrícola	- / -	50 – 80%	.8	.28	16 (.8)= 12
Resiliencia	Granizadas	+ / -	1-2 eventos negativos / auto, recuperación/80%	.2	.34	16 (.4)=6
	Vientos	+ / -	1-2 eventos negativos / auto, recuperación / 80%	.2	.34	
(-) = No contribución a la sustentabilidad						9
(+/-) = Contribución sin obtener el rango propuesto						11
(+/+) = Contribución alta, a la sustentabilidad						3

EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES:

Tipo de productor; Adopción de tecnología; Cambio de uso del suelo; Rentabilidad; Participación en la planeación agrícola; Resiliencia.

$$(TP = 16 + AT = 16 + CS = 16 + R = 16 + PP = 16 + R = 16)$$

$$16(2.3) + 16(1.8) + 16(.79) + 16 (.33) + 16 (.8) + 16 (.4)$$

$$36.8 + 28 + 12 + 5.2 + 12 + 6 = 100$$

7.1.1 Con representaciones graficas radiales y descriptivas, en este parte del capitulo se observa la **tipología de los productores**; los porcentajes que se determinaron en la ilustración (Grafico 1), relativos a la distribución de la propiedad de la tierra en donde los ejidatarios y comuneros ostentan el 50% de la superficie, en tanto que los pequeños propietarios tienen el 38% de esta; un factor de comparación entre estos dos bloques de productores es la producción y productividad en el agro ecosistema; no se observan variaciones importantes entre productores ejidatarios, pequeños propietarios y comuneros con rendimientos de acuerdo al diferencial de superficie por productor; sin embargo con relación a la adopción de tecnología, tendiente a la sustentabilidad se observa que los pequeños propietarios están adquiriendo mayor conocimiento y aplicación de técnicas y tecnologías (maquinaria especializada en labranza mínima, sembradoras, control biológico, equipo), así como la modificación en el manejo técnico, la forma de tenencia de la tierra en teoría no tiene que haber diferencia en la adopción y aplicación de tecnología para llevar a cabo los cambios relativos para alcanzar la sustentabilidad; sin embargo, la capacitación, así como la elaboración de programas y proyectos que involucren directamente a los productores con aplicación de recursos económicos en la UP, y que son limitantes para avanzar en estos conceptos; Esta participación de los productores debe ser por las necesidades diferenciadas tanto en las condiciones físico-biológicas, económicas, socioculturales así como la participación en las decisiones en la planeación de programas y proyectos agropecuarios conjuntamente con las instituciones gubernamentales pertinentes.

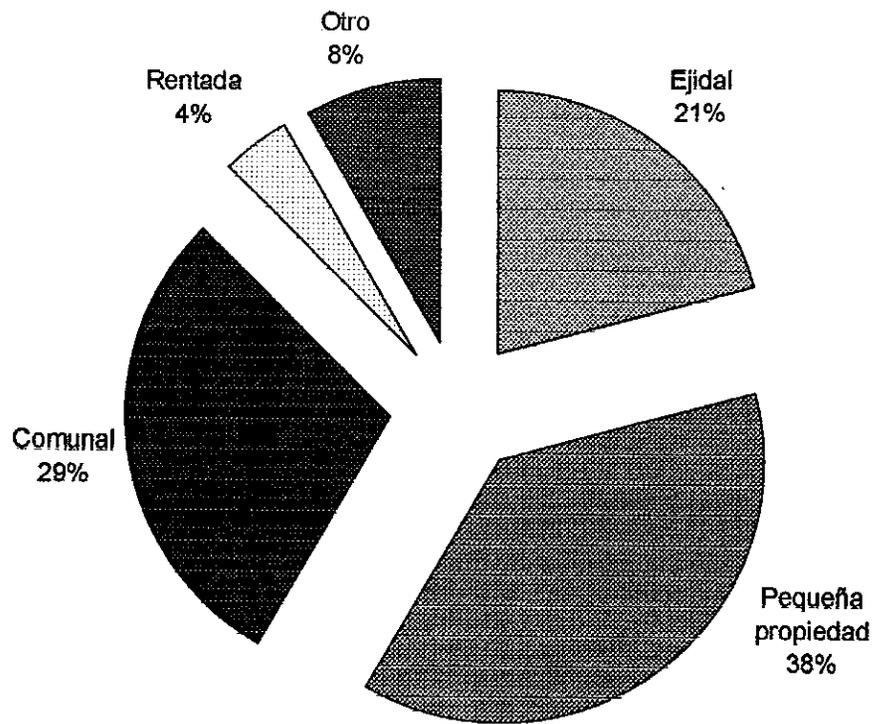


Grafico 1

Tenencia de la tierra

Tipo de productor

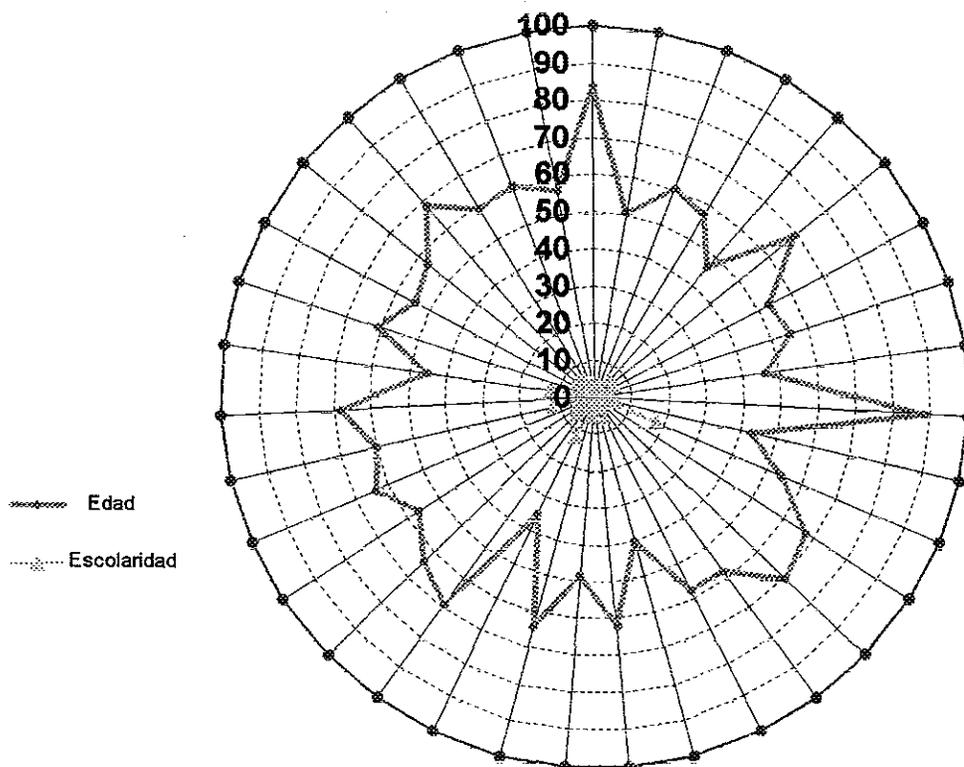


Grafico .1.2

Tipo de productor

Edad y Escolaridad

Para la relación de la edad y la escolaridad de los productores (Gráfico 1.2); solo se encontró un productor menor de 40 años; un alto porcentaje de ellos entre los 50 y 60 años y en menor porcentaje de 70 y 80 años; estos datos reflejan que los campesinos productores son viejos, la lógica del desarrollo sustentable indica que en toda actividad productiva sectorial es necesaria la renovación generacional con mejores conocimientos y condiciones educativas, que provocan cambios en los esquemas de los sistemas productivos, tratando de producir y conservar los recursos desde la óptica de la sustentabilidad.

En este caso, la renovación generacional en la actividad agrícola no se está llevando, creando con ello lo siguiente: resistencia a los cambios tecnológicos que requiere el sistema de producción, cambio de actividad productiva por otras más amables para la salud; por otra parte, se observa que la esperanza de vida de los productores se ha incrementado, considerando que en Jalisco según INEGI (1994); la esperanza de vida se establece en 75.4 años, invariablemente a mejorado la calidad de vida.

El bajo nivel de escolaridad de los productores está relacionado con el fenómeno histórico de la educación en las zonas rurales, donde la prioridad en décadas pasadas era trabajar en el campo, por falta de recursos económicos para asistir a la escuela, además de culturalmente considerar la abundancia de hijos como mano de obra potencial para el sustento de la UP; otro aspecto era el no contar el estado, con la infraestructura educativa suficiente en las zonas rurales; Así se manifiesta en él (Gráfico 1.2), en donde el 90 % de los productores no pasa de seis años de escolaridad y solo el 10 por ciento tiene un grado de estudios mayor; habrá que considerar que actualmente por ley está establecido como mínimo el nivel de secundaria para todos los jóvenes en el estado. Las limitantes señaladas se manifiestan en dificultar la inducción de nuevos criterios prácticos para la producción agrícola que requieren de conocimientos básicos sobre la sustentabilidad.

En el Gráfico 1.4, se describe el número de hijos y se observa que actualmente las familias dejan de ser numerosas ya que el promedio oscila entre 4 y 6, rompiendo el paradigma de familias que en décadas pasadas en las áreas rurales se encontraban entre 10 y 15 hijos en promedio, ya que se consideraba que a mayor cantidad de hijos mayor fuerza de trabajo en la UP, así como contar con seguridad de ingresos económicos vía el empleo de parte de los hijos que no trabajaban en la finca.

Otro fenómeno que se incorpora a este proceso es la mecanización del campo desplazando gran cantidad de mano de obra la que es aprovechada por

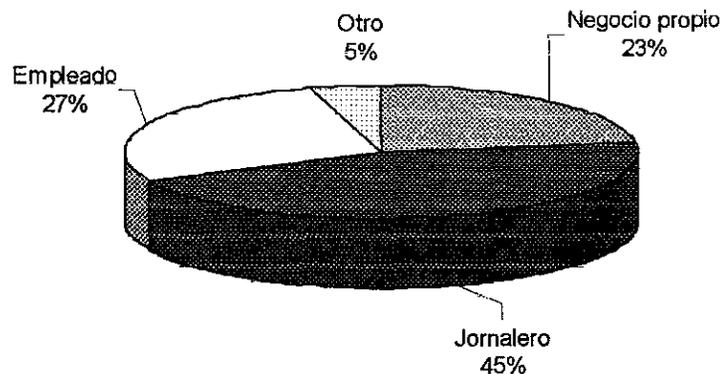


Gráfico 1.3

Tipo de productor

Trabajo fuera de la UP

Factorías e incorporándose a oficios en talleres diversos. La tasa de crecimiento anual en Jalisco 1990-2000 es de 1.8, según INEGI 2000, por lo que, se considera este porcentaje aplicado a este estudio se puede establecer que no está dentro de el parámetro que se estableció como sustentable; en el (Gráfico 1.4), se observa que el promedio de hijos que trabajan en la UP, es del 2%.

En la actualidad se han incorporado uno o dos hijos en promedio a estudiar (Gráfico 1.5), los dependientes del jefe de familia entre 4 y 5; esta dependencia económica está sustentada principalmente en los recursos que se obtienen en el sistema de producción, como se observa en el (Gráfico 1.3), un alto porcentaje de productores está trabajando fuera de la unidad de producción; esta condición en términos de la sustentabilidad es negativa, ya que el supuesto sustentable establece que el sistema debe proveer la equidad en los ingresos económicos mínimos necesarios para contar con los satisfactores para un buena calidad de vida de los integrantes de la UP. Es preocupante que los productores tengan la necesidad de emplearse como jornaleros y empleados, ya que esto muestra que la UP, no satisface los requerimientos económicos demandados por sus integrantes, generando con ello fenómenos como la migración, venta y abandono de la actividad agrícola así como cambio de uso del suelo.

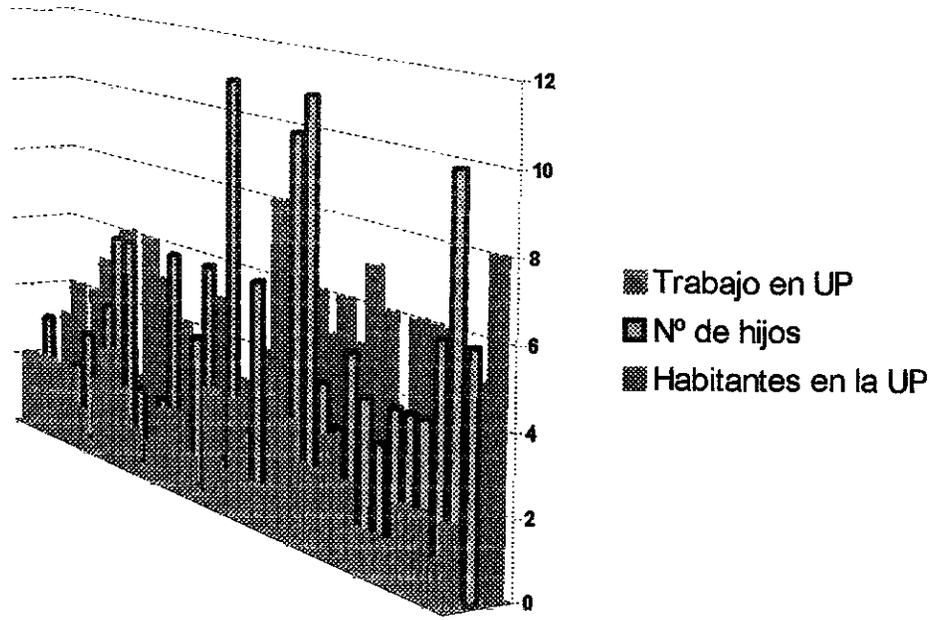


Grafico 1.4

Tipo de productor

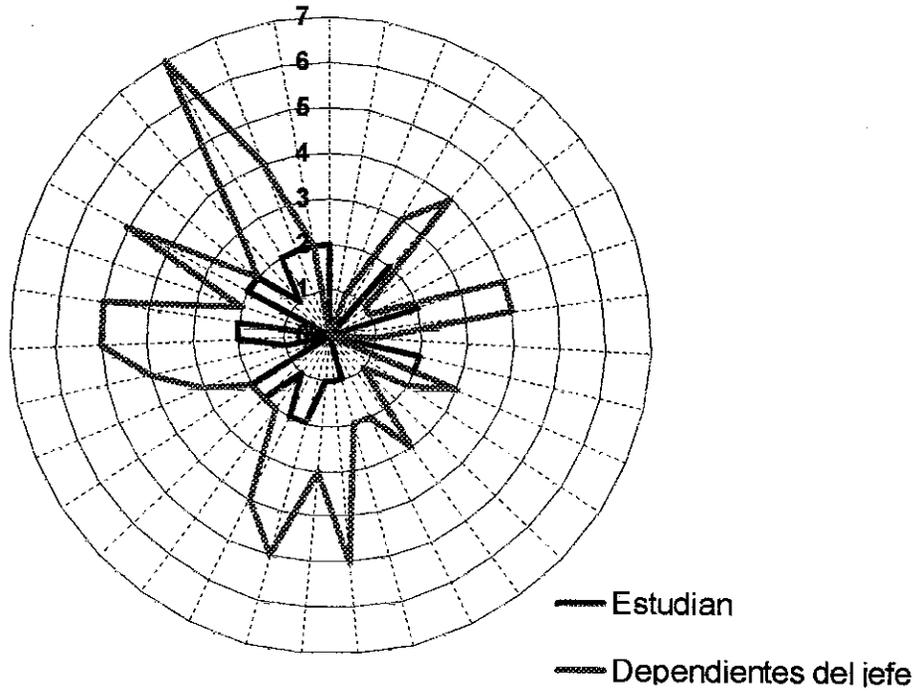


Grafico 1.5

Tipo de productor

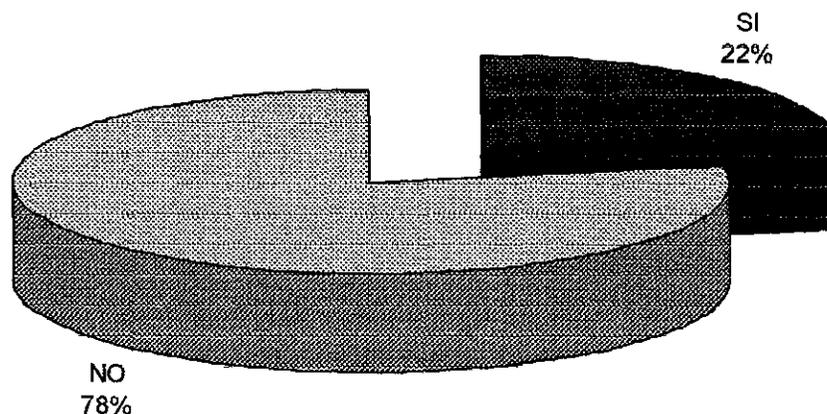


Grafico 1.6

Migración / UP.

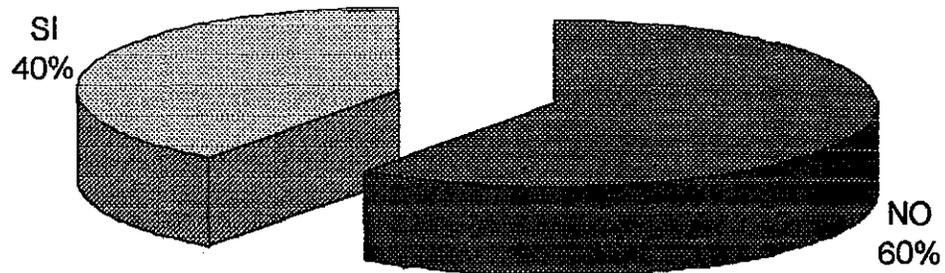
Tipo de productor

En el (Grafico 1.6), se muestra que el lugar de migración es el país del USA; históricamente, los flujos migratorios hacia el norte se han caracterizado por ser en mayor medida de origen campesino En Jalisco, de un total de 3'584 957 habitantes, se tiene que 170 793 migran a los USA, según (INEGI 2000); y además se cuenta con el 30.7 % de migrantes con edades de 25-39 años; de 40-59 años el 12.3 %, así como el 4.2 % con 60 años y más. Para el presente estudio, el concepto de sustentabilidad relacionado a la migración supone que sería mínimo ya que este fenómeno se expresa por falta de equidad en el sistema (no satisface los requerimientos económicos y expectativas de desarrollo de todos los integrantes de la UP); sin contar con un parámetro que establezca la normalidad de este fenómeno en una población, para este estudio se determino un rango de evaluación de 1-20 % como normal; según los datos presentados con antelación, tomando el primer rango

migrantes con edades de 25-39 años y un 30.7% de migrantes, es posible establecer que este grupo de migrantes, con estas edades corresponden al sector de la población rural que debería permanecer en sus UP, si estas fueran realmente creadoras de bienestar; sin embargo, este fenómeno tiene aristas que deben considerarse; una de ellas es la importancia que tiene en la actualidad los ingresos económicos que aportan estos migrantes a sus lugares de origen y al país en general más de quince mil millones de dólares.

Para este estudio considerando la sustentabilidad en su aspecto de equidad y considerando los parámetros establecidos y las observaciones descritas es posible establecer que se tiene una aportación sin llegar al parámetro establecido.

Con relación a la **participación de los productores para conservar los recursos naturales**, los datos se presentan en el (Grafico 1.7) el precepto nodal de la sustentabilidad, se refiere a la conservación de los recursos naturales; en el sistema se tiene que el 40% de los productores ya realizan cambios prácticos en el manejo, o aplicación de técnicas que le permitan en el tiempo producir y conservar estos recursos naturales; estas prácticas son principalmente, la incorporación de estiércol como fertilizante al suelo, la utilización de control biológico contra algunas plagas, el control parcial de la erosión hídrica, el parámetro que se propuso para este apartado es del 50% a 100% de productores que realizara estas prácticas, sin embargo los datos muestran que solo el 40% cumple con este requisito, por lo tanto este aspecto no contribuye a la sustentabilidad del sistema. Este aspecto, como los anteriores, está interaccionando con otros, como lo es la edad y escolaridad de los productores, capacitación y la integración en la decisión de los programas necesarios para alcanzar la estabilidad en el sistema de producción.



TIPO DE PRODUCTOR

Cambios prácticos realizados para preservar el suelo y/o
medio ambiente

Grafico 1.7

La **participación de la mujer** en los sistemas de producción agrícolas, actualmente se está incrementando, tanto en la planeación como en las labores propias del cultivo; este fenómeno se le conoce como la feminización de agricultura; los datos presentados en el (Grafico 1.8), indican que las mujeres participan en un 47%; esto significa que casi la mitad de las mujeres campesinas trabajan o participan directamente en la UP. El reconocimiento de esta participación por quienes deciden hacer el trabajo agrícola, tanto el jefe de familia como las autoridades agropecuarias deberán incluirlas en la planeación y operatividad de los programas y proyectos que van orientados a fortalecer la UP. En el concepto de la sustentabilidad, la inclusión del género (la mujer), en los estudios de carácter agrosocial, están orientados a fortalecer la participación en todas las áreas de la producción agropecuaria; esto es solamente acreditar lo que históricamente ha

sucedido con la participación del género en la construcción de la sociedad rural contemporánea, esta feminización de la producción agrícola ha sido producto de varios factores, entre otros la migración de los hombres maduros y jóvenes, así como la sustitución de roles en la familia, en la que los varones trabajan en otras actividades fuera de la UP, y las mujeres se hacen cargo de la producción agrícola. La participación de las mujeres en este estudio se manifiesta en el trabajo de labores culturales, cosecha principalmente, pero también lo ejercen en la planeación de la siembra, la venta y en otras actividades en la UP; esto se establece en el (Grafico 1.9). En este trabajo se estableció como rango de evaluación, la participación de la mujer en un 50% a 100%, como se establece con anterioridad, no alcanza este rango por lo que se considera que contribuye a la sustentabilidad sin llegar al rango establecido.

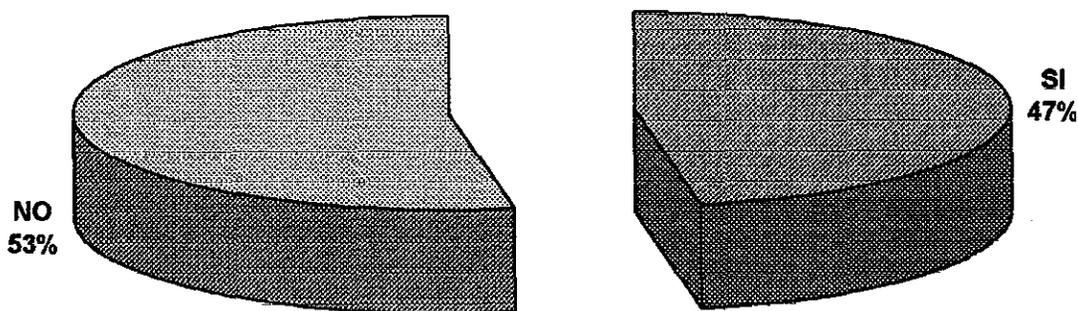


Grafico 1.8

Tipo de Productor
Participación de las mujeres en UP.

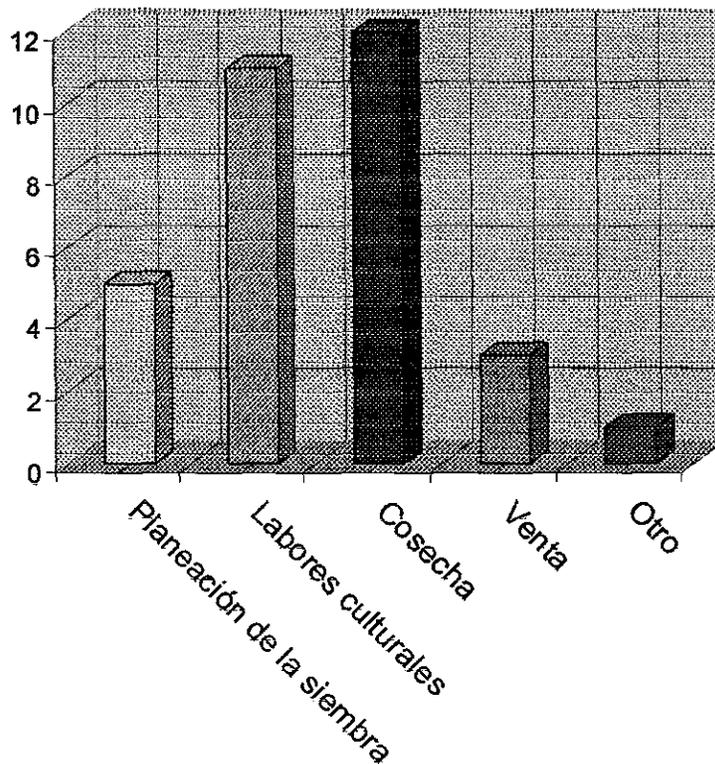


Grafico 1.9

Actividades de participación de mujeres UP

Tipo de productor

EL Indicador **“Adopción de tecnología”** relacionado a la sustentabilidad del sistema de producción de maíz, tiene que ver con el uso de prácticas agrícolas apoyadas con la tecnología y su aplicación en tiempo y forma, de tal modo que le permita al productor mantener en el largo plazo los recursos naturales en un estado de equilibrio. Por ejemplo, en la producción de cualquier producto agrícola es necesario mantener en un estado óptimo el principal recurso que es el suelo, por lo que se precisa realizar análisis para verificar su estado físico y químico, ya que de ello depende la producción y productividad del sistema; el indicador para este rubro (Grafico 2), se estableció en que los productores realizaran por lo menos uno o dos análisis de suelo por año, este propósito es para verificar el contenido de materia orgánica, la acidez como elementos básicos para el desarrollo del cultivo. Según los datos indican que lo propuesto, solo el 22% de los productores lo practica, cada dos

años el 25% lo realiza, el 11 % de los productores lleva cabo esta practica cada tres años y el 42 % nunca ha realizado análisis de suelo; entonces, solo el 22 % está en el rango del indicador propuesto, y el 58 % de los productores salen del indicador, por lo que se puede estimar que en este rubro el sistema no esta protegido por el porcentaje descrito; sin embargo sin ser estrictos, el 58 % que practica esta actividad que va de un año a tres, es importante para restablecer a corto plazo esta actividad, ya que para que el sistema resulte evaluado como sustentable se establece que esta practica deberá de realizarse como todas las demás en un cien por ciento por los productores.

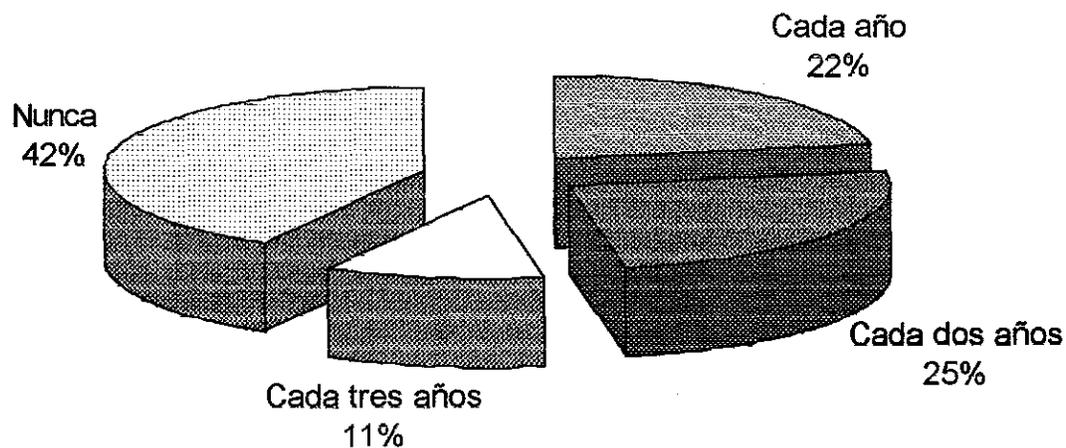
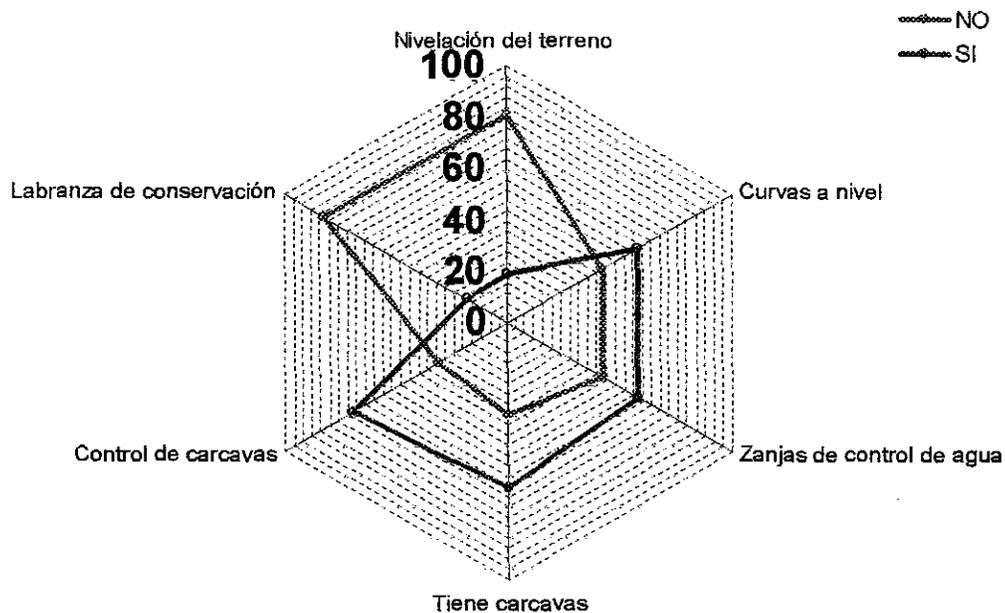


Grafico 2.

Adopción de tecnología Análisis de suelo

En el indicador Adopción de Tecnología, se observan las prácticas de conservación de suelo y agua, (Grafico 2.1). con relación a la **nivelación del terreno**; el ochenta y uno % de los productores no la realiza, esto debido en algunos casos a la orografía ya que la pendiente no lo permite y en otros debido a la falta de maquinaria, sin embargo en terrenos planos se practica el tabloneo; esto es una practica complementaria al rastreo, y que sirve para desmoronar terrones y emparejar, pero también se utiliza para nivelar de una forma empírica; hay que considerar que solamente los productores que cuentan con maquinaria lo realizan, este indicador no aporta a la sustentabilidad del sistema. La práctica de **curvas a nivel** el 58% de los productores las realiza, esto debido principalmente a las condiciones de suelos con pendientes moderadas, el 42 % restante no lo realiza debido a que la orografía del suelo no lo requiere; es importante considerar que uno de los elementos en la desnitrificación o erosión del suelo es generado por la acción del arrastre de sólidos por las corrientes de agua, por ello es importante incorporar esta practica en los suelos con pendientes que requieran controlar este efecto, por lo tanto esta práctica respecto a la contribución en la sustentabilidad, con los datos anteriores contribuye sin alcanzar el rango propuesto. En relación, **zanjas de control de agua**, se puede señalar que en dos décadas pasadas era una practica que le permitía al productor delimitar su parcela o predio mediante los llamados vallados; además estos tenían la propiedad de ser receptores de los excedentes de agua que por escurrimiento llegaban a estos sitios, esto permitía mantener la humedad necesaria en los suelo así como cargar los mantos freáticos de la zona. De esta manera se indica que el cincuenta y ocho por ciento de los productores tienen en sus parcelas esta condición; sin embargo el cuarenta y dos por ciento no cuenta con ésta, por lo que se considera que esta práctica no contribuye a la sustentabilidad del sistema. La erosión del suelo en su máxima expresión; esta detectada cuando aparecen **cárcavas** en la superficie del suelo, En este aspecto los productores señalaron en un sesenta y cuatro por ciento contar con cárcavas en sus parcelas y de este porcentaje el sesenta y nueve por ciento realiza control de éstas, por lo tanto hay contribución a la sustentabilidad del sistema. **Labranza de conservación**. Esta

técnica tiene su fundamento en buscar el menor movimiento de la tierra y la incorporación de esquilmos antes de la siembra con maquinaria diseñada ex profeso, buscando mejorar el contenido de materia orgánica, humedad, y la pérdida de suelo por erosión eólica e hídrica, así como el mejoramiento de otras propiedades del suelo; algunos aspectos de esta técnica se contraponen con los procedimientos que los productores practican, en virtud de que la técnica aplicada actualmente y por décadas al cultivo de maíz denominada siembra en húmedo o punteada, sobre todo en el valle de zapopan; requieren de utilizar en el proceso de conservar la humedad en el suelo varios pasos de rastras así como de aradura, e incorporan los esquilmos al suelo en las prácticas antes señaladas. El uso de la técnica de labranza de conservación se refleja al contar solo con el diez y ocho por ciento de productores que señalan que la practican, sin embargo en datos que se presentan posteriormente se encontrará divergencia a este particular, ya que el uso de maquinaria y el movimiento de la tierra es mayor que el porcentaje antes señalado; por estos motivos esta práctica no contribuye a la sustentabilidad del sistema.



Adopción de Tecnología

Practicas de conservación de suelo/año

Grafico 2.1

Siguiendo con el indicador adopción de tecnología, el criterio de **incorporación de materia verde** (Grafico 2.2). Solo el cuarenta y cuatro por ciento de los productores señalan que cumplen con esta práctica; es importante señalar que principalmente los productores que siembran con la técnica de punteado o humedad son los que lo practican, ya que es inherente al mismo trabajo, la incorporación de materia verde coadyuva en el ciclo del nitrógeno en el suelo, sobre todo en el incremento de materia orgánica y en la retención de humedad; esta práctica la hacen posterior a la cosecha en los meses de diciembre, enero y febrero; es parte del modelo de producción de maíz de siembra de humedad, el crecimiento

de diversas especies herbarias en el lapso de la cosecha y la primera práctica agrícola para conservar humedad en el suelo se incorporan. Por los datos obtenidos este criterio no contribuye a la sustentabilidad en el sistema, ya que como se describe esta practica era común, sin embargo se ha modificado ya que los productores prefieren utilizar pesticidas para erradicar las malas hiervas aduciendo bajar sus costos de producción, utilizan maquinaria en menor porcentaje para este efecto.

La incorporación de **estiércol como fertilizante** lo realiza el cuarenta y cuatro por ciento de los productores, esta práctica que era inherente al sistema de producción en décadas pasadas, ya que los productores después de la cosecha y antes de la primer labor realizaban lo que llamaba “embasurado de la tierra”, esto era coleccionar el estiércol de las granjas o ranchos en donde se practicaba la engorda de ganado confinado, y tirarlo en pequeños montones los que posteriormente eran esparcidos homogéneamente en la superficie de la tierra, a la vez se daba un paso de rastra para incorporarlo al suelo; esta práctica era anual, lo que permitía contar con buenos niveles de materia orgánica que favorece la fertilidad del suelo y el incremento de la micro fauna, esto contribuye al ciclo del nitrógeno y por ende utilizar bajos niveles de fertilizantes, Con el uso frecuente y porcentajes elevados de fertilizantes químicos se fue desplazando esta práctica hasta los niveles inicialmente descritos, por lo que se considera que este criterio no contribuye a la sustentabilidad del sistema.

Uso de **semillas mejoradas.**, el cincuenta y uno por ciento de los productores las utilizan; esto se refleja en la buena producción, así como en la productividad del sistema; sin embargo existe una controversia en el sentido de conservar la biodiversidad, esto es conservar las variedades endémicas o criollas ya que estas poseen características genéticas que les han permitido prosperar y mantenerse en el tiempo conservando la adaptabilidad y resistencia a insectos y enfermedades, así como a las variaciones climáticas, la desventaja estriba en su baja producción. Otro punto importante es el que se refiere al alto costo de la semilla mejorada,

incrementado los costos de producción y la dependencia de este insumo a través de las empresas productoras de semillas. Hay que recordar que la manipulación genética les permite en estos momentos conservar la reproducción de las variedades que liberan al mercado limitando el uso de estas a uno o dos ciclos productivos; así, este criterio maximiza la producción pero desestabiliza otros como la dependencia de una mayor cantidad de fertilizantes e insumos que requieren las variedades mejoradas, Este criterio como los anteriores están relacionados con efectos mixtos ya que ciertos indicadores se refuerzan, mientras que en otros niveles compiten; por lo tanto la sustentabilidad en este indicador es que tiene contribución sin llegar al rango propuesto en este trabajo. **Dependencia de**

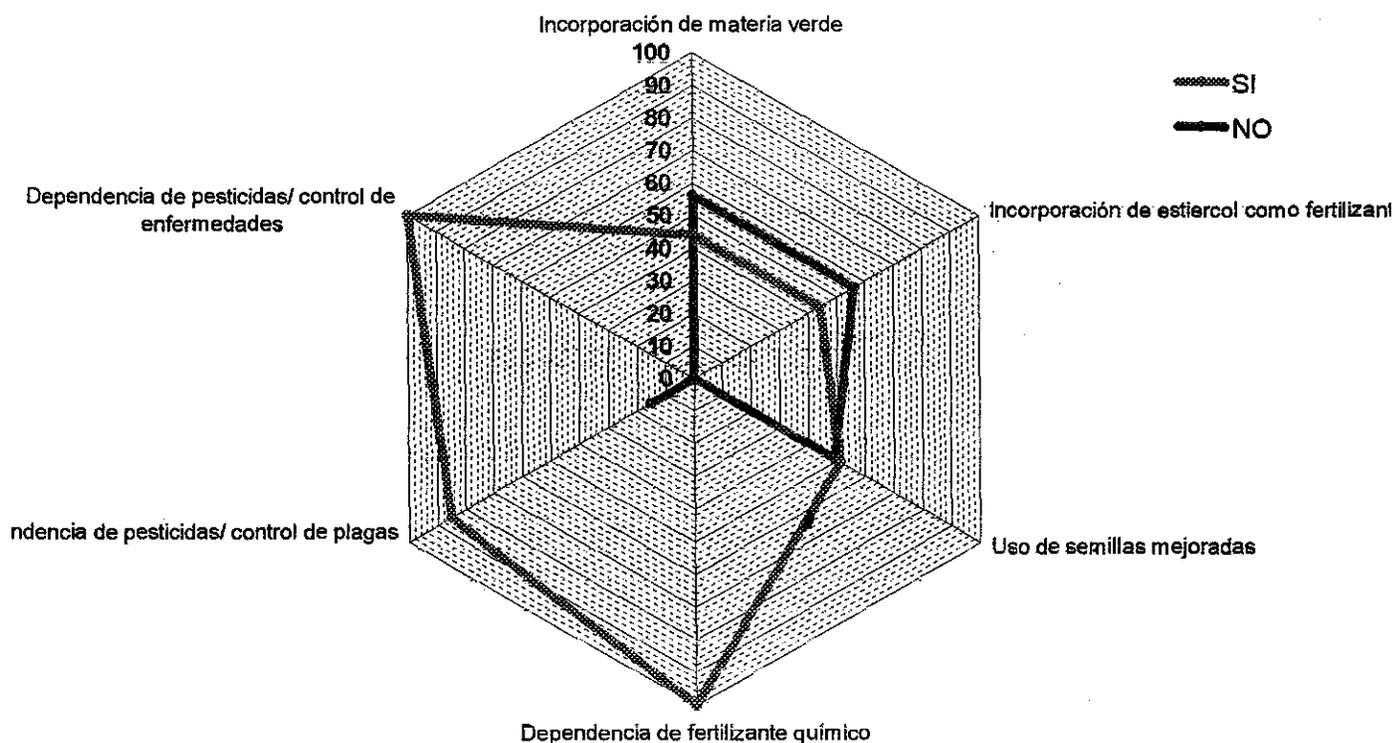


Grafico 2.2

Adopción de tecnología

fertilizante químico. En este criterio es evidente la dependencia de los productores en el uso de este insumo, ya que el cien por cien de éstos utiliza, en diferentes dosis, fertilizantes químicos, así se tiene que el tipo de fertilizante y el promedio (Kg /ha), de estos son los siguientes: urea 750, nitrato de amonio 240, súper triple 50, fórmula 18-46-00, 90; el promedio total es de 1040 kg /ha de fertilizantes químicos que se utilizan por los productores. Cabe señalar que los productores con mayores recursos técnicos, financieros y de mayor superficie de siembra aplican de 1.3 a 1.6 ton/ha de fertilizantes químicos; esta condición se observa por el mayor número de plantas /ha, por lo tanto se tiene mayor demanda y las deficiencias en materia orgánica de los suelos. El dicho de los productores es, que "si no fertilizamos con una buena cantidad no hay cosecha". Con relación al número de aplicaciones de fertilizante es necesario indicar que los productores aplican el fertilizante a la siembra el treinta y uno por ciento, en la primera labor (escarda) treinta y dos por ciento, el veintiuno por ciento en la segunda labor (escarda), el dieciséis por ciento aplica en la floración. Esta última condición de la forma de aplicar el fertilizante está identificada con los productores tecnificados con buena cantidad de superficie a cultivar, productores de menos de diez hectáreas generalmente lo aplican a la siembra y en la segunda labor (escarda). Dependencia de pesticidas para el control de plagas y enfermedades, las enfermedades no estuvieron presentes en este estudio, sin embargo se indica que el cuarenta y siete por ciento de los productores necesitan controlar plagas; estas fueron: el catorce por ciento Chapulín, Araña roja el veintinueve por ciento y con el cincuenta y siete por ciento gusano cogollero. El tipo de control que efectuaron quienes las tuvieron fue químico sesenta y siete por ciento, biológico el treinta y tres por ciento, utilizando control de plagas del suelo. Con relación a la sustentabilidad, se incorpora un importante concepto relacionado a la agricultura orgánica, contraponiendo a la agricultura tradicional; la característica principal es el practicar agricultura sin el uso de agroquímicos; los productos bajo este concepto tienen un mayor valor económico sobre todo en los países europeos; la tendencia global es de reducir al mínimo el uso de agroquímicos en la producción agrícola por la condición de degradación y contaminación con productos residuales

que alteran los recursos naturales, con la modificación de los ciclos biofísicos y energéticos.

Dentro del contexto de la sustentabilidad, una prioridad es la conservación del suelo a nivel global, el deterioro de este recurso es evidente, la desertificación que genera la erosión, la contaminación del suelo por sustancias tóxicas, la pérdida de suelo agrícola, son solo algunos de los problemas que se manifiestan en la actualidad, En este estudio, en la dimensión de agro ecosistema, se considero como indicador el **cambio de uso del suelo**, y como criterio de evaluación la venta de terreno, así como el cambio de cultivo; Con relación a la venta de terreno se indica en el (Grafico 3), que el cuarenta y siete por ciento de los productores ha vendido fracciones de terreno indicado que las razones principales (Grafico 3.1), son por falta de crédito; así lo manifiesta un 29 % de los productores, por no ser rentable 30%, por falta no poder trabajar 25%, por falta de mano de obra 8%, así como otras razones personales con 8%. Los datos se puede deducir que la venta de terreno es un factor preocupante ligado a varios fenómenos sociales como lo es el crecimiento demográfico, que demanda tierra, para la construcción de vivienda, corredores industriales, granjas, casas de campo y espacios de uso colectivo; esto se asocia con los problemas de los campesinos, como son la rentabilidad, la edad de los productores y en menor porcentaje la falta de mano de obra y asuntos personales, ejercen una presión a los productores que ven la salida a sus problemas económicos con la venta de tierra; aunado a esto se encuentran factores económicos externos como lo es la falta de crédito, y canales de comercialización que sean mas equitativos para los productores, Otro efecto por las consideraciones anteriores, es el **cambio de cultivo**, (Grafico 3.2); con claridad se observa quienes han optado por cambiar de cultivo sin ser esta una practica técnica para el manejo del agro ecosistema. La razón por optar este cambio se relaciona con la incosteabilidad y la búsqueda de mayor rentabilidad en otro cultivo; así, se tiene que hay establecimiento de praderas para la ganadería, agave, plantaciones de especies arbóreas para uso comercial. En este indicador se propuso como valores umbrales

<-10% de productores que hubiesen vendido tierra el sistema estaría en condiciones de estabilidad, así mismo se propuso para el cambio de cultivo el mismo rango, con los resultados observados se puede establecer que este indicador no contribuye a la sustentabilidad del agro ecosistema.

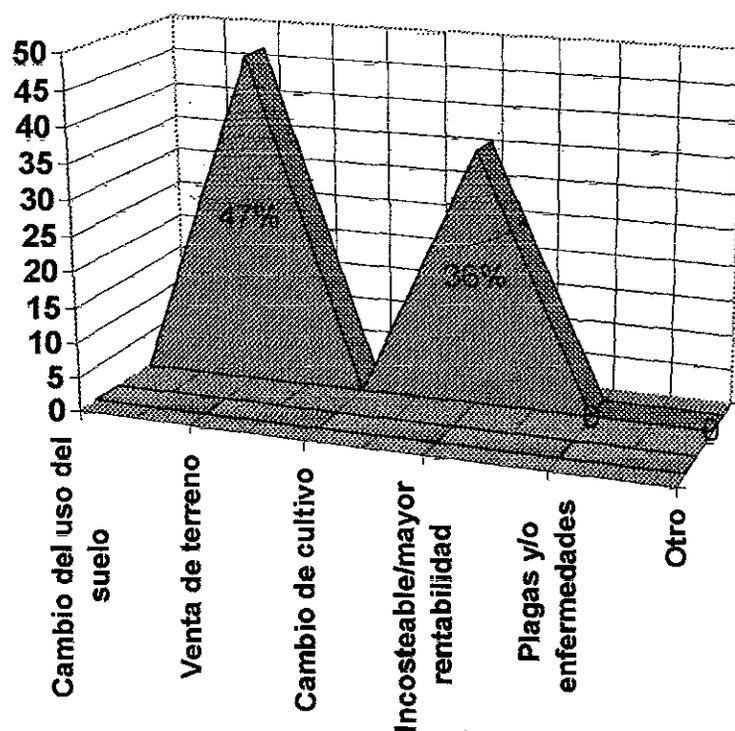
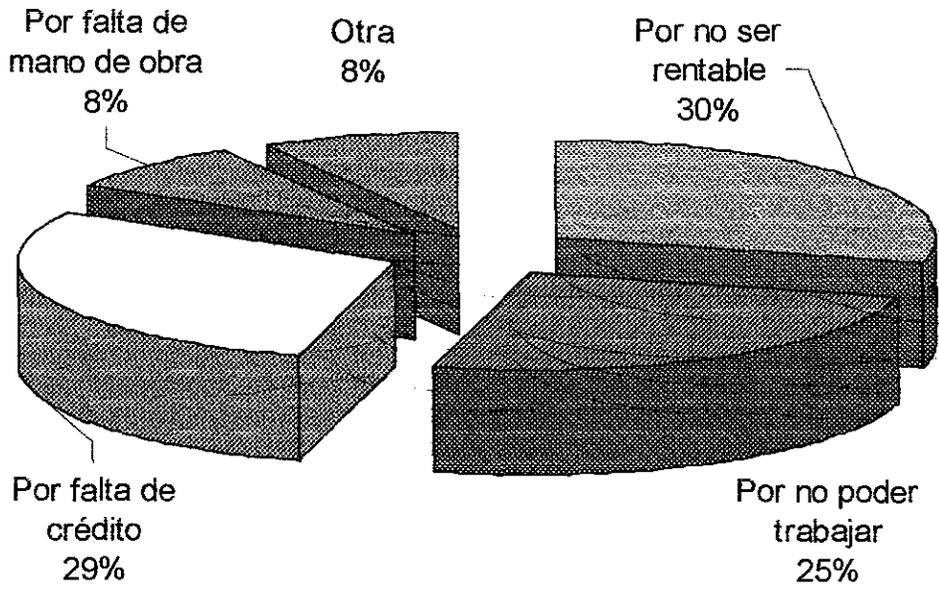


Grafico 3

Cambio de uso del suelo y/o cultivo



Razones de venta de terreno

Grafico 3.1

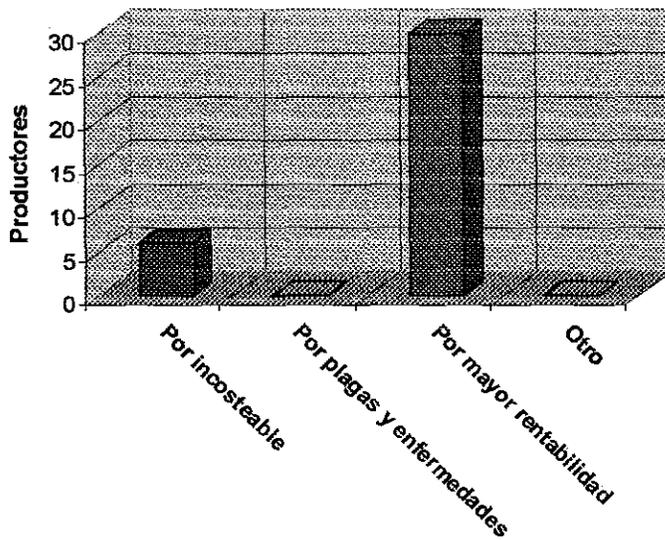
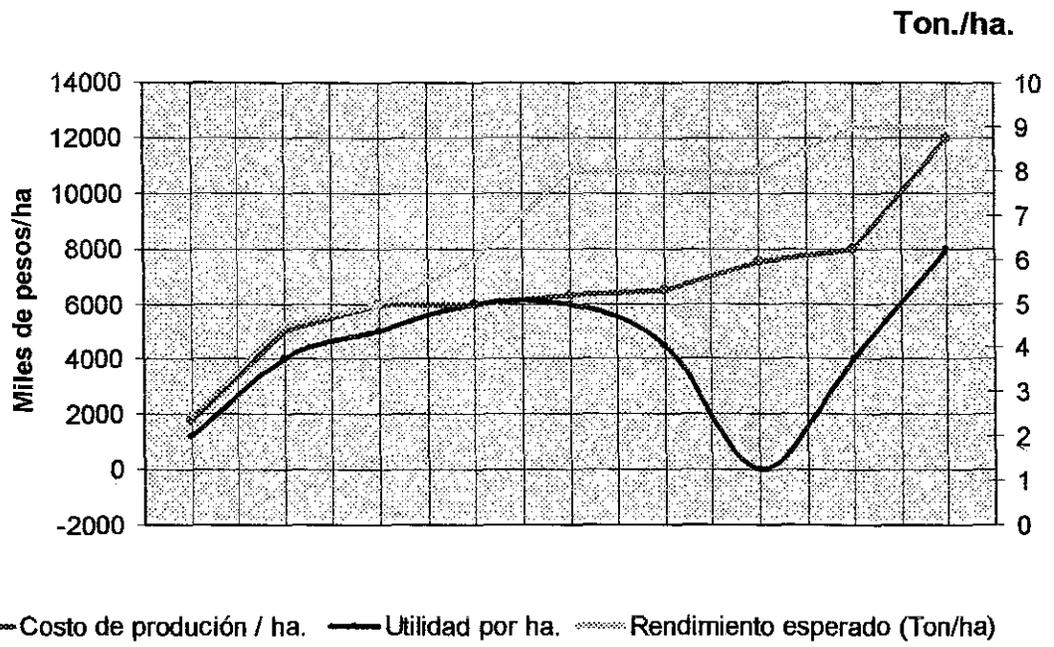


Grafico 3.2

Cambio de cultivo

En el indicador **Rentabilidad**, se estableció como criterio un análisis de la tasa interna de retorno, la que indica a valores presentes, y a una tasa determinada de interés bancario, la rentabilidad del sistema con relación a la inversión inicial. También de manera comparativa se estimó la relación que existe entre los costos de producción, utilidad y rendimiento por ha. (Grafico 4); se establece una fuerte relación con productores que invierten de \$2000 a \$6000 pesos con rendimientos de que van de 2800 a 5000 Kg./ha. Se observa que los productores que tuvieron costos de entre \$5000 y \$6000 lograron rendimientos entre 6 y 8 ton/ha, un grupo menor con costos de \$7000 a \$9000 con un producción de 9 ton/ha. Es importante señalar que se observa una relación proporcional de la inversión con el rendimiento, no así con la utilidad ya que hay productores que manifiestan no haber obtenido ingresos. Otro aspecto a resaltar es que los productores con los valores más bajos son aquellos que tienen superficies que tienen de 1 a 10 ha, también se interpreta que productores que tuvieron costos de \$5000 a \$6000 obtuvieron rendimientos de 9 a 5 ton/ha; por esta razón son los que mayores utilidades obtuvieron. Los atributos de la sustentabilidad con relacionada con aspectos rentables, tiene que observarse desde la óptica de la eficiencia en los procesos de producción, ya que de esto depende la aplicación mayor o menor de recursos económicos; la eficiencia en el manejo del sistema tiene que ver con el uso de técnicas y tecnologías; si en el sistema de producción se realizan las practicas agrícolas en tiempo y forma se reduce en gran medida el uso de agroquímicos, (control de malezas, plagas y enfermedades, fertilizantes químicos), Este aspecto, traducido en el ámbito de la sustentabilidad se debe observar desde la perspectiva de la eficiencia energética y la equidad. Sin embargo, la finalidad de los productores es obtener recursos económicos que les permita tener lo necesario para sus necesidades fundamentales.



Gafico 4

Rentabilidad

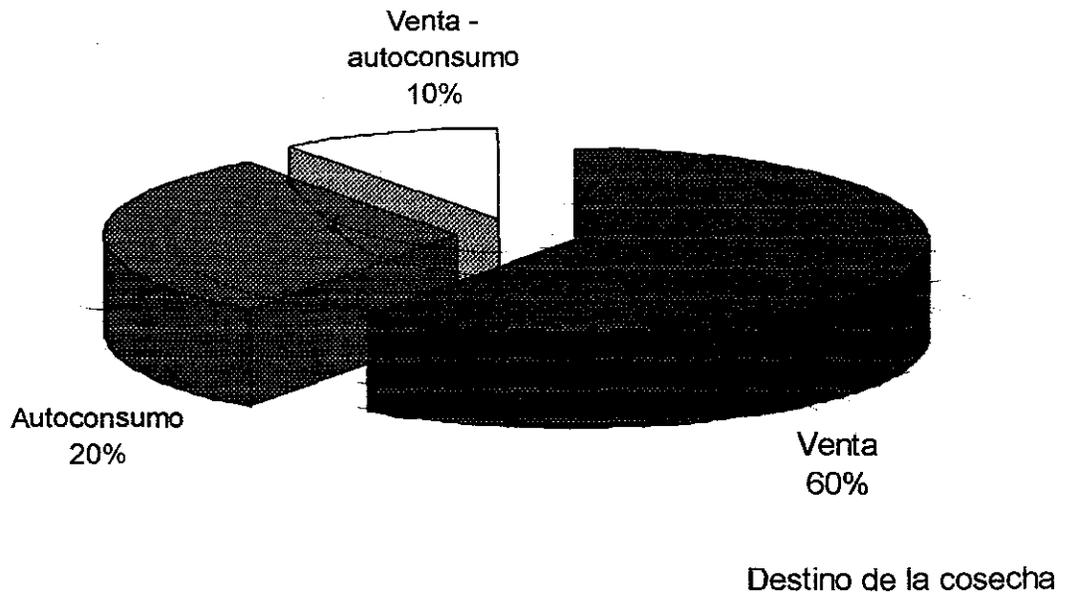


Grafico 4.1

Rentabilidad

En el (Grafico 4.1) se observa que la venta del maíz es el principal objetivo de los productores; así se manifiesta con 60%, el auto consumo con 20% es manifiesto de los productores con bajas superficies; así mismo, un porcentaje menor destina su cosecha para la venta una parte, y otra para autoconsumo; en un sistema de producción se debe manifestar la equidad en el sistema; para ello es necesario bajar los costos de producción a través de incorporar técnicas de producción que se consideran del pasado como es la utilización de estiércoles como mejoradores de suelo, selección de semillas para la siembra alterna con selección masal maíces criollos, la siembra imbricada o en asociación con fréjol control biológico para plagas. El cambio progresivo de estas técnicas implica que los productores tendrán una recuperación de la fertilidad de su suelos, así como de su productividad en un período de tres años; entre tanto requieren del apoyo financiero del gobierno a través de subsidios a la producción para esta finalidad.

La participación de los productores campesinos en la planeación agrícola es una premisa de la sustentabilidad, ya que los programas y proyectos generalmente son lineales y de tipo general. Las estrategias para considerar las necesidades de los productores de maíz en particular, deben ser decisiones que se tomen en el nivel más bajo de gobierno, esto es el municipio, localidad, comunidad, ejido; ya que los requerimientos son diferentes en cada entidad, incluso dentro de una comunidad difieren estas. Se debe ejercer la democracia en su amplio sentido, considerando la opinión de todos los integrantes de estas estructuras sociales en la planeación agrícola. En este estudio se observa (Grafico 5), que el 89% de los productores no son considerados en esta planeación.

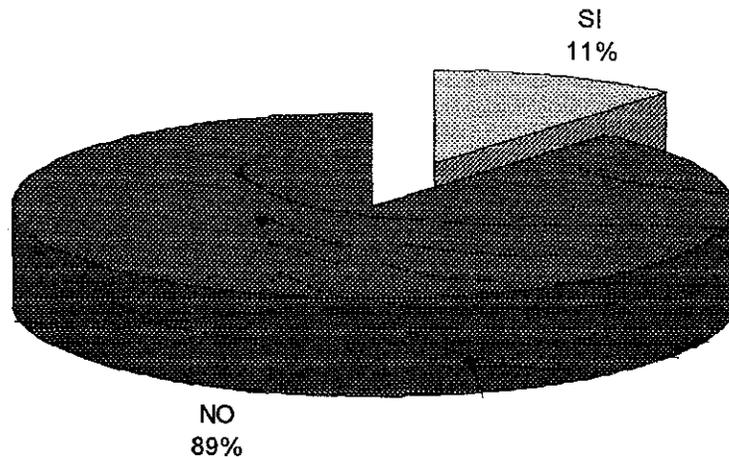


Grafico 5

Participación en la planeación agrícola

La resiliencia, en el sistema se manifestó con presencia de eventos agro climáticos, granizadas y vientos (Grafico 6), sin tener niveles de destrucción importantes; la resiliencia en el concepto de la sustentabilidad se entiende como la capacidad que tiene los agro ecosistemas de regenerarse por si mismos de algún evento interno o externo, como pueden ser los agro climáticos, de manejo, ataque de insectos y enfermedades. En este estudio se consideraron 19 posibles factores y eventos (Grafico 6.1), que pudieran alterar la estabilidad del agro ecosistema, los importantes son: la siembra, la comercialización, granizadas, inundaciones, vientos, falta de crédito; estos factores están interrelacionados con otros indicadores.

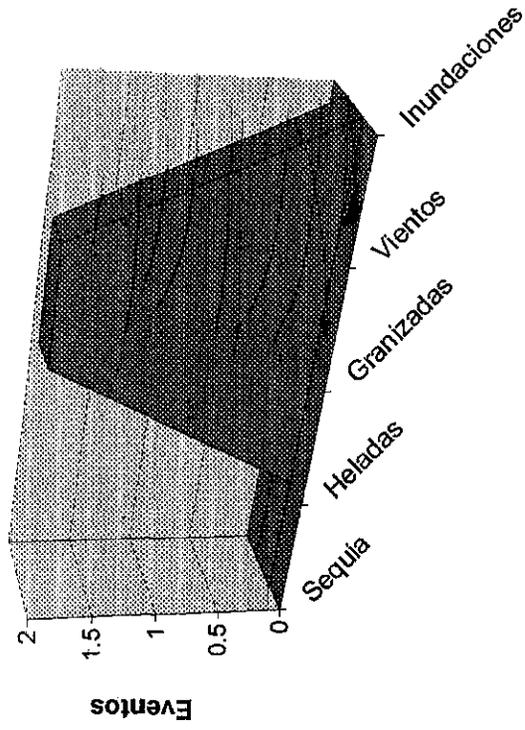


Grafico 6

Resiliencia

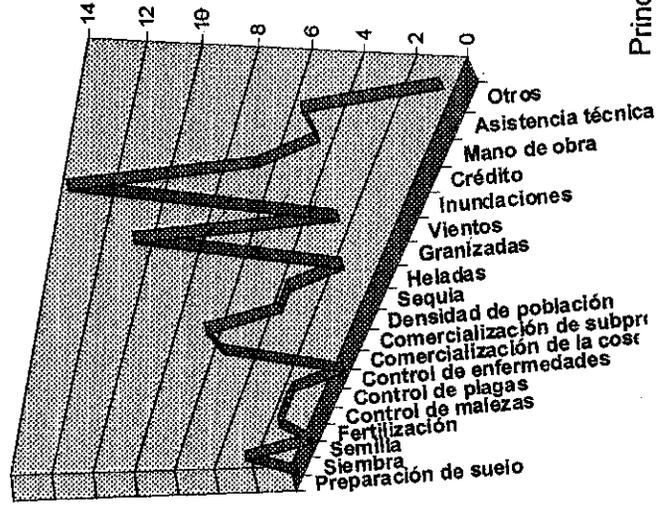


Grafico 6.1

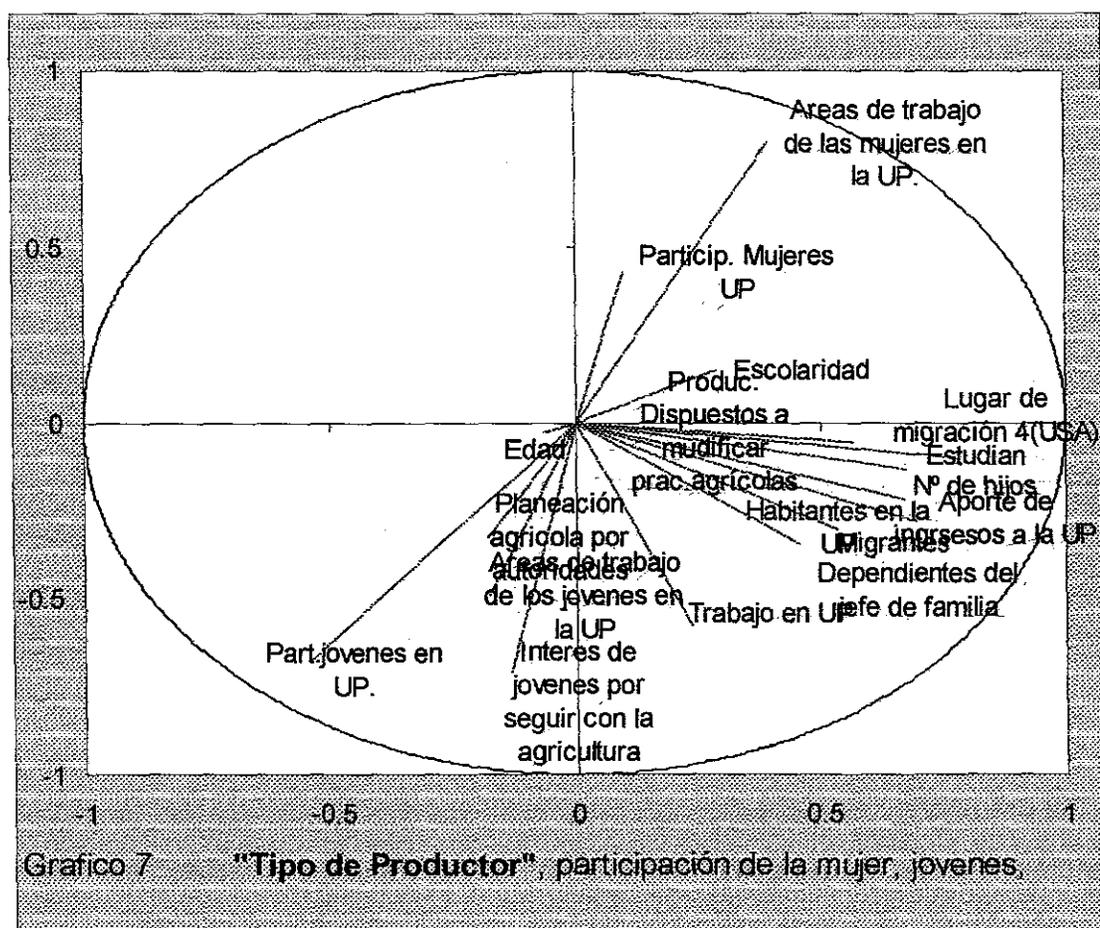
Resiliencia

Principales problemas en el cultivo.

7.2 Análisis de Componentes Principales; en esta parte del capítulo se analizan los datos bajo criterios paramétricos a través del análisis multivariado de componentes principales, así como la interpretación gráfica de Biplot; también se establece la relación de los indicadores inicialmente propuestos con los componentes principales considerados para este estudio (nuevos indicadores).

La información obtenida se organiza con seis variables, cada una con un grupo de indicadores; se realizó el análisis de Componentes Principales (ACP) para cada indicador; el coeficiente de correlación de Pearson (ACP fue normalizado, en las varianzas en $1/n$), El análisis arroja una conclusión " Al umbral de significancia Alfa =0,050 se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de correlación significativa entre las variables; dicho de otro modo, la correlación entre las variables es significativa, excepto para el indicador Adopción de Tecnología relacionada con la cosecha. Para el **indicador Tipo de Productor** referente a los **Datos generales**, con respecto a la *participación de la mujer y de los jóvenes* en el agro ecosistema, así como la participación en la *planeación agrícola de los productores*, de acuerdo al (Gráfico 7) "biplot ", se observa lo siguiente: Un grupo de variables que se ubican en el cuadrante inferior derecho entre las que se encuentran los *hijos de productores que estudian, N° de hijos, habitantes en la UP, aporte de ingresos a la UP. Por migrantes, dependientes del jefe de familia, productores dispuestos a modificar sus prácticas agrícolas*; este grupo está altamente correlacionadas; las que tienen mayor importancia son: *Áreas de trabajo de los jóvenes, Participación de jóvenes en la agricultura e Interés de jóvenes por la agricultura*, estas variables se comportan de manera negativa. En el caso que nos ocupa con relación a la sustentabilidad, en este análisis se reflejan las variables que por su importancia se confirman con los valores propios de la matriz de correlación (Cuadro 10). La *Edad* en este análisis se considera de poca importancia, sin embargo en la operatividad del agro ecosistema se denota que los productores son viejos y no se está llevando a cabo el relevo generacional que permita a los jóvenes hacerse cargo del sistema a mediano y largo plazo; así, este concepto es bastante vulnerable respecto a la sustentabilidad para la

conservación de estas UP. El efecto de esta variable impacta a otras; es evidente, en el caso de la *migración* los jóvenes no están dispuestos a seguir trabajando en la unidad de producción, por lo que el fenómeno de migración se observa con relevancia en este estudio; el efecto sigue con los *Productores dispuestos a modificar sus prácticas agrícolas*, ya que con productores sobre 50 y 70 años de edad que durante toda su vida han practicado la agricultura con cierto nivel de tecnología es difícil que modifiquen esa cultura productiva, ya que implicaría inversión económica al utilizar nuevas tecnologías por lo que no están dispuestos a realizarlas.



En el caso de *Áreas de trabajo de las mujeres en la UP*. Se esta indicando que las mujeres tienen una mayor relevancia en el trabajo dentro de la UP; *Participación de los jóvenes, Interés de los jóvenes por la agricultura*; se comportan con valores negativos, sin embargo por la longitud de su segmento son importantes, se denota que no hay interés por los jóvenes en continuar con la actividad agrícola, es evidente que la sustentabilidad de las UP. está en riesgo de desaparecer gradualmente en corto tiempo; el *Aporte de ingresos en la UP*, es importante ya que es el soporte económico de numerosas familias y sus integrantes, ya que en la producción de maíz se observan los resultados económicos en un periodo de once meses o mas; por ello también se observa un mayor flujo de trabajadores campesinos en actividades no ligadas a la agricultura como es el trabajo de obrero, o trabajos eventuales no técnicos.

En el (Cuadro 10), se identifican las variables con una mayor correlación, variables más importantes y las variables que no tienen importancia de acuerdo al análisis que se observa en el (Grafico 7). Con relación a las variables correlacionadas se establecen dos grupos, uno de ocho variables con valores positivos, un segundo grupo de cinco variables con valores negativos; las variables importantes tienen la propiedad de contar con una mayor longitud en su vector, y además pueden indistintamente contar con valores positivos o negativos, por ello en esta relación encontramos variables de los dos grupos con similitud en importancia, respecto a las variables sin importancia se manifiestan en el grafico por contar con sus vectores cortos, sin embargo, para efectos de este análisis relacionado con la sustentabilidad del agro ecosistema y basado en los resultados del análisis no paramétrico, este grupo de variables son de mayor importancia, ya que manifiestan los factores endógenos y exógenos que contribuyen en el desequilibrio; se observan cambios tanto en el manejo como en los actores que existe en el agro ecosistema y que influyen en el futuro del mismo.

Cuadro 10. Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, Tipo de Productor relacionado con la Participación de mujeres y jóvenes, planeación agrícola en la UP.

Nº de VARIABLE	VARIABLES CORRELACIONADAS	VARIABLES IMPORTANTES	VARIABLES SIN IMPORTANCIA
PRIMER GRUPO			
1	Productores dispuestos a modificar sus prac. agrícolas	Áreas de trabajo de las mujeres en la UP	Edad de los productores
2	Lugar de migración (USA)	Participación de los jóvenes en la UP	Planeación agrícola por autoridades
3	Hijos que estudian	Interés de los jóvenes por seguir en la agricultura	Escolaridad de los productores
4	Numero de hijos	Aporte de ingresos en la UP	Participación de las mujeres en la UP
5	Aporte de ingresos a la UP		
6	Nº de habitantes en la UP.		
7	Migrantes		
8	Dependientes del jefe de FAM.		
SEGUNDO GRUPO			
1	Edad		
2	Participación de los jóvenes en la UP		
3	Planeación agrícola por autoridades		
4	Áreas de trabajo de los jóvenes en la UP		
5	Interés de los jóvenes por seguir en la agricultura		

En el (Cuadro 11) se observa que los primeros nueve componentes principales son suficientes para explicar el 88.7% de la variabilidad de los datos originales, dicho de otra forma, las primeras nueve son las que representan a la totalidad de las variables originales, quedando establecido las nuevas variables que

se deben considerar para el indicador **Tipo de productor** relacionado con **la participación de la mujer y de los jóvenes en el agro ecosistema y la participación de los productores en la planeación**, en la operatividad y manejo del agro ecosistema con la coordinación de las autoridades agropecuarias en los diferentes niveles de gobierno. El (Cuadro 12), se determinan *lugar de migración, migración, N° de hijos*, aparecen explicados por el **primer componente principal (CP1)**, la que influye sobre el CP1 es *lugar de migración* seguida por *migrantes*, y posteriormente *N° de hijos*; el **segundo componente principal (CP2)**, esta constituido por el *área de trabajo de las mujeres* y se le contrapone la variable *Interés de los jóvenes por seguir con la agricultura*; el **tercer componente (CP3)**, está constituido por la *participación de la mujer en la UP* y se le contrapone las *áreas de trabajo de los jóvenes*; para darle el sentido de la sustentabilidad es importante mencionar que estas últimas que se contraponen son las que determinan un grado importante de la operatividad del concepto de la sustentabilidad del agro ecosistema; en este análisis aparecen con valores negativos lo que indica su vulnerabilidad a mediano y largo plazo en el aspecto de permanecer en el tiempo y espacio.

En el (Cuadro 13), se observa la matriz de correlaciones; a partir de ella se estableció (ACP normalizado, varianzas en $1/n$) La conclusión es que se puede rechazar la nulidad de ausencia de correlación significativa entre las variables, lo que significa que la correlación entre las variables es significativa para dicho indicador.

Cuadro 11. Valores propios de la matriz de correlación para el indicador *Tipo de productor*, Participación de la mujer, jóvenes, planeación agrícola.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	% DE VARIANZA	% ACUMULADO
1	3.495	20.556	20.556
2	2.850	16.76	37.32
3	2.449	14.4	51.728
4	1.849	10.87	62.603
5	1.583	9.31	71.917
6	0.915	5.38	77.298
7	0.741	4.36	81.659
8	0.701	4.12	85.785
9	0.507	2.98	88.768
10	0.451	2.65	91.42
11	0.425	2.5	93.923
12	0.329	1.93	95.857
13	0.281	1.65	97.508
14	0.201	1.18	98.693
15	0.102	0.6	99.295
16	0.073	0.42	99.723
17	0.047	0.47	100.00

Cuadro 12. Cargas de los principales componentes para el indicador "Tipo de productor": (Participación de la mujer, jóvenes, planeación agrícola)

VARIABLE	COMPONENTE		
	1	2	3
Lugar de migración	.417	-.060	.257
Migrantes	.372	-.168	.283
Nº de Hijos	.360	-.079	-.074
Aporte de ingresos U.P	.358	-.130	.202
Estudian	.303	-.033	-.305
Habitantes en la UP	.286	-.181	-.062
Dependientes del padre	.243	-.203	-.242
Áreas de trabajo	.211	.473	-.046
Escolaridad	.154	.091	-.258
Trabajo en la UP	.127	-.341	-.034
Participación de la mujer en la UP	.052	.254	.442
Productores dispuestos a modif. Prac. Agrícolas.	.041	-.036	-.251
Edad	-.035	-.018	.098
Interés de los jóvenes por seguir con la agricultura	-.071	-.418	.098
Áreas de trabajo de los jóvenes	-.094	-.289	-.345
Planeación agrícola Productores, autoridades	-.095	-.195	.411
Participación de los jóvenes en la agricultura	-.290	-.400	.202

Cuadro 13. Matriz de correlación: Indicador Tipo de productor (Part. De la mujer, jóvenes, plan.Agrícola)

	Edad	Escolaridad	Nº de hijastros en trabajo en l	Estudian tes del jefe migrante	migración a mujer	ingreso ctp	Mujeres de trabajo	Part.jovenes	Areas de trabajo	jóvenes de trabajo	jóvenes agric						
Edad	1	-0.442	0.063	-0.006	0.263	-0.219	-0.230	-0.001	0.013	-0.209	0.088	-0.085	0.175	-0.077	-0.007	-0.201	-0.0
Escolaridad	-0.442	1	0.050	0.152	0.230	0.347	0.238	0.058	0.001	0.068	0.115	0.081	0.055	0.171	0.173	0.037	0.3
Nº de hijos	0.063	-0.059	1	0.380	0.477	0.366	0.448	0.267	0.412	0.085	0.228	-0.085	-0.054	-0.340	0.271	-0.036	-0.0
Habitantes en l	-0.006	0.152	0.380	1	0.339	0.252	0.381	0.235	0.369	0.243	0.174	0.000	-0.006	-0.159	-0.017	0.160	0.0
Trabajo en UF	0.263	-0.239	0.477	0.339	1	0.134	0.254	0.143	0.151	-0.031	0.057	-0.278	0.168	0.108	-0.254	0.257	0.1
Estudian	0.219	0.347	0.366	0.252	0.134	1	0.412	0.181	0.190	0.003	0.260	0.218	0.138	0.264	0.187	0.089	0.3
Dependientes c	-0.230	0.238	0.448	0.391	0.254	0.412	1	0.143	0.091	0.272	0.179	-0.170	-0.014	0.024	-0.114	0.145	-0.1
Migrantes	-0.001	0.068	0.267	0.235	0.143	0.181	0.143	1	0.838	-0.114	0.830	0.114	-0.059	-0.081	-0.023	0.125	0.1
Lugar de migra	0.013	0.091	0.412	0.369	0.151	0.199	0.091	0.838	1	-0.067	0.660	0.200	-0.160	-0.260	0.167	-0.054	0.1
Produc. Diapue	-0.209	0.066	0.085	0.243	-0.031	0.093	0.272	-0.114	-0.067	1	-0.129	-0.111	0.104	0.000	0.082	0.058	-0.1
Aporte de Ingres	0.088	0.115	0.228	0.174	0.057	0.269	0.179	0.830	0.660	-0.129	1	0.129	0.036	-0.152	-0.012	0.102	-0.0
Particip. Mujer	-0.085	-0.081	-0.085	0.000	-0.276	-0.218	-0.170	0.114	0.200	-0.111	0.129	1	-0.834	-0.118	0.245	-0.058	0.2
Areas de traba	0.175	0.055	-0.094	-0.006	0.166	0.136	-0.014	-0.059	-0.160	0.104	0.038	-0.834	1	0.258	-0.388	0.084	-0.1
Part.jovenes	0.077	0.171	-0.340	0.150	0.108	0.264	0.024	0.081	0.260	0.000	0.152	0.118	0.258	1	-0.838	0.532	0.3
Areas de traba	-0.067	0.173	0.271	-0.017	-0.254	0.187	-0.114	-0.023	0.167	0.082	-0.012	0.245	-0.368	-0.838	1	-0.666	-0.2
Interes de Joven	-0.201	-0.037	-0.058	0.160	0.257	-0.058	0.145	0.125	-0.054	0.058	0.102	-0.058	0.084	0.632	-0.666	1	0.4
Planación agr	0.058	0.323	0.053	0.041	0.115	0.324	0.154	0.152	0.116	0.134	0.023	0.267	0.181	0.378	0.202	0.433	1

En negrita, valores significativos (fuera diagonal) al umbral alfa=0,050 (prueba bilateral)

En el (Cuadro 13), En el establece que al umbral de significancia Alfa se puede rechazar la nulidad de ausencia de correlación significativa entre las variables, dicho de otro modo, la correlación entre variables es significativa.

Continuando con la variable *Tipo de Productor*, relacionado con las *labores culturales*, se encuentran los resultados en el (Grafico 8), y está explicado en el (Cuadro 14). En él se establece un primer grupo de variables en el cual se tiene una mayor correlación, son los siguientes; *N de amonio*, *Cantidad de fertilizante (ton/ha) estiércol*, *aplicación de estiércol como fertilizante*, *Tipo de estiércol*, *aplicación del*

Cuadro 14 Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, para el indicador Tipo de productor: *Labores culturales*

Nº de VARIABLE	VARIABLES CORRELACIONADAS	VARIABLES IMPORTANTES	VARIABLES SIN IMPORTANCIA
PRIMER GRUPO			
1	N de Amonio	Aplicación de fertilizante (primera labor)	Súper triple
2	Cantidad de Fertilizante (ton/ha) estiércol	Aplicación de fertilizante (segunda labor)	Aplicación de fertilizante químico
3	Tipo de estiércol	Tipo de estiércol	
4	Cantidad (ton/ha) Fertilizante químico	Aplicación de estiércol como fertilizante.	
5	Aplicación de fertilizante químico		
6	Súper triple		
7	Otra forma de aplicación de fertilizante (químico)		
SEGUNDO GRUPO			
1	Aplicación de fertilizante (segunda labor)		
2	Numero de aplicaciones (fertilizante)		
3	Aplicación a la siembra		
4	Urea como fertilizante		

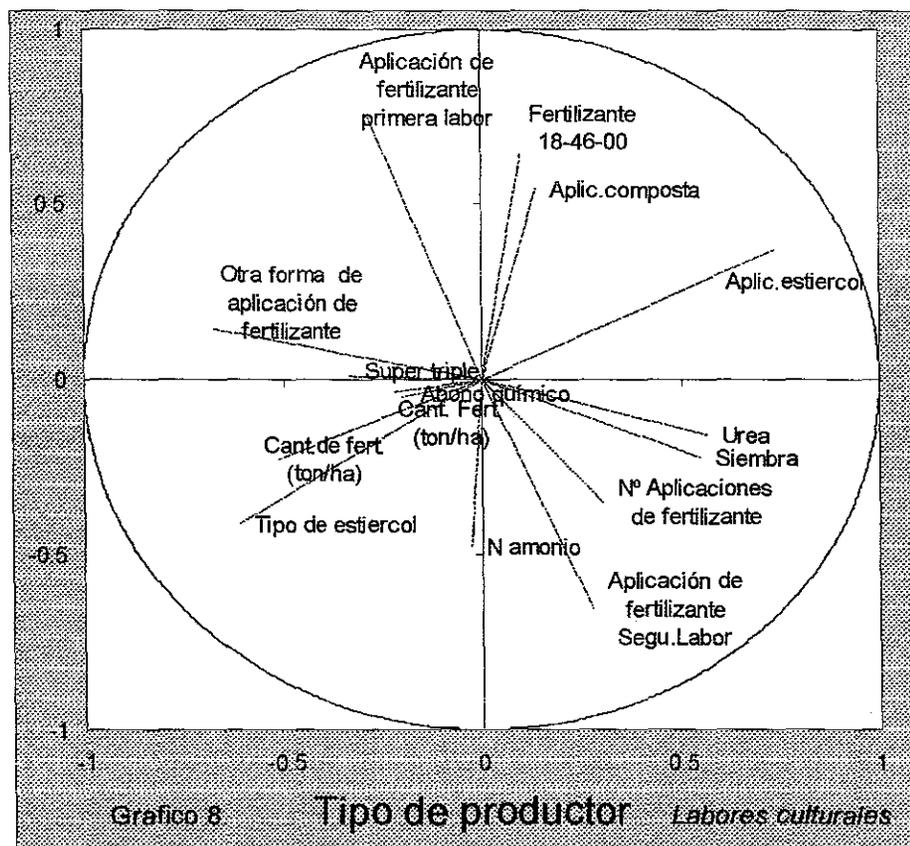
fertilizante químico, *Súper triple*, *Otra forma de aplicación de fertilizante (químico)*, el segundo grupo esta compuesto por las variables *Aplicación de fertilizante (segunda*

labor), Numero de aplicaciones (fertilizante), Aplicación de fertilizante a la siembra, Urea como fertilizante.

Estos indicadores determinan la importancia en la aplicación de fertilizante en la primera y segunda labor, además de ser parte importante en el manejo del agro ecosistema. También se determina que la aplicación de estiércol como fertilizante está colaborando a fortalecer el suelo con materia orgánica y con ello bajar los niveles de fertilizante químico, lo que permite en términos de la sustentabilidad, preservar el suelo con bajos niveles de contaminación, así como bajar los porcentajes de contaminación en mantos freáticos. Otro problema generado precisamente por el abuso en la utilización de fertilizantes químicos es la acidez en los suelos. Si se siguiera con la tendencia en la aplicación de estiércol se puede fortalecer la conservación del suelo en condiciones optimas para la producción y productividad a mediano y largo plazo. Otro grupo de variables que señala el análisis, estos no tienen ninguna importancia dentro del conjunto y *súper triple y aplicación de fertilizante químico.*

En el (Grafico 8), se analizan el grupo de variables que componen el indicador, **Tipo de productor** relacionado con las **labores culturales**, se observan las variables que tienen una mayor correlación en el cuadrante inferior derecho, encontrando un primer grupo; *Urea, Siembra, N° de aplicaciones, Segunda labor*; el segundo grupo está integrado por *N de amonio, Cantidad de fertilizante (ton/ha), Abono químico, Tipo de estiércol, Cantidad (ton/ha), Súper triple y Otra forma de aplicaciones.* Estas variables son negativas sin embargo, se observan por lo largo de su segmento, variables importantes como son *Tipo de estiércol, Otra forma de aplicación, Primera labor.* Una premisa de la sustentabilidad relacionada con la conservación de los recursos naturales, es lo que se refiere a la conservación del suelo en el agro ecosistema; esto es mas que evidente, por lo tanto la conversión y/o disminución del uso de fertilizante químico por fertilizantes orgánicos, estiércol, composta, favorece en alto porcentaje a la conservación de la fertilidad del suelo; existen otras practicas agrícolas que se deben incentivar como son la incorporación

de abonos verdes, de esquilmos, el control de la acidez, así como tener una vigorosa micro fauna que le permita al suelo mantener en equilibrio los factores físico-químicos que se requiere para mantener una producción optima. Otro aspecto que se debe considerar es lo relativo a la práctica de la siembra con labranza mínima y/o labranza cero. Esta practica tiene el inconveniente de que se debe utilizar maquinaria ex profeso, lo que implica una inversión económica que el productor no está dispuesto a realizar. En este estudio no se encontraron productores que estuvieren llevando a cabo esta práctica de cultivo.



En el (Cuadro 14) se observan los valores propios de la matriz de correlación en donde los primeros nueve componentes son suficientes para representar el 89.68% de la variabilidad de los datos; para este análisis en particular se puede

indicar que estas nueve variables serian los nuevos componentes para el indicador **Tipo de productor**, relacionado con las *Labores culturales*.

Cuadro 14. Valores propios de la matriz de correlación para el grupo Tipo de productor, *Labores culturales*.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	% DE VARIANZA	% ACUMULADO
1	2.724	18.16	18.16
2	2.506	16.71	34.87
3	1.899	12.66	47.53
4	1.71	11.4	58.92
5	1.255	8.37	67.29
6	1.102	7.347	74.64
7	1.014	6.757	81.4
8	0.657	4.378	85.78
9	0.586	3.907	89.68
10	0.416	3.389	93.07
11	0.393	2.617	95.69
12	0.265	1.066	97.46
13	0.16	0.951	98.52
14	0.143	0.951	99.48
15	0.079	0.525	100

En el (Cuadro 15), se establecen las cargas de los principales componentes para el indicador Tipo de productor, relacionado con las *labores culturales*; se

observan las variables *Aplicación de estiércol*, *Urea*, *Aplicación de fertilizante a la siembra*, *Numero de aplicaciones de estiércol*, los cuales aparecen explicados en el **primer componente principal (CP1)**, el que influye mas sobre el (CP1) es *Aplicación de estiércol* y se le contrapone, *Otra forma de aplicación*; el **Segundo componente principal (CP2)** está constituido por *Súper triple* y se le contrapone *Cantidad de estiércol (Ton/ha)*, el **tercer componente (CP3)**, esta constituido *Nº de aplicaciones de fertilizante químico* y se le contrapone la variable *Aplicación a la segunda labor*.

Cuadro 15. Cargas de los principales componentes para el indicador "Tipo de productor": labores culturales

VARIABLE	COMPONENTE		
	1	2	3
Aplicación de estiércol	0.444	0.235	0.086
Urea	0.342	-0.262	-0.086
Aplicación la siembra (fertilizante químico)	0.333	-0.144	-0.142
Nº de aplicaciones de estiércol	0.183	-0.032	-0.292
Aplicación a la segunda labor	0.167	-0.101	-0.350
Nº de aplic. de fertilizante químico	0.081	0.005	0.537
18-46-00	0.059	-0.301	-0.342
N de amonio	-0.017	0.405	-0.292
Utilización de fertilizante químico	-0.121	-0.022	-0.051
Cantidad de fertilizante químico	-0.133	-0.222	0.358
Aplicación a la primera labor	-0.171	-0.141	-0.220
Súper triple	-0.201	0.474	-0.017
Cantidad de estiércol (ton/ha)	-0.312	-0.412	-0.061
Tipo de estiércol	-0.371	0.090	-0.263
Otra forma de aplicación (no convencional)	-0.408	0.343	-0.120.

Cuadro 16 Matriz de correlación: Tipo de productor Labores culturales

	Aplic.esti	Tipo de	Cant.(ton/	Abono c	Urea	Super trip	N amonio	18-46-00	Cant. F	Nº Aplica-	Siembra	Prim.labo	Segu.Lab	Otra	Aplic.com
Aplic.esti	1														
Tipo de estiercol	-0.745	1													
Cant.(ton/ha)	-0.461	0.276	1												
Abono químico	-0.229	0.218	-0.027	1											
Urea	0.174	-0.252	-0.162	0.217	1										
Super triple	-0.097	-0.007	0.040	-0.102	-0.351	1									
N amonio	-0.103	0.045	0.158	0.097	0.180	-0.266	1								
18-46-00	0.122	-0.133	0.018	-0.041	0.076	-0.438	-0.339	1							
Cant. Fert. (ton/ha)	-0.166	0.161	-0.162	0.049	-0.155	-0.171	0.017	-0.056	1						
Nº Aplicaciones	-0.037	0.075	-0.239	-0.102	-0.027	0.018	-0.179	-0.255	0.167	1					
Siembra	0.264	-0.099	-0.186	-0.097	0.467	-0.257	0.161	0.014	-0.103	0.005	1				
Prim.labor	0.050	-0.214	-0.031	0.027	-0.100	0.229	-0.126	0.302	-0.042	-0.499	-0.359	1			
Segu.Labor	0.009	0.057	0.131	-0.041	0.227	-0.194	0.312	-0.257	-0.063	0.112	0.014	-0.491	1		
Otra	-0.298	0.251	0.246	0.164	-0.255	0.003	0.179	0.061	0.288	-0.504	-0.179	0.186	-0.360	1	
Aplic.compost	0.161	-0.065	-0.145	0.140	-0.086	-0.383	-0.232	0.423	0.085	0.104	-0.139	0.258	-0.228	-0.150	1

En negrita, valores significativos (fuera diagonal) al umbral alfa=0,050 (prueba bilateral)

En el (Cuadro 16), se observa el umbral de significancia Alfa = 0,050 se puede rechazar la nulidad de ausencia de correlación significativa entre variables, dicho de otro modo, la correlación entre las variables es significativa.

En el (Grafico 9), de Biplot, descrito en el (Cuadro 17); Se observan las variables que describen el comportamiento del indicador **Tipo de productor** relacionado con la **tenencia de la tierra**; se encuentra un primer grupo que tiene una alta correlación y se encuentran en el segundo y tercer cuadrante; ellas son; *Punta de riego, Riego, Rentada, Humedad residual, Ejidal*; un segundo grupo correlacionadas se encuentran en el primer y tercer cuadrante, son; *Siembra de temporal, Otra forma de tenencia, Nº de Predios, Superficie total ha*. Los que se consideran de mayor importancia son; *Régimen comunal, Humedad residual, Pequeña propiedad, Superficie total has*. También se observan los que no tienen importancia, tales como, *Otra forma de tenencia y Nº de predios*; de acuerdo a la descripción de la tenencia de la tierra en el agro ecosistema, los indicadores más importantes señalan que el *régimen comunal* y la *pequeña propiedad* son los dos

que prevalecen en el Municipio de Zapopan. De acuerdo a la forma de siembra, *Punta de riego y Humedad residual* son las más importantes. Para determinar el efecto en este análisis relacionado con la sustentabilidad, se considera que no deben existir diferencias determinadas por la tenencia de la tierra, referente a la adopción y aplicación de tecnología que permita conservar la base de los recursos naturales para la producción, se consideraba que los ejidatarios tenían una menor disponibilidad de recursos económicos y conocimientos sobre técnicas relativas a la sustentabilidad. Con relación a la forma de siembra es evidente que el uso de la *humedad (residual)*, almacenada en el suelo derivado de prácticas agrícolas muy concretas denominadas sistema zapopano de siembra de maíz, es la que prevalece sobre todo en el valle; con relación al *Nº de predios* y a *otra forma de tenencia* (prestada, mediero); no tienen ningún efecto en lo relativo a la sustentabilidad.

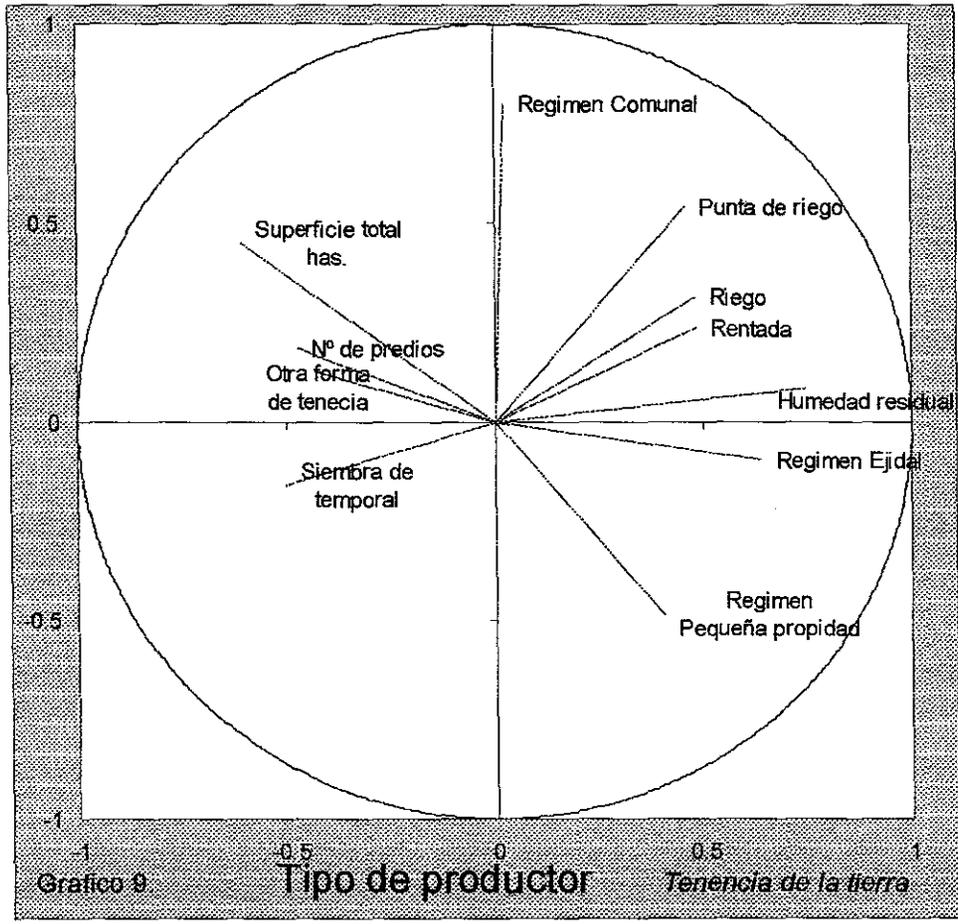


Grafico 9

Cuadro 17. variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, sobre el indicador TIPO DE PRODUCTOR relacionado a la *tenencia de la tierra*

COMPONENTE	VARIABLES CORRELACIONADAS	VARIABLES IMPORTANTES	VARIABLES SIN IMPORTANCIA
PRIMER GRUPO			
1	Punta de riego	Régimen comunal	Otra forma de tenencia
2	Riego	Humedad residual	Nº de predios
3	Rentada	Pequeña propiedad	
4	Humedad residual	Superficie total de siembra ha.	
5	Ejidal		
SEGUNDO GRUPO			
1	Siembra de temporal		
2	Otra forma de tenencia		
3	Nº de predios		
4	Superficie total. Ha.		

En el (Cuadro 18), se observan los valores propios de la matriz de correlación, se señala que los seis primeros componentes responden al 79.46 % de la variabilidad de los datos, estos resultados se representaron gráficamente con anterioridad, lo que indica que los primeros seis indicadores son los nuevos componentes que describen el comportamiento de la variable descrita.

Cuadro 18. Valores propios de la matriz de correlación para el grupo Tipo de productor, Tenencia de la tierra.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	% DE VARIANZA	% ACUMULADO
1	2.829	25.721	25.721
2	1.613	14.668	40.389
3	1.427	12.971	53.359
4	1.085	9.862	63.221
5	0.944	8.584	71.806
6	0.842	7.657	79.462
7	0.785	7.136	86.598
8	0.647	5.881	92.48
9	0.442	4.016	96.496
10	0.208	1.888	98.383
11	0.178	1.617	100

Cuadro 19. Cargas de los principales componentes para el indicador Tipo de Productor, relacionado a la Tenencia de la tierra.

VARIABLE	COMPONENTE		
	1	2	3
Humedad residual	0.443	0.065	0.079
Régimen Ejidal	0.380	-0.076	-0.263
Rentada	0.287	0.186	0.147
Riego	0.285	0.247	-0.320
Punta de riego	0.271	0.424	0.397
Régimen Pequeña propiedad	0.238	-0.382	0.401
Régimen Comunal	0.015	0.629	0.157
Otro tipo de régimen	-0.256	0.100	-0.071
Nº de predios sembrados	-0.281	0.146	-0.358
Temporal	-0.299	-0.127	0.556
Superficie total de siembra	-0.363	0.353	0.121

En el (Cuadro 19), se analizan las cargas de los principales componentes para el Indicador Tipo de productor, relacionado con la *tenencia de la tierra*, se observa que para el primer **componente (CP1)**, la variable *Humedad residual*, el *Régimen Ejidal*, y la *tierra rentada* aparecen explicados por el **primer componente principal (CP1)**, en términos de la sustentabilidad se puede señalar que el régimen de la tenencia de la tierra no tendría mayor importancia sino fuera la base para la obtención de crédito y acceso a los programas de gobierno y bancos privados, relacionados con los apoyos de insumos y subsidios para la producción. El **Segundo componente (CP2)**, constituido por la variable *Régimen comunal* y se contrapone la variable *Pequeña propiedad*, el **Tercer componente (CP3)**, constituido por la variable *Siembra de temporal* y se le contrapone la variable con valor de -0.358 *Nº de predios sembrados*.

Cuadro 20 Matriz de correlación, Tipo de productor; tenencia de la tierra

	Nº de predios	Superficie total has.	Ejidal	Pequeña propiedad	Comunal	Rentada	Otro	Riego	Temporal	Humedad residual	Punta de riego
Nº de predios	1	0.226	-0.108	-0.350	0.030	-0.180	0.183	-0.115	0.050	-0.241	-0.200
Superficie total has.	0.226	1	-0.353	-0.264	0.220	-0.091	0.240	-0.088	0.275	-0.474	-0.006
Ejidal	-0.108	-0.353	1	0.000	-0.211	0.267	-0.243	0.267	-0.267	0.447	0.169
Pequeña propiedad	-0.350	-0.264	0.000	1	-0.267	0.075	-0.271	0.075	0.060	0.250	0.151
Comunal	0.030	0.220	-0.211	-0.267	1	0.075	-0.119	0.075	-0.075	0.157	0.344
Rentada	-0.180	-0.091	0.267	0.075	0.075	1	-0.130	0.036	-0.196	0.299	0.316
Otro	0.183	0.240	-0.243	-0.271	-0.119	-0.130	1	-0.130	0.130	-0.108	-0.041
Riego	-0.115	-0.088	0.267	0.075	0.075	0.036	-0.130	1	-0.518	0.120	0.316
Temporal	0.050	0.275	-0.267	0.060	-0.075	-0.196	0.130	-0.518	1	-0.299	0.090
Humedad residual	-0.241	-0.474	0.447	0.250	0.157	0.299	-0.108	0.120	-0.299	1	0.378
Punta de riego	-0.200	-0.006	0.169	0.151	0.344	0.316	-0.041	0.316	0.090	0.378	1

En negrita, valores significativos (fuera diagonal) al umbral alfa=0,050 (prueba bilateral)

Se observa que al umbral de significancia Alfa 0,050 se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de correlación significativa entre variables, dicho de otro modo, la correlación entre las variables es significativa.

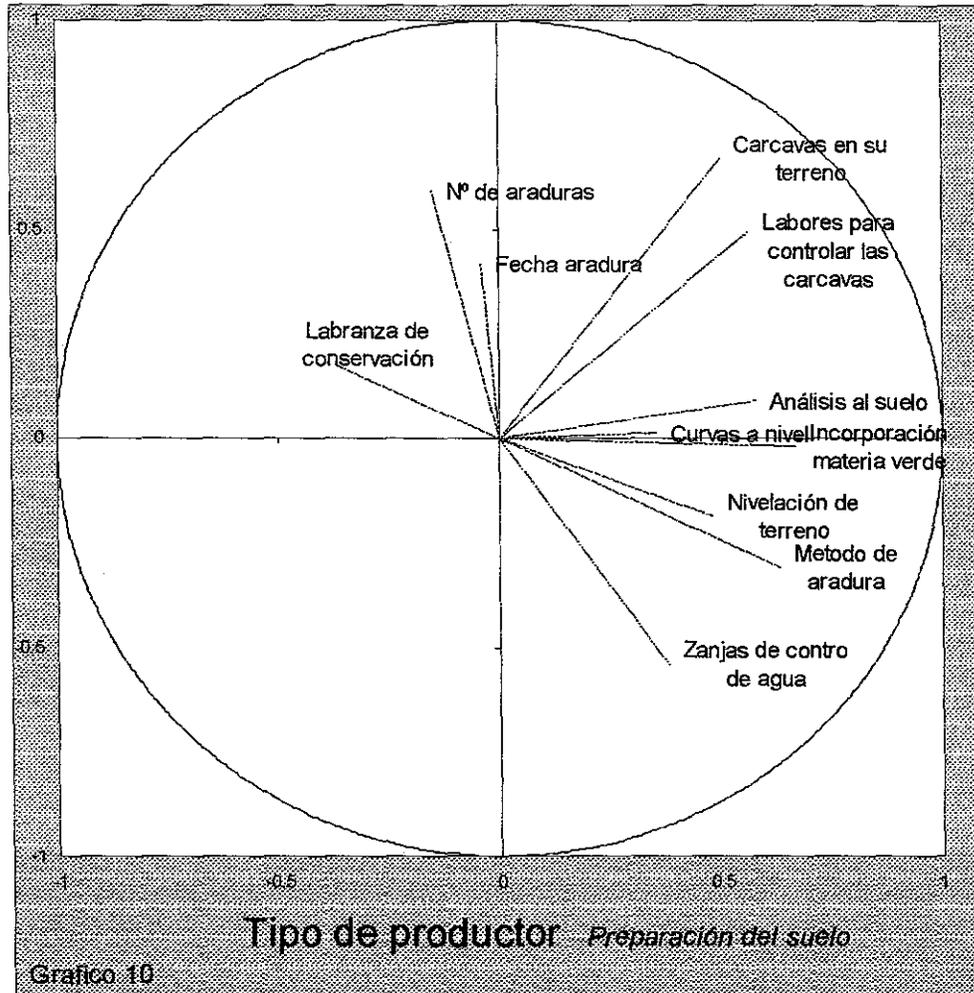
Cuadro 21. Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, sobre el indicador TIPO DE PRODUCTOR relacionado con la *Preparación del suelo*

COMPONENTE	VARIABLES CORRELACIONADAS	VARIABLES IMPORTANTES	variables sin importancia
PRIMER GRUPO			
1	Análisis al suelo	Cárcavas en su terreno	Fecha de aradura
2	Curvas a nivel	Labores para controlar las cárcavas	Curvas a nivel
3	Incorporación materia verde	Método de aradura	Labranza de conservación
4	Nivelación del terreno	Zanjas de control de agua	
5	Método de aradura		
SEGUNDO GRUPO			
1	Nº de araduras		
2	Fecha de aradura		
TERCER GRUPO			
1	Cárcavas en el terreno		
2	Labores para controlar las cárcavas		

La preparación del suelo para la siembra, en el agroecosistema tiene características propias, ya que de esta preparación, depende el poder conservar la humedad residual en el Valle de Zapopan. En los términos de la sustentabilidad, la conservación del suelo se ha convertido en un elemento nodal en virtud del deterioro que se tiene de este elemento a nivel global, El análisis de los datos a este respecto en el (Gráfico 10), y concentrado en el (Cuadro 21), indica que los aspectos importantes como la práctica de *labranza de conservación*, *nivelación del suelo*, la práctica de *analizar el suelo y la incorporación de materia verde*, son algunas de las prácticas importantes en las que están expresados, los preceptos de la sustentabilidad relacionados con la conservación del suelo agrícola; al respecto se indica que estas prácticas no tienen un valor significativo, con relación a las

variables que tienen una mayor correlación, se encuentra un grupo entre las que están: *Análisis al suelo, Curvas a nivel, Incorporación de materia orgánica, Nivelación de terreno, Método de aradura, Zanjias de control de agua*; Estas variables son en las que hay que poner mayor atención, ya que al contar con un equilibrio estable, entre ellas, se tenderá la posibilidad de tener en buenas condiciones el suelo. Las variables que tienen mayor importancia según el grafico son; *Cárcavas en el terreno, Labores para controlar las cárcavas, Métodos de aradura, Zanjias de control de agua*; con relación a las variables que no tienen importancia están: Fecha de aradura, Curvas a nivel, Labranza de conservación. Dentro de los estudios de los agro ecosistemas, el suelo es un factor que debe considerarse de una forma especial, si bien el enfoque hólístico debe prevalecer, así como darle el valor similar a todos los factores que intervienen, hay que considerar que sin suelo no puede haber actividad agrícola.

Se puede deducir que en los términos para conservar este recurso a mediano y largo plazo, en el agro ecosistema esta muy frágil.



En el (Cuadro 22), se observan los valores propios de la correlación para el indicador tipo de productor relacionado con la preparación del suelo; así se indica que los primeros seis componentes responden al 79.52% de la variabilidad de los datos originales por lo que se puede deducir que los seis componentes descritos, son las variables que se pueden considerar para interpretar el indicador **Tipo de productor** relacionado con la **Preparación del suelo**.

Cuadro 22. Valores propios de la matriz de correlación para el grupo Tipo de productor: Preparación del suelo

COMPONENTE	VALOR PROPIO	% DE VARIANZA	% ACUMULADO
1	2.393	21.754	21.754
2	1.679	15.26	37.014
3	1.582	14.381	51.395
4	1.206	10.964	62.359
5	1.039	9.448	71.807
6	0.849	7.72	79.527
7	0.704	6.401	85.928
8	0.582	5.293	91.221
9	0.418	3.801	95.022
10	0.339	3.079	98.101
11	0.209	1.899	100

En el (Cuadro 23), se analizan las principales cargas de los componentes para el indicador Tipo de productor "preparación del terreno", se observa para el **componente uno (CP1)** una mayor carga con valor de 0.430 la variable *Incorporación de materia orgánica* y se le contrapone la variable *Labranza de conservación* con un valor de -0.236; para el **componente dos (CP2)** con un valor de 0.517 la variable *Cárcavas en el terreno* y se le contrapone la variable *Zanjas en contorno* con un valor de -0.418; en el **componente tres (CP3)**, la variable *Fecha de aradura* tiene el mayor valor con 0.608 y se le contrapone la variable *Labores para controlar las cárcavas* con un valor de -0.399.

Cuadro 23. Cargas de los principales componentes para el indicador Tipo de productor: *Preparación del suelo*

VARIABLE	COMPONENTE		
	1	2	3
Incorporación de Materia verde.	0.430	-0.014	0.024
Método de aradura	0.407	-0.239	0.193
Análisis al suelo	0.373	0.069	0.303
Labores para control de cárcavas	0.364	0.382	-0.399
Cárcavas en el terreno	0.323	0.517	-0.186
Nivelación del suelo	0.310	-0.143	-0.332
Zanjas de contorno	0.244	-0.418	0.099
Curvas a nivel	0.228	0.010	0.353
Fecha de aradura	-0.026	0.322	0.608
Nº de araduras	-0.096	0.456	0.197
Labranza de conservación	-0.236	0.134	-0.155

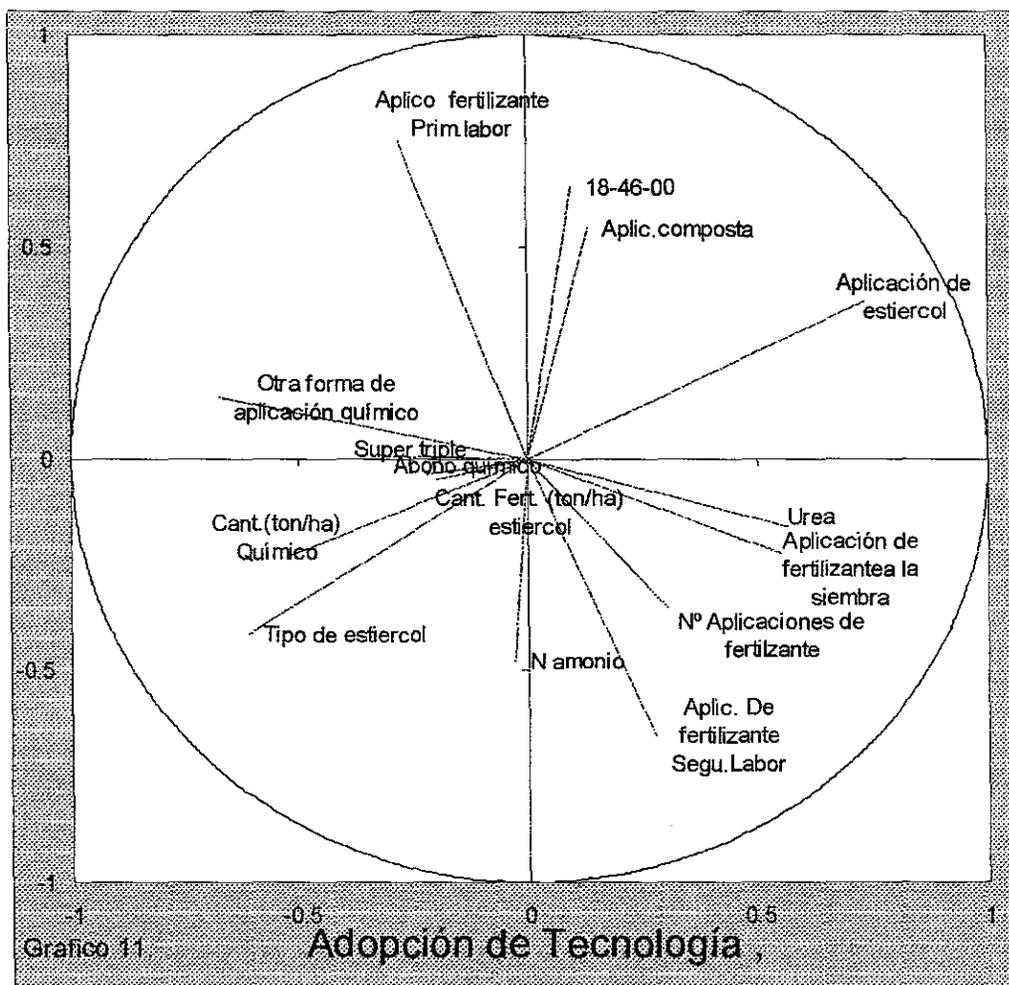
Cuadro 24 Matriz de correlación: Tipo de productor, Preparación del suelo

	Análisis al suelo	Incorporación materia v	Nivelación de terreno	Curvas a nivel	Zanjas de control de agu	Carcavas en su terreno	Labores para controlar	Labranza de conservac	Nº de araduras	Fecha aradura	Metodo de aradura
Análisis al suelo	1	0.432	0.154	0.169	0.140	0.146	0.113	-0.101	0.039	0.229	0.274
Incorporación materia v	0.432	1	0.153	0.189	0.235	0.296	0.226	0.090	-0.228	-0.008	0.275
Nivelación de terreno	0.154	0.153	1	0.067	0.084	0.018	0.322	-0.161	-0.026	-0.346	0.245
Curvas a nivel	0.169	0.189	0.067	1	0.162	-0.013	0.075	-0.060	0.133	0.171	0.227
Zanjas de control de agu	0.140	0.235	0.084	0.162	1	-0.097	-0.030	-0.164	-0.193	-0.143	0.259
Carcavas en su terreno	0.146	0.296	0.018	-0.013	-0.097	1	0.661	-0.064	0.122	0.111	0.119
Labores para controlar	0.113	0.226	0.322	0.075	-0.030	0.661	1	-0.125	0.060	-0.172	0.039
Labranza de conservac	-0.101	0.090	-0.161	-0.060	-0.164	-0.064	-0.125	1	0.097	-0.141	-0.381
Nº de araduras	0.039	-0.228	-0.026	0.133	-0.193	0.122	0.060	0.097	1	0.265	-0.141
Fecha aradura	0.229	-0.008	-0.346	0.171	-0.143	0.111	-0.172	-0.141	0.265	1	0.008
Metodo de aradura	0.274	0.275	0.245	0.227	0.259	0.119	0.039	-0.381	-0.141	0.008	1

En negrita, valores significativos (fuera diagonal) al umbral alfa=0,050 (prueba bilateral)

En el (Cuadro 24), se observa al umbral de significancia Alfa = 0,050 se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de correlación significativa entre variables, dicho de otro modo, la correlación entre las variables es significativa.

En el (Grafico 11). Se observa el análisis de la variable Adopción de Tecnología;



relacionado con la *fertilización*, así mismo se explica en el (Cuadro 25), las variables; *Aplicación de estiércol*, *Tipo de estiércol*, *Aplicación de fertilizante* (primera y segunda labor), son por tener mayor longitud en su segmento los más importantes, y se encuentra una fuerte correlación con un primer grupo; en ellas se encuentran; *Tipo de estiércol*, *Cantidad de fertilizante químico (ton/ha)*, *Aplicación de fertilizante químico*, *Cantidad de estiércol como fertilizante (ton/ha)*, *Súper triple*, *Otra forma de aplicación de químico*; se observa un segundo grupo en la que encuentran: *Urea*, *Aplicación a la siembra*, *Nº de aplicaciones de fertilizante*, *Aplicación de fertilizante en la segunda labor*, *N de amonio*,

Los que no presentan importancia son *Nº de aplicaciones, Nitrato de amonio, Aplicación de fertilizante químico, Súper triple. Cantidad de estiércol como fertilizante (ton/ton), Abono químico, Súper triple*. De acuerdo a los preceptos de la sustentabilidad relacionados con la fertilización, es requerimiento el bajar los altos volúmenes de fertilizantes químicos ya que el deterioro de los suelos es evidente, se requiere que paulatinamente se modifiquen y se realicen prácticas que se dejaron de hacer como, la incorporación al suelo de materia verde, esquilmos y estiércoles, que permitan al suelo restaurar la materia orgánica, fortalecer la micro fauna, así como preservar los niveles óptimos de reacción del suelo, que permitan tener una buena producción y productividad, así como preservar el recurso suelo.

Cuadro 25. Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, sobre el indicador *Adopción de tecnología* relacionada con la *fertilización*.

COMPONENTE	VARIABLES CORRELACIONADAS	VARIABLES IMPORTANTES	VARIABLES SIN IMPORTANCIA
PRIMER GRUPO			
1	Tipo de estiércol	Aplicación de estiércol	Cantidad de fertilizante químico (ton/ha)
	Cantidad de fertilizante químico (ton/ha)	Tipo de estiércol	Fertilizante químico
2			
3	Aplicación de fertilizante químico	Aplicación de fertilizante labor	Súper triple segunda
4	Cantidad de estiércol como fertilizante (ton/ha)	Aplicación de fertilizante (primera y segunda labor)	
5	Súper triple		
6	Otra forma de aplicación de químico		
SEGUNDO GRUPO			
1	Urea		
2	Aplicación a la siembra		
3	Nº de aplicaciones de fertilizante		
4	Aplicación de fertilizante en la segunda labor		
5	N de amonio		

En el (Cuadro 26), se observan los valores propios de la matriz de correlación, para el indicador *Adopción de tecnología* relacionada con la *fertilización* se determina que con las siete primeras variables se tiene el 81.4% de la variabilidad total de los datos originales.

Cuadro 26. Valores propios de la matriz de correlación para el grupo Adopción de Tecnología: Fertilización.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	% DE VARIANZA	% ACUMULADO
1	2.724	18.16	18.16
2	2.506	16.71	34.87
3	1.899	12.66	47.53
4	1.71	11.4	58.92
5	1.255	8.37	67.29
6	1.102	7.347	74.64
7	1.014	6.757	81.4
8	0.657	4.378	85.78
9	0.586	3.907	89.68
10	0.393	3.389	93.07
11	0.265	2.617	95.69
12	0.265	1.768	97.46
13	0.16	1.066	98.52
14	0.143	0.951	99.48
15	0.079	0.525	100

Cuadro 27. Cargas de los principales componentes para el indicador Adopción de Tecnología, Fertilización

VARIABLE	COMPONENTE		
	1	2	3
Aplicación de estiércol (Fertilizante)	0.444	0.235	0.086
Aplicación de Fert. Químico Urea	0.342	-0.101	-0.350
Aplicación de fert. A la siembra	0.333	-0.141	-0.220
Número de aplicaciones	0.183	-0.222	0.358
Aplicación a la segunda labor	0.167	-0.412	-0.061
Aplicación de composta	0.081	0.343	-0.120
Aplicación de 18-46-00	0.059	0.405	-0.292
Aplicación de N de amonio	-0.017	-0.301	-0.342
Aplicación de fertilizante químico	-0.121	-0.032	-0.292
Cantidad de fertilizante aplicado Ton/ha	-0.133	-0.022	-0.051
Aplicación de fertilizante a la primer labor	-0.171	0.474	-0.017
Aplicación de Súper triple	-0.201	0.005	0.537
Cantidad de estiércol aplicado Ton/ha	-0.312	-0.144	-0.142
Tipo de estiércol	-0.371	-0.262	-0.086
Otro tipo de fertilizante aplicado	-0.408	0.090	-0.263

En el (Cuadro 27), se observan las cargas de los principales componentes para el indicador Adopción de tecnología relacionada con la fertilización; para el primer **componente (CP1)** con un valor de 0.444 *aplicación de estiércol como (fertilizante)* y se le contrapone *otro tipo de fertilizante aplicado* con un valor de -0.408 y para el **componente dos (CP2)** con un valor de 0.474 *aplicación de fertilizante en la primer labor*; para el **componente tres (CP3)** se identifica la

variable *aplicación de súper triple* con un valor de 0.537. y se le contrapone *Aplicación de fertilizante químico Urea*, con un valor de -0.350.

Cuadro 28. Matriz de correlación: para el Indicador Adopción de Tecnología *Fertilización*

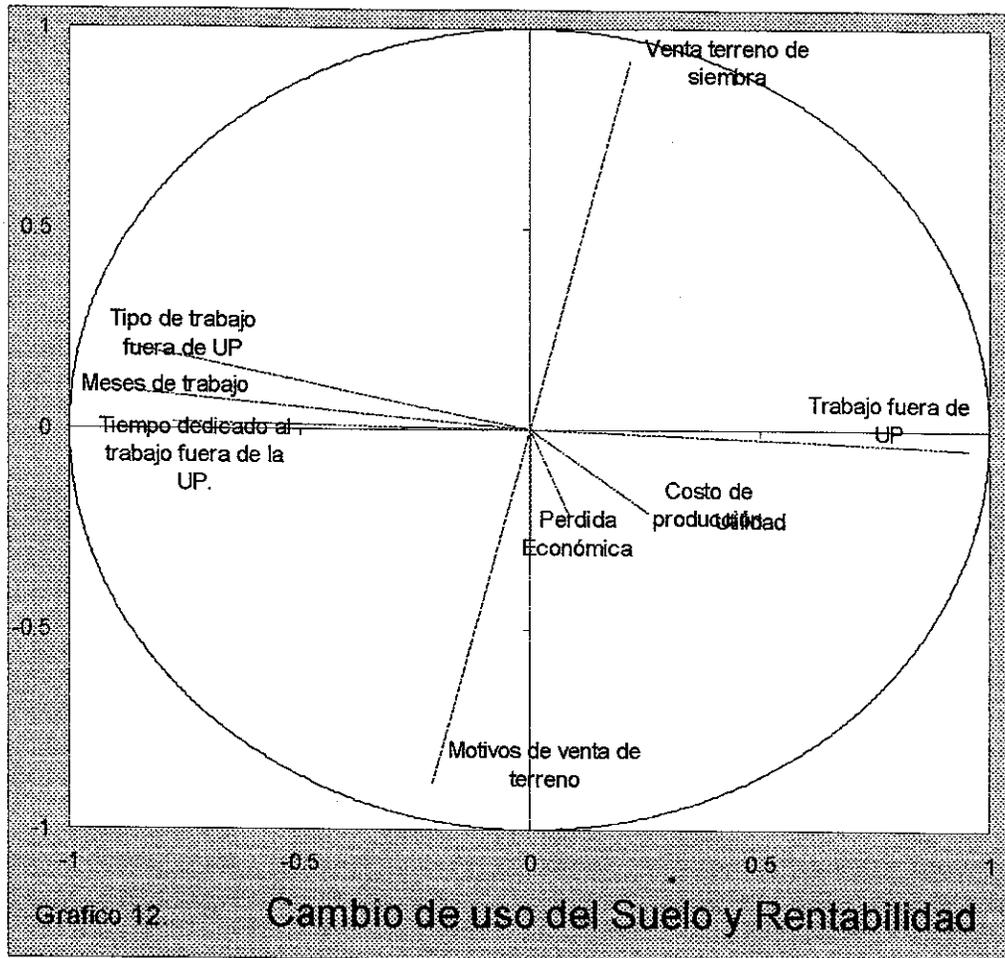
	Aplic. estiérc de esterant. (ton/ha)no quími	Urea	Super triple N amonio	18-46-00 :. Fert. (ton)	Aplicacior	Siembra	Prim.labor	Segu.Labo	Otra	lic.compos					
Aplic. estic	1	-0.746	-0.461	-0.229	0.174	-0.097	-0.103	0.122	-0.166	-0.037	0.264	0.050	0.009	-0.298	0.161
Tipo de es	-0.746	1	0.276	0.218	-0.252	-0.007	0.045	-0.133	0.161	0.075	-0.099	-0.214	0.057	0.251	-0.085
Cant. (ton/	-0.461	0.276	1	-0.027	-0.162	0.040	0.158	0.018	-0.162	-0.239	-0.186	-0.031	0.131	0.246	-0.145
Abono qui	-0.229	0.218	-0.027	1	0.217	-0.102	0.097	-0.041	0.049	-0.102	-0.097	0.027	-0.041	0.164	0.140
Urea	0.174	-0.252	-0.162	0.217	1	-0.351	0.180	0.076	-0.155	-0.027	0.467	-0.100	0.227	-0.255	-0.086
Super trip	-0.097	-0.007	0.040	-0.102	-0.351	1	-0.266	-0.438	-0.171	0.018	-0.257	0.229	-0.194	0.003	-0.383
N amonio	-0.103	0.045	0.158	0.097	0.180	-0.266	1	-0.339	0.017	-0.179	0.161	-0.126	0.312	0.179	-0.232
18-46-00	0.122	-0.133	0.018	-0.041	0.076	-0.438	-0.339	1	-0.056	-0.255	0.014	0.302	-0.257	0.061	0.423
Cant. Fert	-0.166	0.161	-0.162	0.049	-0.155	-0.171	0.017	-0.056	1	0.167	-0.103	-0.042	-0.063	0.288	0.085
Nº Aplicac	-0.037	0.075	-0.239	-0.102	-0.027	0.018	-0.179	-0.255	0.167	1	0.005	-0.499	0.112	-0.504	0.104
Siembra	0.264	-0.099	-0.186	-0.097	0.467	-0.257	0.161	0.014	-0.103	0.005	1	-0.359	0.014	-0.179	-0.139
Prim.labor	0.050	-0.214	-0.031	0.027	-0.100	0.229	-0.126	0.302	-0.042	-0.499	-0.359	1	-0.491	0.186	0.258
Segu.Labx	0.009	0.057	0.131	-0.041	0.227	-0.194	0.312	-0.257	-0.063	0.112	0.014	-0.491	1	-0.360	-0.228
Otra	-0.298	0.251	0.246	0.164	-0.255	0.003	0.179	0.061	0.288	-0.504	-0.179	0.186	-0.360	1	-0.150
Aplic.com	0.161	-0.065	-0.145	0.140	-0.086	-0.383	-0.232	0.423	0.085	0.104	-0.139	0.258	-0.228	-0.150	1

En negrita, valores significativos (fuera diagonal) al umbral alfa=0,050 (prueba bilateral)

En el (Cuadro 28), se observa la matriz de correlación para el indicador *Adopción de tecnología* relacionado con la *fertilización*, al umbral de significación Alfa = 0,050 se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de correlación significativa entre variables, dicho de otro modo, la correlación entre variables es significativa.

En el (Gráfico 12), se observan los indicadores *Cambio de uso del suelo* y la *Rentabilidad*, con relación al cambio de uso el suelo según este "biplot", *Venta de terreno de siembra* así como *los Motivos de su venta*, son variables muy importantes que tienen una correlación negativa, así como el *Trabajo fuera de la UP*. Las variables *Tipo de trabajo fuera de la UP*, *Meses de trabajo*, *Tiempo dedicado al trabajo fuera de la UP*. Tienen una alta correlación (Cuadro 29). *Pérdida económica*

y costo de producción (utilidad) son variables con poca importancia. La variable *Venta de terreno de siembra*, se manifiesta como muy importante; este fenómeno de venta de tierra para fines diversos, tiene un efecto directo con relación a la sustentabilidad del agro ecosistema, es evidente que la existencia del mismo está dado por la permanencia de la tierra con este uso, sin embargo, los factores que influyen también son diversos y concatenados, entre otros está la migración, baja o nula rentabilidad, la presión demográfica demandante de suelo para vivienda y/o industria, así como de espacios para recreación; este efecto genera incremento en el costo del terreno siendo un atractivo importante para los productores campesinos que ven solventados sus problemas financieros al vender su tierra. La sustentabilidad del agro ecosistema carece de sentido cuando un productor vende su tierra, quedando en evidencia la falta de interés por parte de las autoridades que deben ofrecer la seguridad de la permanencia los agro ecosistemas asegurando la producción de alimentos en el corto y largo plazo. Con relación a las variables *Trabajo fuera de la UP, Tipo de trabajo, Meses de trabajo*, estas variables explican el resultado de la pérdida económica ya que los productores con poca superficie de tierra optan por trabajar fuera de la UP. Buscando solventar sus requerimientos económicos. Se detecta, un fenómeno en el que los productores agrícolas, tienen una dualidad en su actividad; así se identifican productores agrícolas, albañiles, jardineros, obreros eventuales o de medio tiempo; con ello las unidades de producción dejan de ser prioritarias para ellos y se convierten en una de sus actividades. De acuerdo a los preceptos de la sustentabilidad relacionada con la equidad, se señala que las UP, deben proveer de los requerimientos económicos mínimos indispensables a los integrantes de la familia, en este caso no se lleva a cabo por lo que el agro ecosistema en este aspecto esta en condiciones de riesgo. Los resultados fueron los siguientes:



Cuadro 29. Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, sobre el indicador Cambio del Uso del Suelo y Rentabilidad.

COMPONENTE	VARIABLES CORRELACIONADAS	VARIABLES IMPORTANTES	VARIABLES SIN IMPORTANCIA
PRIMER GRUPO			
1	Tiempo dedicado al trabajo fuera de la UP.	Venta terreno de siembra	Costos de producción (Utilidad)
2	Meses de trabajo	Motivos de venta	Perdida económica
3	Tipo de trabajo	Trabajo fuera de la UP	
4		Tipo de trabajo	

En el (Cuadro 30), se observan los valores propios de la matriz de correlación para el Indicador *Cambio de uso del suelo y Rentabilidad* se determina que con las cuatro primeras variables se tiene el 80% de la totalidad de la variabilidad de los datos originales; se deduce que este indicador se puede interpretar con las variables; *Trabajo fuera de la UP, Tipo de trabajo fuera de la UP, Venta de terreno de siembra, Motivo de ventas de terreno.*

Cuadro 30. Valores propios de la matriz de correlación para los indicadores Cambio de uso del suelo y rentabilidad

COMPONENTE	VALOR PROPIO	% DE VARIANZA	% ACUMULADO
1	3.118	35	34.64
2	1.862	20.684	55.324
3	1.264	14.046	69.37
4	0.991	11.015	80.385
5	0.737	8.184	88.569
6	0.568	6.306	94.875
7	0.256	2.839	97.715
8	0.139	1.544	99.258
9	0.067	0.742	100

En el (Cuadro 31), se determinan las cargas de los principales componentes para el indicador *cambio de uso del suelo y rentabilidad*. Para el **primer componente (CP1)** la variable *Trabajo fuera de la UP*. Con un valor de 0.540 y se le contrapone la variable *Tipo de trabajo fuera de la UP*, con un valor -0.486; para el **segundo componente (CP2)** la variable *Venta de terreno de siembra* y se le contrapone la variable *Motivo de venta de terreno* con un valor de -0.882; para el **tercer componente (CP3)** se destaca la variable *costos de producción* con un valor de 0.742 y se le contrapone la variable *Perdida (económica)* con un valor de -0.299.

Cuadro 31. Cargas de los principales componentes para el *indicador, Cambio de uso del suelo y rentabilidad*

VARIABLE	COMPONENTE		
	1	2	3
Trabajo fuera de la UP.	0.540	-0.048	-0.169
Utilidad	0.146	-0.210	0.703
Venta de terreno de siembra	0.122	0.920	0.024
Costos de producción	0.048	-0.213	0.742
Perdida (económica)	0.001	-0.305	-0.299
Motivo de ventas de terreno	-0.120	-0.882	-0.211
Tiempo dedicado al trabajo externo	-0.440	0.018	0.232
Meses de trabajo fuera de la UP	-0.474	0.090	-0.051
Tipo de trabajo fuera de la UP.	-0.486	0.206	-0.007

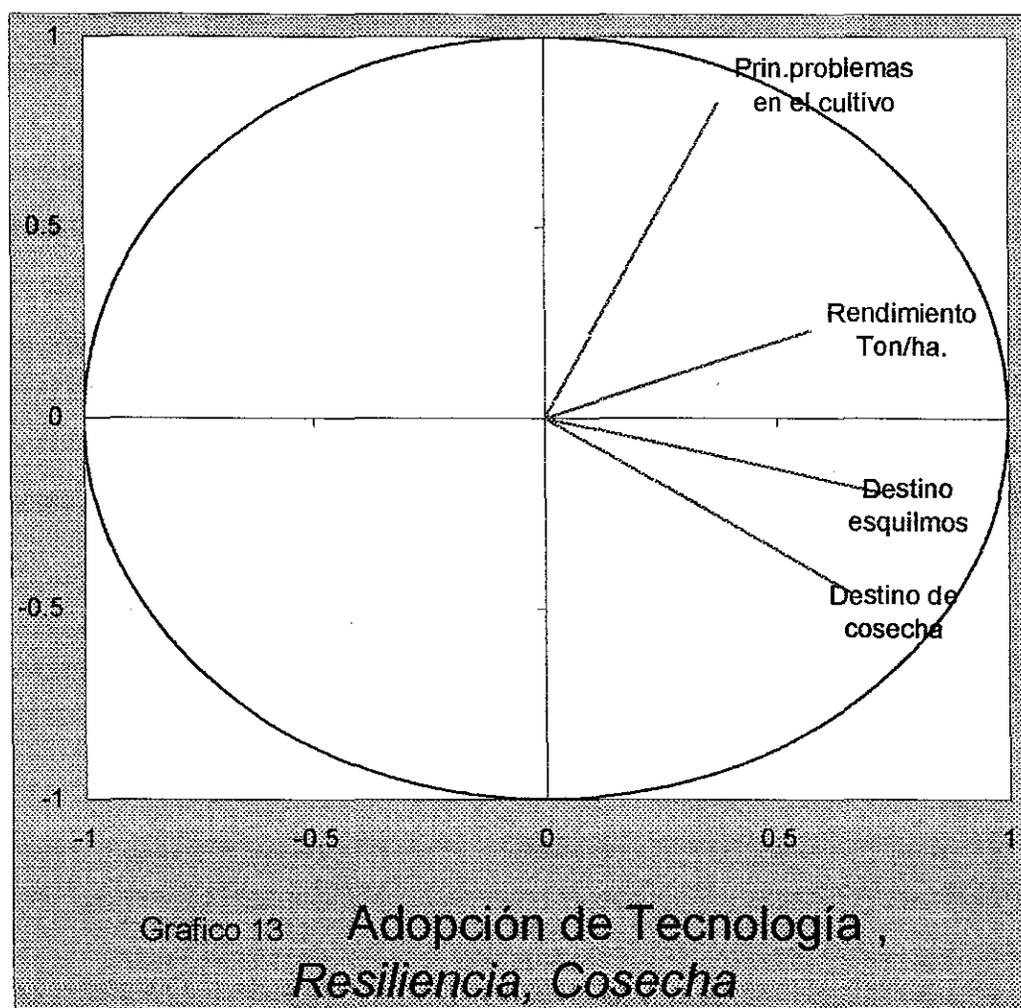
Cuadro 32 Matriz de correlación: Para el indicador, Cambio de uso del suelo y rentabilidad

	Costo de producción	Utilidad	Perdida	Venta terreno	Motivos de venta	Trabajo fuera de	Tipo de trabajo	Tiempo dedicado	Meses de trabajo
Costo de producción	1	0.260	0.039	-0.165	-0.074	0.019	-0.127	0.056	-0.057
Utilidad	0.260	1	-0.101	-0.043	0.056	0.087	-0.179	-0.106	-0.270
Perdida	0.039	-0.101	1	-0.153	0.147	0.037	0.020	0.000	-0.086
Venta terreno de	-0.165	-0.043	-0.153	1	-0.808	0.147	0.034	-0.160	-0.090
Motivos de venta	-0.074	0.056	0.147	-0.808	1	-0.119	0.025	0.043	0.137
Trabajo fuera de	0.019	0.087	0.037	0.147	-0.119	1	-0.796	-0.784	-0.770
Tipo de trabajo	-0.127	-0.179	0.020	0.034	0.025	-0.796	1	0.556	0.683
Tiempo dedicado	0.056	-0.106	0.000	-0.160	0.043	-0.784	0.556	1	0.424
Meses de trabajo	-0.057	-0.270	-0.086	-0.090	0.137	-0.770	0.683	0.424	

En negrita, valores significativos (fuera diagonal) al umbral alfa=0,050 (prueba bilateral)

En el (Cuadro 32), se analiza al umbral de significancia Alfa =0,050 se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de correlación significativa entre las variables, dicho de otro modo, la correlación entre las variables es significativa.

En el (Grafico 13), se analiza el indicador *Adopción de tecnología* relacionado con la *Resiliencia y Cosecha*, en el agro ecosistema En el "biplot" se destaca la variable *Principales problemas en el cultivo*, por su longitud de vector se considera la más importante; no existe correlación entre variables; en términos de sustentabilidad relacionada con la cosecha en el agro ecosistema se señala que se debe tener equidad en el costo beneficio de la producción; con relación a la variable *Destino de los esquilmos* en los datos originales se destaca que se incorporan al suelo en gran porcentaje; en el caso del *Destino de la Cosecha*, en los datos originales se destaca la venta y autoconsumo.



En el (Cuadro 33), se observan los valores propios de la matriz de correlación para el indicador *Adopción de tecnología* relacionada con la *Cosecha y Resiliencia*,

Cuadro 33. Valores propios de la matriz de correlación para el grupo Adopción de Tecnología, Cosecha y Resiliencia

COMPONENTE	VALOR PROPIO	% DE VARIANZA	% ACUMULADO
1	1.445	36.161	36.161
2	0.981	24.523	60.685
3	0.865	21.631	82.315
4	0.707	17.685	100

en el que se determina que con la segunda variable se alcanza el 60.16% de la variabilidad del total de los datos originales.

En el (Cuadro 34), se analizan las cargas de los principales componentes para el indicador adopción de tecnología relacionada con la cosecha; para el **primer componente (CP1)** destaca la variable *destino de los esquilmos* con un valor de 0.613, para el **segundo componente (CP2)** con un valor de 0.835 la variable *principales problemas en el cultivo* se considera la principal y se le contrapone la variable destino de la cosecha con un valor de -0.458, para el **tercer componente (CP3)** con un valor de 0.836 la variable Rendimiento ton/ha se considera la mayor y

Cuadro 34. Cargas de los principales componentes para el indicador Adopción de Tecnología relacionada con la Cosecha y Resiliencia.

VARIABLE	COMPONENTE		
	1	2	3
Principales problemas en el cultivo	0.312	0.835	-0.434
Rendimiento ton/ha.	0.477	0.232	0.836
Destino de la cosecha	0.547	-0.458	-0.297
Destino de esquilmos	0.613	0.197	0.162

se le contrapone principales problemas en el cultivo con un valor de -0.434

En el (Cuadro 35), se observa la matriz de correlación para el indicador *Adopción de tecnología relacionada con la cosecha*; en dichos datos al umbral de significación Alfa = 0.050 no se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de correlación significativa entre las variables; dicho de otro modo, la correlación entre las variables no es significativa.

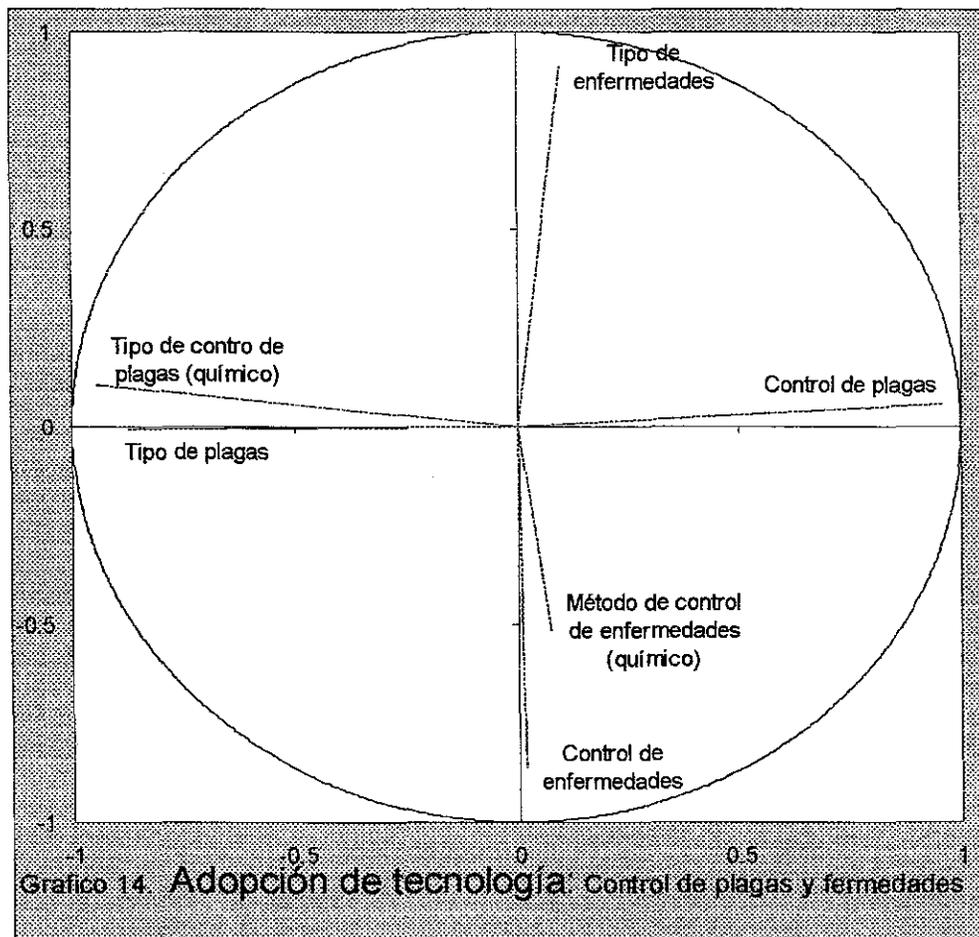
Cuadro 35. Matriz de correlación para el Indicador *Adopción de Tecnología con relación a la cosecha y Resiliencia*

	Rendimiento	Destino cosecha	de Destino esquilmos	Prin. problemas
Rendimiento	1	0.124	0.182	0.106
Destino de cosecha	0.124	1	0.280	0.042
Destino esquilmos	0.182	0.280	1	0.108
Prin.problemas	0.106	0.042	0.108	1

Al umbral de significación Alfa=0,050 no se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de correlación significativa entre las variables. Dicho de otro modo, la correlación entre las variables no es significativa.

En el (Grafico 14), se analiza el grupo de variables que hacen referencia al control de plagas y enfermedades del indicador **Adopción de tecnología** en lo relativo al *Control de Plagas y Enfermedades*; así mismo se describen en el (Cuadro 36), del Indicador Adopción de tecnología, las variables más importantes son *Tipo de enfermedades, Control de plagas, Control de enfermedades, Tipo de control (químico)*; las variables correlacionadas son *Método de control, Control de enfermedades, Tipo de plagas, Tipo de control (químico)*. La variable que no tiene importancia es *Método de control (químico)*. En los aspectos de control de plagas y enfermedades es evidente el uso de fuertes cantidades de pesticidas en el agro ecosistema lo que se contrapone con las propuestas de la sustentabilidad, por lo tanto es conveniente incrementar el control de métodos amables para el medio ambiente y los recursos naturales propios del agro ecosistema; entre otros están los métodos de control biológico, prácticas agrícolas y la utilización de variedades resistentes a plagas y enfermedades. Estos métodos son eficaces y menos costos, sin embargo los productores no los utilizan por falta de información, además de haber abandonado practicas agrícolas que anteriormente realizaban y las

substituyeron por comodidad con el uso de pesticidas tales como el rastreo en el contorno de la parcela eliminado malas hierbas es un buena previsión en la aparición de vectores y/o hospederos para las plagas y enfermedades y la rotación de cultivos; adicionalmente, se ha abandonado la practica de sembrar variedades criollas resistentes a plagas y enfermedades, propiciando con esto la dependencia de pesticidas con el argumento de tener mayor producción, sin embargo, esto ha contribuido a la substitución de variedades criollas y su eventual desaparición; lo que genera la perdida de biodiversidad. Por lo tanto en estos aspectos se puede señalar que el agro ecosistema esta bastante vulnerable.



Cuadro 36. Variables con una mayor correlación, variables importantes y variables sin importancia, sobre el indicador Adopción de tecnología Control de plagas y enfermedades.

COMPONENTE	VARIABLES CORRELACIONADAS	VARIABLES IMPORTANTES	VARIABLES SIN IMPORTANCIA
PRIMER GRUPO			
1	Método de control	Tipo de enfermedades	Método de control (químico)
2	Control de enfermedades	Control de plagas	
3		Control de enfermedades	
4		Tipo de control (químico)	
SEGUNDO GRUPO			
1	Tipo de plagas		
2	Tipo de control (químico)		

En el (Cuadro 37), se describen los valores propios de la matriz de correlación para el indicador *Adopción de Tecnología*, referente al *control de plagas y enfermedades*, con las tres primeras variables que acumulan el 88.978 %, estas describen la variabilidad del total de los datos originales. Por lo que se deduce que estas variables pueden considerarse para posteriores estudios; son suficientes para describir dicho indicador.

Cuadro 37. Valores propios de la matriz de correlación para el Indicador Adopción de Tecnología, Control de plagas y enfermedades

COMPONENTE	VALOR PROPIO	% DE VARIANZA	% ACUMULADO
1	2.588	43.127	43.127
2	1.851	30.846	73.972
3	0.9	15.006	88.978
4	0.392	6.531	95.509
5	0.201	3.342	98.851
6	0.069	1.149	100

En el (Cuadro 38) se establecen las cargas de los principales componentes para el indicador Adopción de tecnología, relacionado con el control de plagas y enfermedades en el **primer componente (CP1)**; se destaca la variable *Control de plagas* con un valor de 0.597 y se le contrapone la variable *Tipo de control de plagas (químico)* con un valor de -0.587, el **segundo componente (CP2)**, la variable con mayor carga es *Tipo de enfermedades* con un valor de 0.671 y se contrapone la variable *Método de control de plagas (químico)* con un valor de - 0.377, para el **tercer componente (CP3)**, la variable con mayor carga es *Método de control de plagas (químico)* con un valor de 0.850, y la variable con una menor carga es **Control de enfermedades** con un valor de -0.350.

Cuadro 38. Cargas de los principales componentes para el indicador *Adopción de Tecnología, Control de plagas y enfermedades*

VARIABLE	COMPONENTE		
	1	2	3
Control de plagas	0.597	0.043	0.092
Tipo de enfermedades	0.061	0.671	0.140
Método de control de plagas (químico)	0.046	-0.377	0.850
Control de enfermedades	0.010	-0.633	-0.350
Tipo de plagas	-0.542	-0.004	0.165
Tipo de control de plagas (químico)	-0.587	0.077	0.017

En el (Cuadro 38), se aprecia la matriz de correlaciones para el indicador **Adopción de tecnología** relacionado con el *control de plagas y enfermedades*. Al umbral de significancia Alfa = 0,050 se puede rechazar la nulidad de ausencia de correlación significativa entre las variables. Dicho de otro modo, la correlación entre las variables es significativa.

(Cuadro 39). Matriz de correlación: para el indicador *Adopción de tecnología, Control de plagas y enfermedades*

	Método de contr. de plagas	Tipo de plagas	Tipo de control de enfermedades	Control de plagas	Tipo de enfermedades	Control de enfermedades
Método de control de plagas	1	0.109	0.051	-0.092	0.160	-0.323
Control de plagas	0.109	1	-0.742	-0.902	-0.027	0.189
Tipo de plagas	0.051	-0.742	1	0.715	0.007	-0.005
Tipo de control de enfermedades	-0.092	-0.902	0.715	1	-0.120	-0.005
Control de enfermedades	0.160	-0.027	0.007	-0.120	1	-0.697
Tipo de enfermedades	-0.323	0.189	-0.005	-0.005	-0.697	1

En negrita, valores significativos (fuera diagonal) al umbral alfa=0,050 (prueba bilateral)

VIII CONCLUSIONES

Respecto a la hipótesis planteada en este trabajo se puede describir lo siguiente: que las variables que la representan son suficientes para generar los indicadores de sustentabilidad en el agro ecosistema en el municipio de Zapopan, Jalisco.

La metodología propuesta se ajusta en tiempo y forma para la obtención de indicadores en las dimensiones y planos propuestos.

Esta metodología puede utilizarse en estudios de tipo ambiental, proponiendo los indicadores adecuados.

En la selección de los indicadores, se debe considerar la opinión de los productores ya que el conocimiento en el sitio, fortalece la aplicación de correctivos para la sustentabilidad del agro ecosistema.

Descripción concluyente de los Indicadores.

1.- Respecto del Indicador **Tipo de Productor**, La edad de los productores oscila entre los 45 y 70 años, con estos datos se indica que los productores son viejos; no se esta llevando a cabo la sustitución generacional necesaria en cualesquier actividad económica, presentándose con esto, fenómenos como la migración, cambio de uso del suelo (venta total o parcial), cambio de cultivo, resistencia a la adopción de tecnología, que permita conservar los recursos de una forma sustentable.

El bajo nivel de escolaridad detectado, indica que los productores solamente cursaron los primeros años de primaria.

La tenencia de la tierra esta dividida en dos grandes sectores la pequeña propiedad, y la ejidal, en menor proporción la comunal.

Respecto al Número de hijos se rompe el paradigma de las familias numerosas ya que en promedio se tienen cinco hijos lo que disminuye el aporte de mano de obra en la UP; además en promedio dos hijos están estudiando en los diferentes niveles escolares.

Preocupante es la falta de interés de los jóvenes por seguir en la actividad agrícola, ya que al no contar con ellos, se dinamizan los fenómenos de migración, venta de terreno o abandono de los mismos.

Se manifiesta, la participación de los jóvenes en diferentes actividades el agro ecosistema en tanto estudian o permanecen en la UP; Respecto a la migración esta se establece en un veintidós por ciento siendo la Unión Americana el lugar de mayor incidencia.

La participación activa de las mujeres en la UP, y con mayor interés en las diferentes áreas del agro ecosistema, es evidente; lo que refleja un fenómeno social la, "feminización de la agricultura"; esto es el efecto de otros factores como la incorporación de los productores en actividades diferentes a la agricultura, la migración de los hombres jóvenes, el envejecimiento de los tutores de la UP.

2. - Indicador **Adopción de tecnología**; respecto del uso del análisis de suelo para verificar las condiciones optimas del suelo en la producción, el 50% de los productores lo realizan con buena periodicidad. Las practicas de conservación de suelo y agua, no son suficientes para considerarlas como sustentables, el 81% no nivela su suelo, así mismo el 82% no realiza practicas de labranza de conservación; respecto a la incorporación de estiércoles y materia verde, como mejoradores de suelo el 56% no lleva a cabo estas practicas; la utilización de semillas mejoradas para la siembra el 49% no las utiliza; la dependencia de pesticidas para el control de plagas y enfermedades se establece en 85 y 100% respectivamente.

3. -Indicador **Cambio de uso del suelo**; la venta del suelo parcial, la llevan a cabo los productores en un 47% por la demanda en la construcción de vivienda, industria y esparcimiento; el cambio de cultivo, por no ser rentable, lo realizaran 36% de los productores. Por este concepto se considera la desaparición gradual del agro ecosistema, contribuyendo en la dependencia de este grano y subproductos.

4. – Indicador **Rentabilidad**; Es importante señalar que se observa una relación proporcional de la inversión con el rendimiento, no así con la utilidad ya que hay productores que manifiestan no haber obtenido ingresos. Otro aspecto a resaltar es que los productores con los valores más bajos son aquellos que tienen superficies que tienen de 1 a 10 ha, también se interpreta que productores que tuvieron costos de \$5000 a \$6000 obtuvieron rendimientos de 9 a 5 ton/ha; por esta razón son los que mayores utilidades obtuvieron; la eficiencia en el manejo del sistema tiene que ver con el uso de técnicas y tecnologías; si en el sistema de producción se realizan las practicas agrícolas en tiempo y forma se reduce en gran medida el uso de agroquímicos, (control de malezas, plagas y enfermedades, fertilizantes químicos), Este aspecto, traducido en el ámbito de la sustentabilidad se debe observar desde la perspectiva de la eficiencia energética y la equidad. Sin embargo, la finalidad de los productores es obtener recursos económicos que les permita tener lo necesario para sus necesidades fundamentales.

5. –Indicador **Participación de los Productores en la Planeación Agrícola**, ésta es muy baja lo que refleja, la falta de democracia en la decisión de la aplicación de recursos económicos de programas gubernamentales; estos deben resolver los problemas individuales de los productores relacionados con el agro ecosistema; ya que los programas están diseñados con criterios lineales sin considerar la heterogeneidad de los productores y las unidades de producción.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Bakkes, J. A., G. J. Van den Born, J.C. HELDER, R.J. Swart, Hope C.W. y J.D.E. Parker. 1994. An overview of environmental indicators: State of the art and perspectives, PNUMA/RIVM, Nairobi.
- De Camino. V.R. y S. Muller. 1993. Sustentabilidad de la Agricultura y los recursos naturales. Bases para establecer Indicadores. Series de documentos de programas núm. 38. San José, Costa Rica ; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –GTZ.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 1991. Sustainable development and management of land and water resources. In Conference on Agriculture and the Environment. S-Hertogenbosch, The Netherlands.
- Gallopín, S., P. Gutman y H. Maleta. 1989. Global impoverishment, sustainable development and the environment: A Conceptual approach. American Journal of Alternative Agriculture 9, núm. 1: 16-22.
- Gliessman. R. G. 2001. AGROECOSYSTEM SUSTAINABILITY. Developing Practical Strategies. Ed. CRC Press Boca Raton London. New York Washington, D.C. pp. 177 - 200
- González A. 1997 . La Tipificación de Productores como un instrumento de apoyo a la transferencia de tecnología para maíz en Jalisco. Tesis de maestría. UdeG, CUCBA, p.p 41- 70 Zapopan ,Jal .
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (INE) Instituto de Ecología; 2000 Indicadores de desarrollo sustentable en México. Ed. INEGI Aguascalientes, Agc. p.p 18-49
- , 1994. Jalisco Resultados Definitivos VII Censo Agrícola –Ganadero, Tabulado, Tomo 1, Guadalajara.
- , 1991. Atlas Agropecuario VII Censo Agropecuario, Guadalajara.
- M. de J. Santiago. 1998 .Sostenibilidad desde el punto de vista social, económico, ecológico y ético. Simposio, sostenibilidad agrícola. (SOMAS) Sociedad Mexicana de Agricultura Sustentable. Colegio de postgraduados, memorias . pp 103-110.
- Léle. S. M. 1991. A Framework for sustainability and its application in visualizing a peaceful and sustainable society. Berkely, California, EUA: IUCN/ICEP.

- Masera O. Astier M. López – R 1999 Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación MESMIS. Ed. Mundi – Prensa México, S.A de C.V pp. 23 – 77
- O'Connor, J. 1994. Measuring progress. Conference held at the 19th Session of the IUCN General Assembly.
- OECD. 1998. Towards Sustainable Development: Environmental Indicators OECD, Paris
- R. Casas; T.Martinez; F.Cossío; E.García; B. V.Peña; F.J. Trujillo; A. T. Castillo. 2001. Sustentabilidad: Avances, Limitaciones y Perspectivas de su Evaluación. En: Indicadores de Sustentabilidad, Sánchez P. S., Vázquez G. M., López A. E., Carvajal H. S. Editores. SOMAS y Universidad de Guadalajara. Zapopan. Jal. México. pp. 27-49.
- Repetto, R. 1986. Economic policy reforms for natural resources conservation. Washington D.C.,EUA: World Resources Institute.
- Ruitenbeek, H. J. 1991. Indicators of ecologically sustainable development: Toward new fundamentals. Canadian Environmental Advisory Council Borrador.
- SAGARPA, 2002. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, www.siap.sagarpa.gob.mx/ar-comdeagr.html
- SEDER JALISCO 2002. Cuarto Informe gobierno Jalisco. www.seder.gob.jal.mx
- Tschirley, J. B. 1993. Indicators for sustainable agriculture and rural development. Expert Grup Meeting on Sustainable Development Indicators UNEP/ UNSTAT. Geneva, Suiza.
- Weber, F.R. 1990. Preliminary indicators for monitoring changes in the natural resource base. Washington, D.C. AID Program Design Evaluation Methodology no. 14.
- WRI (World Resources Institute), 1990-1991. World Resources Washinton , D.C.