

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DIRECCIÓN DE CENTROS REGIONALES UNIVERSITARIOS
MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL REGIONAL

**“EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE UN MODELO DE
SISTEMA AGROSILVOPASTORIL ALTERNATIVO Y SU
FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTARSE POR PRODUCTORES
DEL SUR DE SINALOA”**

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL REGIONAL

PRESENTA:

CÉSAR OSCAR MARTÍNEZ ALVARADO



DIRECCION ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



JULIO DEL 2002

MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Bib. 97702

**EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE UN MODELO DE SISTEMA
AGROSILVOPASTORIL ALTERNATIVO Y SU FACTIBILIDAD DE
IMPLEMENTARSE POR PRODUCTORES DEL SUR DE SINALOA**

Tesis realizada por **César Oscar Martínez Alvarado** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL REGIONAL

DIRECTOR:



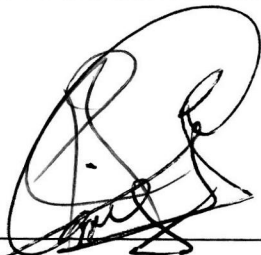
PhD© Luis Enrique Fregoso Tirado

ASESOR:



PhD© Martha Alicia Perales Rivas

ASESOR:



Dr. Jorge Romero Penaloza

A.39753^H

**EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE UN MODELO DE SISTEMA
AGROSILVOPASTORIL ALTERNATIVO Y SU FACTIBILIDAD DE
IMPLEMENTARSE POR PRODUCTORES DEL SUR DE SINALOA**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **César Oscar Martínez Alvarado**, autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional, estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



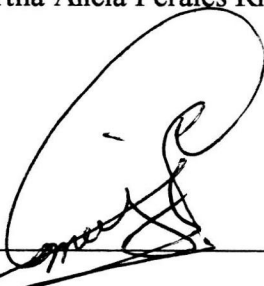
PhD© Luis Enrique Fregoso Tirado

ASESOR:



PhD© Martha Alicia Perales Rivas

ASESOR:



Dr. Jorge Romero Peñaloza

DEDICATORIA

A DIOS

A quien todo le debo

A DIANA ESTHER UGALDE LLEREGUE

Mi esposa, compañera y amiga, por lo que ha aportado a mí vida tanto personal como profesional.

A DAYANARA HYASSYNNY MARTÍNEZ UGALDE

Mi hija que con sus tiernas miradas y sonrisas me ha enseñado la grandeza de la vida.

A MARÍA DE JESÚS ALVARADO SALINAS

Y A LA MEMORIA DE TIMOTEO MARTÍNEZ PACHECO

Mis padres, por haberme dado la vida y enseñarme el principio básico de la felicidad.

A MIS HERMANOS (AS) Y SOBRINOS (AS)

Gracias por todo el respeto y cariño que nos tenemos y por el apoyo que me han brindado siempre.

A MIS COMPAÑEROS (AS), AMIGOS (AS) Y MAESTROS (AS) DE LA MAESTRÍA

Por las enseñanzas y los momentos que pasamos juntos.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial merece el señor Juan Tostado Ortiz, productor del ejido El Huajote, Concordia, Sinaloa que desde hace mucho tiempo me ha facilitado incondicionalmente su unidad productiva para la realización de mis estudios. Así mismo por el tiempo y la ayuda incondicional que me proporcionó para la realización en campo de gran parte de la presente evaluación.

Al productor Alejo Barrón Lizárraga por la información y ayuda que me brindo para la obtención de parte de la valiosísima información para concluir este estudio.

Agradezco a todos los productores miembros de los Grupos Ganaderos para la Validación y Transferencia de Tecnología del sur de Sinaloa, por el tiempo e información proporcionada para la realización de parte del estudio de maestría. Así mismo agradezco a todas aquellas personas (productores, carpinteros, etc.) que me ayudaron con información para poder realizar parte del escrito de esta tesis

A todos los integrantes del Campo Experimental sur de Sinaloa (INIFAP) por las facilidades prestadas y el apoyo técnico para la realización de toda la investigación. En especial a los ingenieros Juan Esteban Reyes Jiménez, Alfredo Loaiza Meza, Oscar Palacios Velarde y Tomás Moreno Gallegos.

Agradezco infinitamente a la Fundación Rockefeller por haber financiado parte de la presente investigación, y muy particularmente al Dr. Rubén Puentes Santarsieri representante de la Fundación en México, por su apoyo y facilidades prestadas.

Igualmente quiero agradecer a la Fundación Produce Sinaloa por la ayuda económica brindada tanto al proyecto de investigación como a mis actividades profesionales, que me permitió dedicar el tiempo suficiente para finalizar esta investigación.

Agradezco también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca concedida que me permitió realizar mis estudios de maestría y avanzar en mis actividades profesionales.

Al Dr. Agustín López Herrera por las facilidades otorgadas al inicio de la presente investigación.

Mi especial agradecimiento al PhD© Luis Enrique Fregoso Tirado y a la PhD© Martha Alicia Perales Rivas por el tiempo brindado, por los comentarios y sugerencias realizadas para encausar adecuadamente la presente investigación, así mismo mi agradecimiento por todas las facilidades otorgadas; así como también al Dr. Jorge Romero Peñaloza por sus observaciones y sugerencias que permitieron mejorar y terminar este trabajo.

DATOS BIOGRÁFICOS

César Oscar Martínez Alvarado nació en El Refugio, San Luis Potosí en el año de 1971. Actualmente vive en Av. Jacarandas 105, Fraccionamiento San Joaquín, Mazatlán, Sinaloa. Es ingeniero agrónomo especialista en suelos por la Universidad Autónoma Chapingo, 1993. De 1994 al 2000 se desempeñó como investigador en el área de sistemas de producción agropecuarios y conservación de recursos naturales del Proyecto “Desarrollo Sostenible de los Agroecosistemas del Sur de Sinaloa” INIFAP-UACH, Proyecto financiado por la Red de Gestión de Recursos Naturales de la Fundación Rockefeller. De abril del 2000 a diciembre del 2001 fue responsable de dos proyectos de investigación sobre manejo y conservación de recursos naturales en trópico seco financiados por la Fundación Produce Sinaloa.

Sus líneas de investigación son: manejo y conservación de recursos naturales, evaluación de sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles, labranza de conservación en temporal, sistemas agroforestales en trópico seco, abonos verdes y cultivos de cobertura, utilización y manejo de cultivos de uso múltiple, desarrollo rural e integral y evaluación socioeconómica de sistemas de producción integrales.

Es autor principal de un libro sobre participación campesina en generación, validación y transferencia de tecnología en el sur de Sinaloa; coautor de un capítulo de libro sobre sustentabilidad y sistemas campesinos; autor de dos folletos técnicos sobre erosión y labranza de conservación en temporal; autor principal de dos artículos in extenso publicados en memoria de eventos científicos internacionales; autor principal de 14 resúmenes científicos y coautor de nueve resúmenes científicos publicados en memorias de eventos científicos nacionales

RESUMEN

César Oscar Martínez Alvarado. Maestro en Ciencias en Desarrollo Rural Regional

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE UN MODELO DE SISTEMA AGROSILVOPASTORIL ALTERNATIVO Y SU FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTARSE POR PRODUCTORES DEL SUR DE SINALOA.

Universidad Autónoma Chapingo, Campus Morelia

Luis Enrique Fregoso Tirado, Director de Tesis

En el sur de Sinaloa el manejo tradicional del **sistema agrosilvopastoril** no ha podido evitar la acelerada degradación de los **recursos naturales** ni solucionar la deprimida situación socioeconómica que afecta a la mayoría de los productores agropecuarios. Ante esta problemática se implementa en la región un **modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo** que busca desde una perspectiva de sostenibilidad equilibrar la alimentación animal con el uso de praderas y sorgo para ensilaje, conservar los recursos naturales con el uso de **árboles multipropósito** y cultivos de uso múltiple, diversificar e incrementar la productividad y organizar participativamente a los productores. Se realizó una evaluación de la **sostenibilidad** del sistema agrosilvopastoril durante 1999 y 2000 con base en la metodología propuesta por Masera et al. (1999). De acuerdo con la evaluación, se deduce que el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo es más sostenible en las áreas técnica-productiva-ambiental, económica y social. Por el contrario el sistema tradicional es menos sostenible en todas las áreas, poniendo en riesgo los recursos naturales de la región y la propia sobrevivencia de los productores agropecuarios. La evaluación de la sostenibilidad del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo demuestra que es una propuesta viable y con mejores resultados que el sistema tradicional al realizar un manejo racional y sostenido de los recursos naturales y al obtener alimentación suficiente y de buena calidad para el ganado a lo largo del año.

Palabras clave: Sostenibilidad, Recursos naturales, Árboles multipropósito, Modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

ABSTRACT

César Oscar Martínez Alvarado

SUSTAINABILITY EVALUATION OF AN ALTERNATIVE MODEL OF AGROSILVOPASTORIL SYSTEM AND ITS IMPLEMENTATION FEASIBILITY BY FARMERS FROM SOUTHERN SINALOA

Universidad Autónoma Chapingo, Campus Morelia

Under the direction of PhD© Luis Enrique Fregoso Tirado

Traditional agrosilvopastoril management in southern Sinaloa has been unable to avoid degradation of the natural resources and depressed socioeconomic conditions affecting most farmers. To face this problems an alternative model of agrosilvopastoril system is developed under a sustainability perspective, which seeks adequate animal feed by establishing perennial pastures and sorghum for silage, conservation of natural resources by using multipurpose trees and crops, diversification and increase of productivity, and participative organization of farmers. A sustainability evaluation of the agrosilvopastoril system in 1999 and 2000 employing the methodology proposed by Masera et al. (1999) was carried out. Based on the results, it can be stated that the model system is more sustainable in the environmental, economic and social realms than the traditional system that is putting the region's natural resources and the survival of farmers at risk. The sustainability evaluation of the alternative agrosilvopastoril system model showed that it is a viable alternative proposal with better results due to a rational sustained management of the natural resources and an increase in better and higher quality feed for livestock throughout the year.

Key words: Sustainability, Natural resources, Multipurpose tree, Alternative model of agrosilvopastoril system.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS-----	xv
ÍNDICE DE CUADROS-----	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS-----	xx
INTRODUCCIÓN-----	1
I. ANTECEDENTES-----	4
1.1. El Proyecto Desarrollo Sostenible de los Agroecosistemas en el Sur de Sinaloa-----	4
1.2. La Evaluación de la Sostenibilidad del Sistema Agrosilvopastoril en el Sur de Sinaloa-----	6
II. JUSTIFICACIÓN-----	7
2.1. Degradación de los Recursos Naturales en México-----	7
2.2. Importancia y Aprovechamiento del Bosque Tropical Caducifolio en Sinaloa-----	9
2.3. Importancia de la Actividad Agropecuaria en el Sur de Sinaloa-----	12
2.4. Origen e Importancia Económica y Social de la Industria Mueblera en el Municipio de Concordia-----	13
2.5. Apoyos del Gobierno Estatal y Federal a la Industria Mueblera-----	17
2.6. Importancia del Arellano (<i>Caesalpina platyloba</i>) en la Unidades de Producción Agropecuarias del Estado-----	18
2.7. Importancia de la Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>) como Fuente de Forraje y Leña en las Unidades de Producción-----	19
III. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS-----	21
3.1. Problema de Investigación-----	21
3.2. Objetivos-----	22

3.2.1. <i>Objetivo General</i>	22
3.3.2. <i>Objetivos Particulares</i>	22
3.3. Hipótesis	22
3.3.1. <i>Hipótesis General</i>	22
3.3.2. <i>Hipótesis Particulares</i>	23
IV. MARCO DE REFERENCIA	24
4.1. La Región Sur de Sinaloa	24
4.1.1. <i>Aspectos Históricos</i>	24
4.1.2. <i>El Medio Físico</i>	24
4.1.2.1. <i>Ubicación del área de estudio</i>	24
4.1.2.2. <i>Fisiografía</i>	25
4.1.2.3. <i>Geología y suelo</i>	27
4.1.2.4. <i>Clima</i>	29
4.1.2.5. <i>Vegetación y uso actual del suelo</i>	30
4.1.2.6. <i>Hidrología</i>	32
4.1.3. <i>El Medio Social</i>	33
4.1.4. <i>El Medio Económico</i>	38
4.2. El Municipio de Concordia	40
4.2.1. <i>Aspectos Históricos</i>	40
4.2.2. <i>El Medio Físico</i>	41
4.2.3. <i>El Medio Social</i>	43
4.2.4. <i>El Medio Económico</i>	44
4.3. El Ejido El Huajote	46
4.3.1. <i>Aspectos Históricos</i>	46
4.3.2. <i>El Medio Físico</i>	48
4.3.3. <i>El Medio Social</i>	53
4.3.4. <i>El Medio Económico</i>	53

4.4. Los Sistemas de Producción de la Investigación	55
4.4.1. <i>El Sistema Agrosilvopastoril Tradicional</i>	55
4.4.2. <i>El Modelo de Sistema Agrosilvopastoril Alternativo</i>	57
V. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	64
5.1. El Modelo de Desarrollo Neoliberal y la Degradación de los Recursos Naturales	64
5.2. Degradación de los Recursos Naturales, Pobreza Rural y Globalización Económica	66
5.3. El Concepto de Agricultura Sostenible	69
5.4. La Agroforestería: Un Sistema de Producción Sostenible	71
5.5. Esfuerzos para Evaluar Sostenibilidad	74
5.6. Estudios de Caso Sobre Evaluación de Sostenibilidad en México	77
VI. METODOLOGÍA	81
6.1. Descripción de los Sistemas de Manejo	81
6.1.1. <i>Sistema Agrosilvopastoril Tradicional(SASPT)</i>	81
6.1.2. <i>Modelo de Sistema Agrosilvopastoril Alternativo (SASPA)</i>	83
6.2. Definición de los Criterios e Indicadores de Sostenibilidad	87
6.3. Técnicas de Evaluación y Monitoreo de los Indicadores	87
6.3.1. <i>Área Técnico-Ambiental</i>	89
6.3.1.1. <i>Productividad agrícola</i>	89
a) Rendimiento de sorgo	89
b) Rendimiento de la pradera	89
c) Rendimiento de mucuna	90
6.3.1.2. <i>Productividad pecuaria</i>	90
6.3.1.3. <i>Productividad forestal</i>	90
6.3.1.4. <i>Degradación del recurso suelo</i>	91
a) Contenido de materia orgánica y fertilidad del suelo	91

b) Erosión del suelo-----	91
6.3.1.5. <i>Escorrentamiento superficial</i> -----	93
6.3.1.6. <i>Costo ecológico</i> -----	93
6.3.1.7. <i>Diversidad biológica</i> -----	93
6.3.2. Área Económica -----	93
6.3.2.1. <i>Índices de rentabilidad y eficiencia económica</i> -----	93
6.3.2.2. <i>Proporción de ingresos y egresos</i> -----	93
6.3.2.3. <i>Inversión inicial</i> -----	94
6.3.2.4. <i>Índice de dependencia de insumos externos</i> -----	94
6.3.3. Área Social -----	94
6.3.3.1. <i>Proporción de superficie con adopción de tecnología completa y parcial</i> -----	95
6.3.3.2. <i>Uso y manejo del agostadero</i> -----	95
6.3.3.3. <i>Factibilidad de adopción de alguno de los componentes forestales</i> -----	96
6.3.3.4. <i>Participación de productores en aspectos organizativos</i> -----	96
6.4. Captura y Análisis de la Información -----	96
VII. RESULTADOS -----	97
7.1. Área Técnico- Ambiental -----	97
7.1.1. <i>Productividad Agrícola</i> -----	97
7.1.2. <i>Productividad Pecuaria</i> -----	99
7.1.2.1. <i>Producción y estacionalidad de la leche</i> -----	99
7.1.2.2. <i>Producción de carne</i> -----	102
7.1.2.3. <i>Otros indicadores productivos pecuario</i> -----	103
7.1.3. <i>Productividad Forestal</i> -----	104
7.1.4. <i>Contenido de Materia Orgánica</i> -----	107
7.1.5. <i>Status de Fertilidad del Suelo</i> -----	107

7.1.6. <i>Erosión del Suelo</i> -----	108
7.1.6.1. <i>Cobertura y manejo del suelo</i> -----	108
7.1.6.2. <i>Pérdida de suelo</i> -----	109
7.1.7. <i>Escurrimiento Superficial</i> -----	110
7.1.8. <i>Costo Ecológico</i> -----	111
7.1.9. <i>Diversidad Biológica</i> -----	112
7.2. <i>Área Económica</i> -----	113
7.2.1. <i>Índice de Rentabilidad</i> -----	113
7.2.2. <i>Índices de Eficiencia Económica</i> -----	115
7.2.3. <i>Proporción de Ingresos y Egreso</i> -----	117
7.2.3.1. <i>Ingresos</i> -----	117
7.2.3.2. <i>Egresos</i> -----	120
7.2.4. <i>Inversión Inicial</i> -----	121
7.2.5. <i>Índice de Dependencia de Insumos Externos</i> -----	125
7.3. <i>Área Social</i> -----	127
7.3.1. <i>Los GGAVATT's en Sinaloa</i> -----	128
7.3.3. <i>Proporción de Superficie con Adopción de Tecnología</i> -----	133
7.3.3. <i>Uso y manejo del agostadero</i> -----	136
7.3.4. <i>Factibilidad de Adopción de Alguno de los Componentes Forestales</i> --	139
7.3.5. <i>Participación de Productores en Aspectos Organizativos</i> -----	142
7.4. <i>Análisis Integrado de los Indicadores</i> -----	145
VIII. <i>CONCLUSIONES</i> -----	157
IX. <i>BIBLIOGRAFÍA</i> -----	160
X. <i>ANEXOS</i> -----	173

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de la región sur de Sinaloa-----	25
Figura 2. División municipal de la región sur de Sinaloa-----	26
Figura 3. Provincias y subprovincias fisiográficas de la región sur de Sinaloa-----	27
Figura 4. Unidades de suelos de la región sur de Sinaloa-----	28
Figura 5. Tipos de climas de la región sur de Sinaloa-----	29
Figura 6. Precipitación pluvial anual en el sur de Sinaloa de 1964-1995-----	30
Figura 7. Uso del suelo y vegetación de la región sur de Sinaloa-----	31
Figura 8. Cuencas hidrológicas de la región sur de Sinaloa -----	32
Figura 9. Principales ríos de la región sur de Sinaloa-----	33
Figura 10. Localización geográfica del municipio de Concordia, Sinaloa-----	42
Figura 11. División política del municipio de Concordia-----	44
Figura 12. Localización geográfica del ejido El Huajote, Concordia, Sinaloa-----	49
Figura 13. Precipitación pluvial mensual en El Huajote de 1995 al 2000-----	50
Figura 14. Distribución de las pendientes del suelo en el ejido El Huajote, Concordia, Sinaloa-----	51
Figura 15. Distribución de las pendientes del suelo en la unidad productiva donde se evaluó el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo -----	59
Figura 16. Ubicación espacial de los componentes en la unidad productiva donde se evaluó el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo -----	61
Figura 17. Perfil semirrealista del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo desde el suroeste al sureste-----	63
Figura 18. Esquema del sistema agrosilvopastoril tradicional-----	82
Figura 19. Esquema del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo -----	84

Figura 20. Rendimiento en materia seca de cada uno de los componentes evaluados por sistema productivo en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	98
Figura 21. Producción de leche en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	100
Figura 22. Estacionalidad de la producción de leche en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	101
Figura 23. Incremento total en diámetro en las especies arbóreas evaluadas en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	105
Figura 24. Incremento total en altura en las especies arbóreas evaluadas en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	106
Figura 25. Proporción de ingresos en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	118
Figura 26. Evaluación de la sostenibilidad para dos sistemas agrosilvopastoriles en el sur de Sinaloa-----	152

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Población total y tasa de crecimiento para el estado de Sinaloa. 1980-2000--	34
Cuadro 2. Densidad de población para los municipios del sur de Sinaloa. 2000-----	34
Cuadro 3. Población total para los municipios del sur de Sinaloa y su participación con respecto al sur de Sinaloa y al estado. 1960-2000-----	35
Cuadro 4. Población total y tasa de crecimiento para los municipios del sur de Sinaloa. 1960-2000-----	36
Cuadro 5. Distribución de la población por municipio según tamaño de localidad para los municipios del sur de Sinaloa. 2000-----	37
Cuadro 6. Porcentaje de población de cinco años y más que habla lengua indígena para los municipios del sur de Sinaloa. 2000-----	37
Cuadro 7. Evolución de la población económicamente activa para los municipios del sur de Sinaloa. 1980-2000-----	38
Cuadro 8. Uso del suelo en hectáreas para los municipios del sur de Sinaloa con respecto al estado. 1997-----	39
Cuadro 9. Inventario ganadero bovino y producción de leche y carne para los municipios del sur de Sinaloa. 1997-----	40
Cuadro 10. Población económicamente activa por sector productivo para el municipio respecto a la región y al estado. 2000-----	45
Cuadro 11. Uso del suelo en hectáreas para el municipio con respecto a la región y al estado. 1997-----	45
Cuadro 12. Uso del suelo en hectáreas para el ejido El Huajote, Concordia, Sinaloa con respecto al municipio-----	54

Cuadro 13. Características de manejo de los sistemas de producción evaluados en el Huajote, Concordia Sinaloa-----	86
Cuadro 14. Indicadores técnico-ambientales y socioeconómicos evaluados en la investigación-----	88
Cuadro 15. Producción de leche anual y por hectárea en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	101
Cuadro 16. Producción de carne en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	102
Cuadro 17. Otros indicadores productivos pecuarios obtenidos en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	104
Cuadro 18. Rendimiento de forraje de leucaena para tres épocas de corte en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo evaluado en El Huajote, Concordia Sinaloa durante 1999 y 2000-----	106
Cuadro 19. Contenido de materia orgánica en los suelos de los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	107
Cuadro 20. Contenido de nitrógeno inorgánico (mg kg^{-1}) y fósforo (mg kg^{-1}) en los suelos de los sistemas evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	108
Cuadro 21. Valores para el factor C anual en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	109
Cuadro 22. Pérdida de suelo y eficiencia en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	110
Cuadro 23. Coeficiente de escurrimiento y eficiencia en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	110
Cuadro 24. Volumen de agua escurrido y eficiencia en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	111

Cuadro 25. Costos realizados para la adquisición de postes y mano de obra con respecto a los costos totales para los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa. 1999 y 2000-----	115
Cuadro 26. Beneficios económicos obtenidos para los años 1, 2 y 6 en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 2000-----	115
Cuadro 27. Índices de eficiencia económica obtenidos en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	117
Cuadro 28. Diversificación de los ingresos por la venta de leche anual en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa en el 2000----	119
Cuadro 29. Evolución del precio de leche en planta en el sur de Sinaloa-----	120
Cuadro 30. Costo total y número de becerros necesarios para la implementación de los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	125
Cuadro 31. Niveles de inversión en insumos externos por unidad animal e índice de dependencia de insumos externos en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000-----	127
Cuadro 32. Productores agrupados bajo el modelo GGAVATT hasta el año 2000 en la región sur de Sinaloa-----	130
Cuadro 33. Recursos productivos manejados por los 11 GGAVATT's hasta el año 2000 en la región sur de Sinaloa-----	132
Cuadro 34. Estratos de productores según número de cabezas de ganado bovino para los GGAVATT's del sur de Sinaloa-----	132
Cuadro 35. Adopción de los componentes tecnológicos del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo por los productores del sur de Sinaloa hasta el año 2000-----	135
Cuadro 36. Valores de indicadores de sostenibilidad para los sistemas evaluados en el sur de Sinaloa-----	148

ÍNDICE DE ANEXOS

10.1. Evaluación agronómica por especie-----	173
10.2. Formato para datos de pérdida de suelo y agua utilizando lotes de escurrimiento-----	174
10.3. Seguimiento económico a las unidades de producción-----	175
10.4. Guía de entrevista abierta a aplicar a informantes claves sobre el uso del agostadero-----	180
10.5. Guía de entrevista abierta a aplicar a muebleros del municipio de Concordia----	182
10.6. Guía de entrevista a aplicar a productores de los GGAVATT's en el sur de Sinaloa-----	184

INTRODUCCIÓN

El estado de Sinaloa tiene una extensión de 5.8 millones de hectáreas, de las cuales la superficie agrícola es de 1 469 448 ha (54.8% bajo condiciones de riego y 45.2% de temporal), la superficie para uso pecuario es de 2 202 046 ha (agostaderos) y 1 039 161 ha para uso forestal; la superficie restante tiene otros usos (SAGAR-Sinaloa, 1997).

La agricultura de riego es de tipo empresarial; la de temporal, principalmente en el sur del estado, es un sistema agropecuario o agrosilvopastoril en el que las unidades familiares cuentan con una dotación ejidal de aproximadamente 20 hectáreas, donde cultivan sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) de doble propósito (grano y forraje) y praderas inducidas de las especies *Andropogon gayanus* (pasto Llanero), *Cenchrus ciliaris* (pasto Buffel) y *Cynodon dactylon* (pasto Bermuda) para la alimentación de hatos de ganado bovino, por lo general menores de 50 cabezas en los que predominan la raza criollo x Cebú. Utilizan además la vegetación del Bosque Tropical Caducifolio (BTC) como agostadero a libre acceso, de donde además obtienen postes para cercos, leña, estacones para hortalizas y maderas tropicales entre otros productos. Las salidas principales del sistema son carne y leche (Perales *et al.*, 2000).

Durante el período de 1993 al 2000, se llevó a cabo el Proyecto “Desarrollo Sostenible de los Agroecosistemas en el Sur de Sinaloa”, que fue una actividad de investigación-desarrollo implementada conjuntamente por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a través del Campo Experimental Sur de Sinaloa (CESSI) y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). El objetivo principal del proyecto fue aportar alternativas de producción sostenibles con factibilidad socio-económica para mejorar el manejo de los recursos suelo y vegetación, con énfasis principal en el sistema agrosilvopastoril tradicional de la región (Fregoso *et al.*, 2001).

En lo que corresponde al componente forestal, el proyecto “Desarrollo Sostenible ...” sólo realizó trabajos de determinación de la composición botánica del BTC, (Guizar *et al.*, 1994), dejando sin cubrir aspectos relacionados con la rehabilitación de áreas erosionadas con especies forestales nativas. Por lo anterior, se consideró necesario emprender actividades de investigación para identificar estrategias de solución a la problemática agroforestal del sistema agrosilvopastoril tradicional.

La presente investigación se desarrolló en el ejido El Huajote, municipio de Concordia, Sinaloa, durante el período de junio de 1999 a julio del 2001. La información de carácter social se obtuvo a nivel regional (sur de Sinaloa).

La metodología utilizada se basó en el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (Masera *et al.*, 1999). El cual a su vez, se deriva del Marco para el Manejo Sostenible de Tierras (FESLM) propuesto por FAO (1994).

La evaluación de la sostenibilidad partió de la comparación del sistema agrosilvopastoril (sistema de referencia) con un sistema innovador (sistema o modelo alternativo), el cual se caracteriza por usar tecnologías que se enfocan principalmente a la conservación y mejoramiento del uso de los recursos suelo, agua y vegetación, y a mejorar las condiciones de vida del productor.

Mediante el MESMIS se realizó una evaluación integral de las áreas técnico-ambiental, económica y social del sistema agrosilvopastoril tradicional, así como las correspondientes a un sistema o modelo de manejo alternativo de recursos naturales (suelo, agua y especies agroforestales). La comparación de la sostenibilidad relativa de ambos sistemas se realizó a través de una serie de indicadores estratégicos tanto cuantitativos como cualitativos.

El documento presenta nueve secciones. Las primeras tres describen los antecedentes y la justificación de la problemática, que dieron la pauta para la realización de la presente investigación.

La cuarta describe los objetivos y las hipótesis a probar con los resultados obtenidos en la presente investigación. La quinta sección describe de manera general las condiciones agroecológicas, socioeconómicas y la problemática que prevalecen en el sur de Sinaloa, pasando por el municipio y la comunidad hasta llegar a la descripción de los sistemas de producción.

La sexta sección presenta las bases bibliográficas que se tienen en el ámbito internacional y nacional del problema a resolver en la investigación. El séptimo apartado resume las técnicas y procedimientos utilizados para la realización de la investigación. Es en este apartado donde se describen el sistema agrosilvopastoril tradicional y el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, así como sus puntos débiles y se definen los indicadores de sostenibilidad que serán evaluados en el siguiente apartado.

En la sección ocho se analizan y discuten cada uno de los indicadores evaluados en las áreas ambiental, económica y social, para posteriormente integrarlos y compararlos.

En el último apartado se concluye que de acuerdo a los indicadores evaluados, el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo mostró señales de tender hacia la sostenibilidad técnico-productiva-ambiental, económica y social. Por el contrario el sistema agrosilvopastoril tradicional fue menos sostenible en todos los aspectos con lo que se pone en riesgo a los recursos naturales de la región y la propia sobrevivencia de los productores agropecuarios. Así mismo, se demuestra que el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo es viable y tiene mejores resultados ya que permite realizar un manejo racional y sostenido de los recursos naturales, al mismo tiempo que genera mejores condiciones de vida para el productor.

I. ANTECEDENTES

En la región de estudio, los antecedentes de investigación agrícola datan desde la creación del Campo Experimental Sur de Sinaloa (CESSI) en 1975. Esta investigación se ha enfocado a resolver la problemática del sistema agropecuario de temporal, que se ubica en los lomeríos de las estribaciones de la Sierra Madre Occidental y que corre a lo largo del estado. Sin embargo, hasta antes de 1993 esta investigación era mayoritariamente disciplinaria (forrajes, maíz, sorgo, suelos, etc.).

1.1. El Proyecto Desarrollo Sostenible de los Agroecosistemas en el Sur de Sinaloa

Tomando en cuenta los bajos niveles de adopción de la tecnología generada por el CESSI, a partir de 1993 se consideró necesario abordar la problemática del sistema agropecuario de temporal de manera integral y multidisciplinaria, con el objetivo central de que los resultados obtenidos aportaran soluciones viables a la problemática del productor.

De esta manera, durante el período de 1993 al 2000 se implementó en la región el proyecto “Desarrollo Sostenible de los Agroecosistemas en el Sur de Sinaloa”, el cual se enfocó a resolver la problemática del aprovechamiento de los recursos naturales (agua, suelo y vegetación) con el fin de generar alternativas de manejo sostenible (Perales y Fregoso, 1994).

A nivel región se realizaron estudios de zonificación agroecológica (Oropeza, 1993), levantamiento fisiográfico y erodabilidad del suelo (Espinoza *et al.*, 1994, 1996), potencial productivo de gramíneas, leguminosas y especies forrajeras. Esta información permitió un reordenamiento del uso del suelo de acuerdo a su vocación con el fin de darle sostenibilidad al manejo de los recursos naturales.

A nivel comunidad, en El Huajote y Malpica, Concordia, Sinaloa (comunidades representativas de las condiciones ambientales, económicas y sociales del sur de Sinaloa) se realizaron estudios de tipología de los productores (Perales, 1994), comercialización de productos agropecuarios (Moreno, 1994), caracterización económica de las unidades de producción (Ramírez y Sosa, 1994), organización económica y social (Cuevas, 1994), así como el efecto de la política económica (Arvizu, 1994) en las comunidades, que pueden considerarse como estudios de caso que describen a toda la zona de temporal de Sinaloa. El objetivo general de estos estudios fue contar con la información que permitiera mejorar la sostenibilidad económica y social de las unidades de producción y comunidades, para aumentar los niveles de bienestar de la población y así evitar la migración.

En relación con el aprovechamiento, conservación y manejo de los recursos naturales, a nivel parcela se han realizado estudios de erosión de suelos (Martínez *et al.*, 1996, Martínez y Guzmán 1997, 1998, Martínez *et al.*, 2001), problema que se acentúa por las condiciones topográficas y climatológicas, así como por el manejo tradicional de los terrenos de cultivo y sobrepastoreo en la zona. Entre las aportaciones para corregir estos problemas, destacan los trabajos sobre establecimiento y manejo de cultivos de maíz y sorgo bajo labranza de conservación (Guzmán y Fregoso, 1994), prácticas de control de escurrimiento (Martínez *et al.*, 2001), así como prácticas para incrementar la disponibilidad y calidad de forraje incorporando leguminosas forrajeras (Loaiza *et al.*, 1996). También se han evaluado y promovido el uso de mejores pastos como el Llanero y Callie (Loaiza, 1994), mejores variedades de sorgos como el Costeño 201 de doble propósito, el cual ha sido un componente decisivo para el ensilaje y su uso en la alimentación del ganado en la época seca, aumentando así la productividad de carne y leche, así como el índice de fertilidad del hato (Fregoso *et al.*, 1994). Un buen número de estas innovaciones se han validado en diferentes áreas del sur de Sinaloa con productores cooperantes (Reyes *et al.*, 1996; Moreno *et al.*, 1996).

1.2. La Evaluación de la Sostenibilidad del Sistema Agrosilvopastoril en el Sur de Sinaloa

En 1996, se realizó una evaluación de la sostenibilidad del sistema agrosilvopastoril la cual abarcó información del período 1993-1996. Esta evaluación se centró en los subsistemas agrícola y pecuario, ello debido a la poca información disponible sobre el manejo del subsistema forestal (Fregoso *et al.*, 2001).

La evaluación partió de la comparación del sistema agrosilvopastoril tradicional con un sistema agrosilvopastoril innovador y se realizó en dos localidades: el ejido de El Huajote y la comunidad de Malpica en Concordia, Sinaloa. Para la evaluación se manejó de manera integral información colectada durante cuatro años en módulos de investigación y módulos de validación y transferencia de tecnología a nivel comercial, en los cuales se trabajó con productores cooperantes en sus propias unidades de producción; dos años de información de parcelas de escurrimiento, estimaciones de erosión y productividad usando el modelo Erosion Productivity Impact Calculator (EPIC) (Williams *et al.*, 1990), y el resultado de evaluaciones económicas y entrevistas socioeconómicas a los productores. Los resultados de esta evaluación señalan que “el sistema agrosilvopastoril innovador muestra señales de tender hacia la sostenibilidad ambiental y económica, mientras que el sistema agrosilvopastoril tradicional es menos sostenible en casi todos los indicadores evaluados” (Perales *et al.*, 2000).

II. JUSTIFICACIÓN

El interés del cual se originó la presente investigación fue la imperiosa necesidad de frenar la apertura de nuevas superficies con cubierta vegetal que se pretendan destinar a fines agrícolas o pecuarios en el sur de Sinaloa. Para lograrlo, sin dañar los intereses mediatos de los campesinos, se consideró imprescindible intensificar el uso sostenible de las tierras ya desmontadas y del BTC, mediante la generación y aplicación de tecnologías alternativas que conserven y den nueva potencialidad a los recursos renovables de la región.

2.1. Degradación de los Recursos Naturales en México

A pesar de los esfuerzos realizados en el ámbito internacional para detener y revertir la degradación de los recursos naturales y para alcanzar una agricultura sostenible; en nuestro país los problemas al respecto todavía son alarmantes. México está considerado como uno de los países con mayor biodiversidad a nivel mundial, sin embargo, según INEGI (1998), México forma parte de una de las quince áreas críticas del mundo por la pérdida de su biodiversidad.

Datos de SEMARNAP (1998), indican que la superficie forestal total de México representa el 72% del territorio nacional. La misma fuente señala que México ocupa el cuarto lugar mundial en diversidad de especies forestales. A pesar de ello, de acuerdo con diversas estimaciones, el país pierde cada año entre 125 mil y 273 mil hectáreas de bosques, en tanto que la pérdida anual de selvas se estima entre 189 mil y 500 mil hectáreas. Los recursos forestales son sometidos a presiones crecientes por la tala clandestina, recolección de leña, cambios de uso forestal a otras actividades (agricultura y ganadería principalmente) y más recientemente los incendios, que han devastado miles de hectáreas. Esta situación hace que México tenga todavía una de las tasas más altas de deforestación de bosques y selvas del mundo.

De acuerdo con Ortiz *et al.*, (1994), aproximadamente el 60% de la superficie del territorio nacional se encuentra en grado de erosión severa, por cuya causa se pierden al año entre 150 y 200 mil hectáreas; así mismo, 26% de la superficie del país ha sido afectada por erosión hídrica ligera y el 34% por moderada, 16 entidades federativas presentan erosión eólica en más del 50% de su superficie territorial y el 30% de los suelos del territorio nacional tiene problemas de compactación (por utilización intensiva de maquinaria agrícola).

Así mismo, según INEGI (1998), en México prácticamente todos los cuerpos de agua importantes están contaminados. Esta misma fuente indica que 20 cuencas hidrológicas requieren atención, de las cuales, 15 están ubicadas a lo largo de los principales centros de población y producción agrícola por lo que su atención es prioritaria.

La SEMARNAP (1998), desde 1995 inicia la operación de los Programas de Desarrollo Regional Sustentable en 21 regiones prioritarias, las cuales se caracterizan por altos índices de marginalidad y de población indígena, así como por contar aún con importantes recursos naturales que en algunos casos están siendo sobreexplotados o aprovechados inadecuadamente. Entre estas regiones las que se ubican en la región agroecológica del Trópico Seco son la del Sur de Sonora, Montaña de Guerrero, Costa Chica de Guerrero, Mixteca y Costa de Chiapas.

Una de las regiones ecológicas más importantes de México que han sido poco atendidas por las instituciones oficiales¹ y que actualmente presenta un acelerado grado de degradación de los recursos naturales, es la zona ecológica del Trópico Seco, la cual es particularmente característica de la vertiente del Pacífico desde el sur de Sonora y Chihuahua hasta Chiapas, así como de la región sur de Tamaulipas, suroeste de San Luis Potosí, extremo noroeste de Querétaro, norte y centro de Veracruz y norte de la Península de Yucatán, las cuales en conjunto representan aproximadamente 32 millones de hectáreas (Rzedowski, 1978). La vegetación característica de esta zona es el BTC o Selva Baja Caducifolia (Rzedowski, 1978)

¹ Los planes han estado orientados a la región de trópico húmedo (ver Plan Chontalpa, Plan Balancar-Tenosique, Selva Lacandona, Uxpanapan. Por otro lado, el Centro Internacional de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Autónoma Chapingo, ha declarado que no es su prioridad las regiones de trópico seco (Kishnamurthy, 2000).

2.2. Importancia y Aprovechamiento del BTC en Sinaloa

El BTC es el ecosistema más importante en Sinaloa, ya que ocupa una superficie de 2 202 046 hectáreas, lo que representa el 40.5% de la superficie estatal (SAGAR, 1997). De acuerdo con Challenger (1998), Sinaloa es el estado más importante en cuanto a la superficie cubierta por Selva Subhúmeda o BTC a nivel nacional con un 15%. En el sur de Sinaloa, el 48.7% de la superficie de la región está ocupada por este tipo de vegetación. En el municipio de Concordia, el 24.8% de su superficie se encuentra ocupada por el ecosistema de BTC o Selva Baja Caducifolia (SEDAGRO, 1997). Con esto puede observarse la importancia que tiene este ecosistema a nivel nacional, estatal, regional, y municipal.

Aunado a la importancia que como ecosistema tiene en la región, actualmente este recurso está sufriendo un deterioro de su condición original debido al sobrepastoreo, además de la extracción selectiva de maderas útiles para ebanistería como el caso del venadillo (*Swietenia humilis*), amapa prieta (*Tabebuia palmeri*), parota o guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*) y cedro rojo (*Cedrela odorata*) (Guizar *et al.*, 1994); así como para la extracción de arellano (*Caesalpinia platyloba*) para cercos perimetrales y vara blanca (*Croton spp*) para tutores y estacones de hortalizas.

En Sinaloa el aprovechamiento del BTC se realiza bajo dos modalidades. El primero conocido como aprovechamiento regularizado, se basa en sofisticados estudios de manejo integral elaborados para normar el uso racional y sostenido de los recursos forestales. El otro tipo de aprovechamiento es el que se conoce como irregular, ya que carece de sustento legal, técnico y ecológico. Las consecuencias de este tipo de aprovechamiento irregular es el deterioro de su condición original. Un ejemplo de aprovechamiento regularizado es el caso de la vara blanca en el que se están utilizando los conocimientos generados por estudios detallados como el de Muro (1987) y Arce *et al.*, (1990) para obtener una cosecha anual sostenida.

Hoy en día la vara blanca constituye un importante recurso forestal, que abastece tanto una necesidad cautiva de mercado y soluciona en buena medida una carencia crónica de fuentes de trabajo e ingresos entre la población rural. El uso preferencial de este producto por parte de los horticultores ha sido determinado por su durabilidad.

Con la extracción de vara blanca que demandan 38 000 hectáreas que se establecen con hortalizas año con año en los valles agrícolas del estado, se vislumbra que existe una fuerte presión en el BTC sobre esta especie, aunado a lo anterior no existen medidas de conservación, resiembra y preservación de la misma. La demanda anual estimada de esta especie para estacones y tutores es de 43 millones de varas y 15 millones de estacones extraídos del BTC y la derrama económica estimada es del orden de \$ 174 millones anuales (Loaiza y Martínez, 1999).

Por otra parte, la demanda de leña que los ganaderos de la cuenca lechera de Mazatlán realizan para la cocción de suplementos alimenticios es de 15 000 toneladas de leña al año, para lo cual se tienen que desmontar 87 hectáreas de bosque. El valor estimado de este recurso es de \$ 520 000 al año².

Al determinar la importancia que el BTC tiene para la región, el Proyecto “Desarrollo Sostenible de los Agroecosistemas del Sur de Sinaloa”, desde su planteamiento contemplaba como estrategia a nivel comunidad realizar estudios sobre la recuperación de áreas severamente erosionadas con el establecimiento de especies forestales útiles para el productor, ya que en estas áreas el grado de deterioro es tan grave que actualmente se encuentran abandonadas e improductivas.

De acuerdo con González (1996), los principales usos de las especies más comunes en el BTC son: forrajeros, comestibles, leña, postes, herramientas, construcción, ornato, cercos vivos, tutores para hortalizas, ebanistería, sombra y utensilios. A continuación se presentan algunas especies de acuerdo a su uso:

Cercos: *Colubrina heteroneura*.

Comestibles: *Leucaena leucocephala*, *Psidium sartorianum*.

Construcción: *Cordia alliodora*, *Caesalpinia sclerocarpa*, *Caesalpinia platyloba*, *Guaiaacum coulteri*, *Lonchocarpus megalanthus*, *Tabebuia palmeri*, *Psidium sartorianum*.

Ebanistería: *Swietenia humilis*, *Tabebuia palmeri*.

² Estimación directa obtenida con base al número de ganaderos de la cuenca y consumo de leña individual mensual.

Forrajes: *Acacia cochliacantha*, *Bauhinia pauletia*, *Blechnum brownei*, *Bothriochloa pertusa*, *Brachiaria arizonica*, *Brachiaria fasciculata*, *Caesalpinia sclerocarpa*, *Caesalpinia platyloba*, *Canavalia acuminata*, *Carlowrightia arizonica*, *Carlowrightia californica*, *Carlowrightia costaricana*, *Cenchrus ciliaris*, *Centrocoma sagittatum*, *Conzattia sericea*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Desmanthus bicomutus*, *Echinochloa crusgalli*, *Echinochloa colomum*, *Eragrostis mexicana*, *Galactia striata*, *Guazuma ulmifolia*, *Henrya imbricata*, *Jacobinia mexicana*, *Leptochloa filiformis*, *Leucaena leucocephala*, *Lysiloma microphylla*, *Muhlenbergia emersleyi*, *Oplismenus burmanii*, *Panicum bulbosum*, *Panicum capillare*, *Panicum dichotomum*, *Panicum hillmanii*, *Panicum laxum*, *Panicum reptans*, *Panicum trichoides*, *Phitecellobium mangense*, *Ruellia inundata*, *Ruellia nudiflora*, *Setaria grisebachii*, *Siphonoglossa sessilis*, *Tephrosia watsoniana*, *Tetramerium hispidum*, *Tetramerium tenuissimum*, *Vigna adenantha*.

Leña: *Acacia cochliacantha*, *Haematoxylum brasiletto*, *Leucaena leucocephala*, *Microlobius foetidus*.

Medicinal: *Guazuma ulmifolia*, *Haematoxylum brasiletto*, *Paullinia fuscens*.

Ornato: *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Swietenia humilis*.

Postes: *Caesalpinia platyloba*, *Haematoxylum brasiletto*, *Pithecellobium mangense*

Sombra: *Enterolobium cyclocarpum*.

Tutores: *Croton arboreus*, *Croton niveus*, *Croton morifolius*.

Utensilios: *Luehea candida*, *Tabebuia palmeri*.

La alimentación de los animales en los agostaderos del BTC es a base de herbáceas, pequeñas arbustivas y vainas de leguminosas que caen al suelo al secarse. Además de algunas gramíneas que se encuentran en manchones en partes donde el agostadero ha sido quemado. Las especies del agostadero más preferidas por el ganado bovino son vainas de cucharo (*Pithecellobium mangense*), huinol (*Acacia cymbispina*), arellano y ébano (*Caesalpinia sclerocarpa*), además de una planta herbácea llamada hierba del toro (*Carlowrightia arizonica*).

A pesar de la degradación que presenta el BTC, por diversas razones esta estrategia del proyecto no pudo ser llevada a la práctica. Por lo anterior, en este trabajo de tesis se retoma esta iniciativa y se propone evaluar un modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

2.3. Importancia de la Actividad Agropecuaria en el Sur de Sinaloa

Las condiciones de topografía, la lluvia escasa y mal distribuida (entre otros factores) han determinado que el potencial de la región sur de Sinaloa sea principalmente agropecuario. En 1997, sólo 15% de su superficie estaba destinado al uso agrícola, mientras que para uso pecuario y forestal se dedicaban 48.7% y 32% respectivamente (Martínez *et al.*, 1999).

A pesar de que en la región existen siete ríos importantes, sólo 17% de su superficie agrícola cuenta con riego, situación que condiciona la actividad agropecuaria como muy dependiente de las variaciones climáticas, en especial de la lluvia (Martínez *et al.*, 1999). En el año 2001 fueron sembradas en los municipios de Mazatlán, Concordia, Rosario y Escuinapa un total de 115 022 hectáreas de cultivos anuales, de las cuales el 82% estuvieron bajo condiciones de temporal y sólo 18% con riego (SAGARPA, 2001).

En relación con la actividad ganadera, se estima que existen 495 434 cabezas (30.83% del total de la entidad) en el sur de la entidad. Es importante señalar que en las zonas de temporal del estado se encuentran alrededor de 1 278 000 cabezas (80% del total estatal). Este ganado está constituido mayoritariamente por animales criollos encastados con cebú y registran un bajo porcentaje de fertilidad. La productividad de los bovinos es baja, desventaja que es compensada por su adaptabilidad y resistencia a las condiciones de la región, producto de generaciones de selección natural e inducida (Martínez *et al.*, 1999).

Durante el período de 1995 a 1999, el incremento del número de cabezas de ganado bovino en el sur de Sinaloa fue del 20.2% (4% anual) lo cual ha agudizado la falta recurrente de forraje para el ganado durante la época seca del año (enero a junio). Aunado a lo anterior, la falta de cobertura de residuos sobre el terreno al inicio del período de lluvias permite que los procesos de la erosión hídrica sobrepasen los niveles

permisibles, estimándose que la pérdida de suelo es del orden de $29 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Martínez, 1997, 1998, 1999, Martínez *et al.*, 2001). Es decir, para poder producir un kilogramo de materia seca de forraje se pierden 9.5 kilogramos de suelo, lo que representa un costo ecológico insostenible). Este proceso de degradación es tan acelerado que los productores se ven obligados a abandonar terrenos por improductivos en el mediano o largo plazo. De esta manera, la búsqueda de alternativas que permitan incorporar las áreas abandonadas a la producción es imprescindible.

2.4. Origen e Importancia Económica y Social de la Industria Mueblera en el Municipio de Concordia

El precursor de la industria mueblera en el municipio de Concordia fue el señor Ricardo Vizcarra Vizcarra, quien nació el 5 de febrero de 1886 en Mesillas, Concordia, Sinaloa, que en la actualidad es la segunda localidad en el municipio con más número de talleres familiares para la fabricación de muebles después de Concordia, la cabecera municipal (Lizárraga, 1994). En 1935, después que los agraristas le despojaron sus tierras, el señor Ricardo Vizcarra se vió en la necesidad de vender gran parte de su ganado y buscar otra manera de ganarse la vida. Es así que junto con el señor Francisco Coppel pusieron una tenería³ donde curtían pieles de res. Las pieles curtidas se vendían a los "huaracheros" y zapateros de la región, pero debido a que este mercado era muy limitado, optó por forrar los asientos de las sillas. En ese año, el señor Vizcarra ya tenía un taller de sillas corrientes que eran elaboradas con madera de haba⁴ (*Hura polyandra*) y pino (*Pinus spp*) y surtían las cervecerías de la zona. Fue el primer taller más grande de la región y dió trabajo a muchos obreros para sacar adelante los pedidos que le hacían (Lizárraga, 1994).

A pesar de tanta silla que fabricaban, las pieles seguían acumulándose, por lo que Don Ricardo optó por construir muebles coloniales los cuales eran hechos de madera de venadillo, cedro y caoba (*Swietenia macrophylla*) de la región. Para construir estos muebles tenían que transportar la madera de los municipios de El Rosario y Escuinapa,

³ Tenería. Taller artesanal donde se curte pieles de res con cascarilla (corteza) de guamúchil (*Pithecellobium dulce*) y tepemezquite (*Lysiloma divaricata*).

⁴ Nombre común de un árbol del Bosque Tropical Caducifolio que tiene una madera muy resistente y duradera, actualmente está en extinción en la región.

además de la del mismo municipio de Concordia. También Don Ricardo Vizcarra Vizcarra fue el primer industrial que exportó muebles al extranjero, desde Canadá hasta Panamá (Lizárraga, 1994).

La carpintería era una de las pocas empresas del estado que se había sostenido firme hasta antes de 1994 y paulatinamente había conquistado un extenso mercado nacional y en menor escala internacional. Actualmente la industria mueblera de Concordia, enfrenta el problema de escasez de madera para la elaboración de muebles coloniales, todo ello como consecuencia de la extracción selectiva de las especies maderables útiles para esta actividad y la falta de trabajos de repoblación forestal con el fin de garantizar el abastecimiento a los talleres de la región.

Para 1980⁵, en el municipio de Concordia existían alrededor de 97 talleres familiares, la población económicamente activa que se empleaba en estos talleres era del orden de 779 personas, de las cuales 487 se empleaban directa y permanentemente y 292 de manera eventual. Para ese año, aproximadamente 4674 personas vivían de esta actividad directa o indirectamente.

En octubre del 2000, existían en el municipio de Concordia “alrededor de 232 talleres familiares, la mayoría de ellos en los patios de sus casas; 160 en la cabecera municipal, 70 en la comunidad de Mesillas y dos en El Huajote”⁶. Estos talleres dan empleo directa y permanentemente a 1150 personas, además de otras 690 que son trabajadores eventuales (realizan trabajos de acabado, tapizado, etc.).

De un taller mueblero familiar dependen económicamente en promedio de 4 a 5 familias, cada una compuesta por 4 o 5 miembros (jefe de familia, esposa e hijos), por lo que en conjunto, esta actividad emplea directa o indirectamente a aproximadamente 11 000 personas, agrupadas en 1840 familias⁷.

⁵ Calculado en base a datos de INEGI. 1980. X Censo de población y vivienda. Gobierno del Estado, Consejo Estatal de Población.

⁶ Información proporcionada por el Sr. Manuel Salazar Peraza, Presidente de la Unión de Muebleros de Concordia (una de las dos organizaciones gremiales que funciona aquí), Octubre del 2000.

⁷ Estimaciones propias con base a entrevista con el Sr. Manuel Salazar Peraza.

Actualmente la industria mueblera concordense sufre de varios problemas, siendo uno de los principales la comercialización de sus productos. De acuerdo con el señor Manuel Salazar Peraza, “más del 90% de los 232 talleres que operan aquí tienen cartera vencida y el resto, aunque no está comprometido con la banca, se encuentra en franca quiebra por falta de la clientela”.⁸

Según Miguel Ángel Martínez⁹, la devaluación de 1994 vino a dar el tiro de gracia a la industria mueblera, pues ya desde antes tenían problemas de comercialización. La única posibilidad de salvación para la industria mueblera regional está en el apoyo que puedan brindar el gobierno federal y estatal.

Para la industria mueblera no todo el problema se reduce a pesos y centavos y comercialización; están también (aseguran los dirigentes), muchos otros que han dado el traste con la industria, entre ellos desorganización, envidias, coyotaje, falta de visión empresarial y atraso tecnológico.

El señor Salazar Peraza indicó que “cuando todo marchaba sobre ruedas, cuando los muebles coloniales de Concordia tenían mercado interno y externo, proliferaron los talleres”¹⁰. Nadie se preocupó por regular el aprovechamiento de la materia prima y en la actualidad no se consigue ni un pie de madera tradicional como es el caso del venadillo, el cedro y la caoba. Toda la madera se tiene que traer de fuera. La falta de maderas tradicionales en la región obliga a los muebleros a traerlas desde Chiapas y Quintana Roo en México y de Guatemala. Para el caso del cedro esto ha ocurrido desde hace más de 20 años y actualmente también se trae del estado de Veracruz; ahora incluso el guanacastle que era una madera muy abundante en la región, es traída de fuera¹¹.

Según Ricardo Morales¹² existen únicamente dos comerciantes que acaparan toda la madera que es traída a la región, ellos se ubican en la comunidad de Mesillas. El señor Morales quien tiene 14 años elaborando muebles, menciona que no le tocó trabajar la

⁸Información proporcionada por el Sr. Manuel Salazar Peraza.

⁹ Presidente de Carpinteros Unidos de Concordia (la otra organización gremial del municipio de Concordia).

¹⁰ Manuel Salazar Peraza, Presidente de la Unión de Muebleros de Concordia.

¹¹ Manuel Salazar Peraza.

¹² Carpintero emprendedor de El Huajote, Concordia, Sinaloa, que da empleo a 4 jefes de familia permanentemente.

madera de venadillo y que la poca madera que se llega a conseguir de esta especie en la región es cortada clandestinamente del municipio de El Rosario.

La amapa prieta, otra de las especies preferidas por los trabajadores de la madera, también se encuentra sobreexplotada. La madera de esta especie que llega a conseguirse en la región es traída desde el municipio de Cosalá.

Actualmente el volumen de madera de cedro y caoba que es traído a Concordia para cubrir la demanda regional de los más de 232 talleres familiares, asciende a 169 000 pies¹³ por mes (380.25 m³), el cual alcanza un valor en el mercado local de \$2 366 000 por mes¹⁴. Este volumen de madera que es traído al municipio solo alcanza a cubrir el 70% de la demanda de madera de los talleres, el restante 30% del volumen es madera regional extraída del BTC.

Según Manuel Salazar, el venadillo se ha dejado de conseguir comercialmente en la región desde hace aproximadamente ocho años, la poca madera que en ocasiones llega a ofertarse es traída de regiones poco accesibles de los municipios de El Rosario y Culiacán, en donde todavía pueden encontrarse algunas pocas individuos. Los carpinteros prefieren esta especie, ya que es una madera más sólida y presenta características más adecuadas para ser trabajada. El pie de madera de venadillo llega a cotizarse en \$7.00.

El venadillo en la región también es conocido como “caobilla” debido a las características muy parecidas que tiene su madera con la caoba. Por lo anterior, se considera una especie con buenas características de trabajo, tomando muy buen acabado, por lo que se usa y recomienda para ebanistería, muebles finos, gabinetes, cajas de piano, instrumentos musicales y científicos, chapas y madera terciada. El venadillo es una especie con un alto valor potencial en la región y se requiere conocer más sobre su silvicultura y manejo, tanto en el bosque natural como en plantaciones de tipo agroforestal, a fin de obtener un rendimiento sostenido.

¹³Un pie de madera es un trozo de madera en rollo de 12x12x1 pulgadas.

¹⁴ Estimado con base a entrevista realizada al Sr. Manuel Salazar Peraza.

2.5. Apoyos del Gobierno Estatal y Federal a la Industria Mueblera

Según los dirigentes gremiales, además del apoyo oficial que se pueda lograr para rescatar de la crisis económica a la industria, es urgente que el gobierno emprenda programas de asesoría y reorientación. Así, mientras la ayuda oficial llega, los muebleros concordenses siguen apostándole a la esperanza.

La presidencia municipal de Concordia a través del Programa de Desarrollo Social¹⁵ (programa de apoyo a la pequeña y mediana industria), en el trienio de 1998-2001, estuvo dando seguimiento económico a 152 talleres muebleros familiares, 110 en la cabecera municipal, 40 en la comunidad de Mesillas y dos en el ejido El Huajote.

El apoyo económico más consolidado que se ha dado a la industria mueblera en el municipio en los últimos años ha sido la formación de una Empresa Integradora (Grupo “Muebleros de Concordia”) que está conformada por 25 socios¹⁶. El objetivo de la empresa es realizar compras en común para vender a los socios al costo. El crédito otorgado fue de manera bipartita, participó el gobierno del estado a través del Fondo Nacional de Empresas en Solidaridad (FONAES) con el 60% del crédito y el Fondo de Inversión y Reinversión de Empresas Sociales (FIRSE) con el 40% restante. El apoyo otorgado a este grupo de pequeños empresarios fue del orden de \$715 000, el cuál se distribuyó homogéneamente entre todos los socios.

Otro de los apoyos otorgados a la industria fue el concedido a Ricardo Morales en junio de 1999 por la cantidad de \$120 000 para la adquisición de herramientas de trabajo y materia prima¹⁷, participaron en el otorgamiento FONAES y FIRSE.

Además, el gobierno del estado en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y por intermedio de la presidencia municipal ha ofrecido capacitación en forma aislada a los muebleros a través de 12 talleres que se denominaron “Compite”¹⁸, el objetivo central de la capacitación fue hacerlos más eficientes y competitivos en el mercado.

¹⁵ Programa a cargo de la Ingeniera Milene Robledo Acosta.

¹⁶ Información proporcionada por Manuel Salazar Peraza.

¹⁷ Información proporcionada por Ricardo Morales Lizárraga.

¹⁸ Información proporcionada por la Ingeniera Milene Robledo Acosta.

Otros cursos de capacitación han sido los impartidos por PROADER (Programa de Apoyo al Diseño Artesanal) por intermedio de la misma presidencia y en coordinación con empresas privadas, gobierno federal y gobierno del estado. Mediante estos cursos se ha buscado una mayor productividad y competitividad en tópicos como calidad, diseño y acabado (la finalidad es darle un mayor valor agregado al producto final).

De igual manera, mediante el Fideicomiso “FUNTE”, el gobierno del estado y la presidencia municipal buscan una mayor organización en los talleres muebleros, para lo cual se pretende aportar el 66% del total de los gastos operativos para que el taller funcione como una verdadera empresa. La finalidad es competir en el mercado nacional.

Es a partir de este último trienio que el gobierno estatal y municipal han mostrado un mayor interés por la industria mueblera regional, ello con la finalidad de rescatarla de la fuerte crisis económica en la que se encuentra inmersa.

Por todo lo anterior, es evidente la falta de acciones encaminadas a la reforestación del BTC con las especies maderables de mayor demanda por la industria mueblera del municipio de Concordia.

2.6. Importancia del Arellano (*Caesalpinia platyloba*) en las Unidades de Producción Agropecuarias del Estado

Las condiciones ambientales de la región sur de Sinaloa y del municipio de Concordia en particular, han determinado que su potencial sea principalmente agropecuario. En el estado existen 61 000 unidades de producción agropecuarias, de las cuales 25 000 se ubican en la región sur, y en el municipio de Concordia existen aproximadamente 1500 unidades de producción agropecuarias (INEGI, 1998).

En el estado de Sinaloa todos los predios agropecuarios se encuentran delimitados de manera rústica, es decir con cercas de alambre de púas y postes perimetrales extraídos del BTC, los cuales se colocan a una distancia aproximada de 2 metros de separación. Se estima que una unidad productiva típica con 20 hectáreas requiere de alrededor de 1500 postes para delimitarla y de más de 500 postes al año para reposición, los cuales a la fecha se obtienen de manera gratuita en el BTC. Como menciona el señor Juan

Tostado¹⁹, un productor agropecuario para poder cortar madera sólo requiere dar aviso a las autoridades de la comunidad; “...bueno, nosotros podemos cortar madera dentro de la comunidad, con permiso, y si tenemos adentro pues con mayor razón (...) bueno puedo cortar unos 300, de 400 pa’atrás”.

El arellano en la región es utilizado desde hace más de 50 años para hacer postes para cercos. Esto se debe a su duración ya que no se pudre en el suelo. Los postes de arellano en los cercos, tienen una vida útil de más de 30 años. Además de su uso como poste, su vaina es sumamente preferida como alimento por el ganado bovino en la época de secas.

La demanda potencial de postes para cerco perimetral en el temporal sinaloense es del orden de 90 millones de piezas, las cuales son extraídas en su totalidad del BTC; el valor económico de este recurso a nivel estado se estima en \$900 millones de pesos. Por otra parte, solamente para el mantenimiento o reposición de los postes perimetrales de las unidades agropecuarias a nivel estado, se realiza una extracción de 30.5 millones de piezas anuales con un valor estimado de \$305 millones de pesos al año (investigación directa).

En el municipio de Concordia, la demanda potencial de postes para cerco es de 2.25 millones de piezas, con valor de \$22.5 millones de pesos. La necesidad de postes para reemplazo anual a nivel municipal es de 750 mil postes con valor de 7.5 millones de pesos (investigación directa).

Actualmente solo el 5% del total de postes de los cercos de las unidades de producción de temporal son de arellano, esto se debe a la baja población originada por la sobreexplotación de esta especie. Hoy en día el arellano sólo puede conseguirse en nichos muy apartados o en aquellas áreas donde los productores no tienen acceso.

2.7. Importancia de la *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) como Fuente de Forraje y Leña en las Unidades de Producción Agropecuarias

Además de la importancia del BTC como productor de madera para ebanistería y postes, su función como agostadero es de vital importancia. La alimentación del ganado en la

¹⁹ Juan Tostado Ortiz, productor agropecuario innovador del ejido El Huajote, donde se evaluó el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en la región.

época de lluvias se basa en especies forrajeras que se localizan en estas áreas. Esta forma de utilización de los agostaderos para el pastoreo demuestra la importancia que tienen algunas especies forrajeras. Actualmente, el agostadero de la región está sobrepastoreado, por lo que la desaparición de especies deseables es crítica. Ante esta situación se deben buscar alternativas para el establecimiento de especies forrajeras que a corto plazo proporcionen forraje de buena calidad para el ganado. La leucaena es una especie que produce un excelente forraje con un alto valor proteico después de los primeros seis meses de su plantación, y a mediano plazo (3 años) proporciona buena cantidad de madera para leña y construcción, además de tener la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo.

Aun cuando es una planta protegida, su madera es densa y fuerte, y es utilizada también para producir carbón, dado que presenta un alto poder calorífico. La leucaena es una planta de fácil propagación por semilla, aunque se regenera también vegetativamente dado que tolera fuertes podas, y su capacidad de sobrevivencia en ambientes adversos la hace una planta con grandes perspectivas de utilización en la región.

Esta especie además de ser originaria de México presenta el mayor rango de adaptación a las condiciones ambientales del país, ya que se puede localizar desde el nivel del mar hasta alturas de 1800 msnm. Esta capacidad de adaptación le permite desarrollarse y producir en casi cualquier tipo de suelos (Álvarez, 1984).

Tomando en cuenta las cifras anteriores, queda resaltada la importancia ambiental, económica y social que tiene el componente forestal en el sistema agrosilvopastoril del sur de Sinaloa, así como la importancia de lograr un sistema de producción que tienda a alcanzar la sostenibilidad en todos los aspectos.

III. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. Problema de Investigación

Por todo lo anterior, surge la urgente necesidad de investigar nuevas formas de producción que promuevan la sostenibilidad económica del productor agropecuario del sur de Sinaloa y restauren el potencial de sus degradados recursos naturales. Los sistemas alternativos que propongan innovaciones tecnológicas viables en aquellas áreas críticas constituyen una alternativa para revertir el deterioro de los recursos naturales. Este trabajo busca también aportar información útil para las condiciones agroecológicas del Trópico Seco y para productores agropecuarios con problemas similares a los del sur de Sinaloa, en donde la agricultura, la ganadería y el aprovechamiento de especies forestales estén integrados en un mismo sistema productivo. Además se toma como premisa el hecho de que al mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales se genera también un mejoramiento de las condiciones de vida de los productores y de la comunidad. De esta manera y por lo anteriormente señalado es importante conocer las respuestas a las siguientes preguntas:

¿Cuáles son los factores que afectan la generación y adopción de tecnologías que mejoren el nivel de sostenibilidad del sistema agrosilvopastoril tradicional en la región sur de Sinaloa?.

¿Cuál es el impacto del componente forestal sobre la productividad y la conservación de los recursos naturales del sistema agrosilvopastoril tradicional?.

3.2. Objetivos

3.2.1. Objetivo General

Conservar y elevar la productividad biofísica y económica del sistema agrosilvopastoril tradicional del sur de Sinaloa, en un marco de respeto a los recursos naturales y a los valores culturales de los productores, para mejorar su nivel de vida.

3.2.2. Objetivos Particulares

1. Restaurar la productividad de áreas degradadas a través del establecimiento de especies forestales y forrajeras nativas, de un cultivo de cobertura y de praderas perennes.
2. Evaluar la tasa degradación del recurso suelo (erosión y escurrimiento) bajo los sistemas de manejo agrosilvopastoril tradicional y alternativo.
3. Mejorar el manejo agronómico, uso y conservación de los recursos forrajeros a través de prácticas de ensilaje de sorgo y esquemas de pastoreo apropiados.
4. Diversificar la producción del sistema agrosilvopastoril (SASP) tradicional mediante el manejo de especies forestales multipropósito.
5. Equilibrar la alimentación del ganado bovino a lo largo del año con la inclusión de praderas y ensilaje para mejorar la productividad económica del SASP tradicional en su conjunto.
6. Evaluar la sostenibilidad ambiental, económica y social de los sistemas agrosilvopastoril tradicional y alternativo estudiados.

3.3. Hipótesis

3.3.1. Hipótesis General

El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo permite alcanzar un manejo más sostenible de los recursos naturales que el sistema tradicional.

3.3.2. *Hipótesis Particulares*

1. El establecimiento de árboles de uso múltiple y una leguminosa de cobertura en áreas degradadas hace posible su rehabilitación.
2. El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo es más eficiente en cuanto a conservación de suelo y agua que el sistema tradicional.
3. El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo diversificará e incrementará la productividad de los recursos naturales.
4. La integración de la leguminosa, pradera y sorgo para ensilaje permitirá mejorar y equilibrar la alimentación animal durante todo el año y con ello mejorar los índices productivos del subsistema pecuario del SASP tradicional.

IV. MARCO DE REFERENCIA

4.1. La Región Sur de Sinaloa

4.1.1. Aspectos Históricos

Antes de los inicios de la conquista española en el territorio que hoy se asienta el estado de Sinaloa, la población indígena estuvo integrada por las tribus cahitas, tahues y totorames. El descubrimiento y conquista de Sinaloa se realizó a principios de 1531 por Nuño Beltrán de Guzmán quien hizo su entrada en la región de los totorames y llega a Chametla. El Capitán Francisco de Ibarra en 1564 funda en las márgenes del río Fuerte la Villa de San Juan Bautista de Carapoa y emprende una expedición hacia el sur, repoblando la Villa de Chametla que se encontraba abandonada, funda también la Villa de San Sebastián, hoy Concordia (Gobierno del Estado, 2000).

4.1.2. El Medio Físico

4.1.2.1. Ubicación del área de estudio

El estado de Sinaloa está localizado en el noroeste de la República Mexicana. Colinda con los estados de Sonora y Chihuahua al norte, con el Océano Pacífico al oeste, con Durango al este y con el estado de Nayarit al sur (Figura 1).

La región sur de Sinaloa se ubica entre los meridianos 105°11'16'' y 107°02'10'' al oeste del meridiano de Greenwich, y entre los paralelos 22°29'18'' y 24°52'52'' de latitud norte.

Comprende siete de los 18 municipios que integran el estado, los cuales son: Escuinapa, El Rosario, Concordia, Mazatlán, San Ignacio, Elota y Cosalá, los que en conjunto suman 1 778 356 ha, correspondiente al 30.61% del territorio estatal (Figura 2).

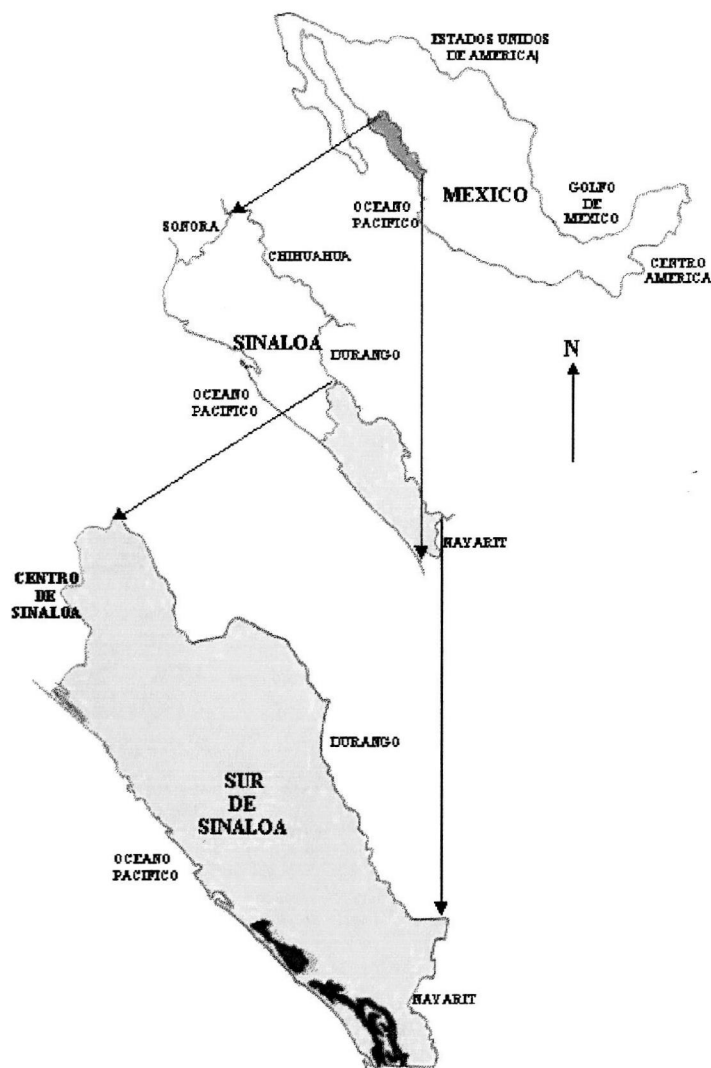


Figura 1. Localización geográfica del estado de Sinaloa y su región sur.

4.1.2.2. Fisiografía

Esta zona sur del estado se encuentra orográficamente determinada por dos provincias fisiográficas, una conformada por la Sierra Madre Occidental que se divide en tres subprovincias, pie de sierra, gran meseta y cañones duranguenses y mesetas y cañadas del sur; y otra por la llanura costera del Pacífico que se divide en dos subprovincias, la llanura costera de Mazatlán y el delta del río Grande de Santiago (Figura 3).

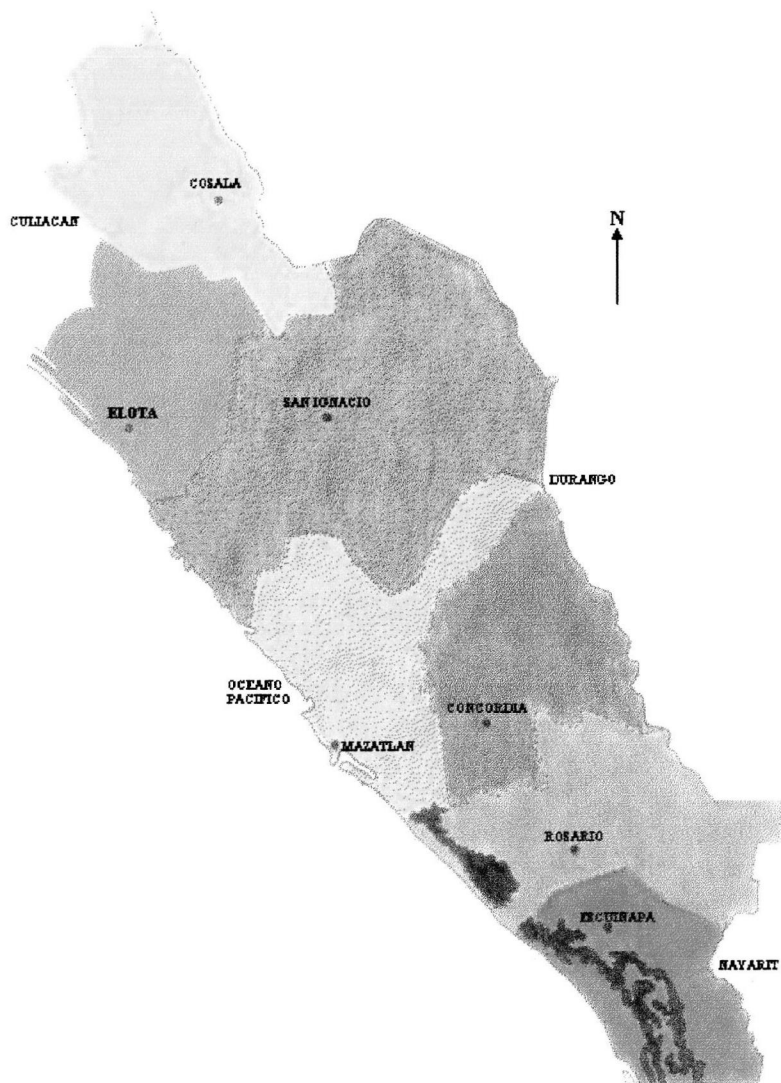


Figura 2. División municipal de la región sur de Sinaloa.

Al norte de la región, la elevación más importante es la Sierra de las Ventanas con altitudes hasta de 2292 msnm; en la parte centro norte se localiza la Sierra del Potrero con elevaciones hasta de 2800 msnm, dicha formación es el punto más elevado de la orografía de la región y del estado; la sierra de Jocuixtita se interna en el estado de Durango y alcanza elevaciones de 2418 msnm. En la parte oriente de la región, se presenta una subprovincia completamente accidentada con grandes eminencias y quebradas, cañadas y hondonadas que constituyen una marcada depresión orográfica denominada Espinazo del Diablo, como resultado, el relieve manifiesta elevaciones que alcanzan los 2000 msnm (INEGI, 2000).

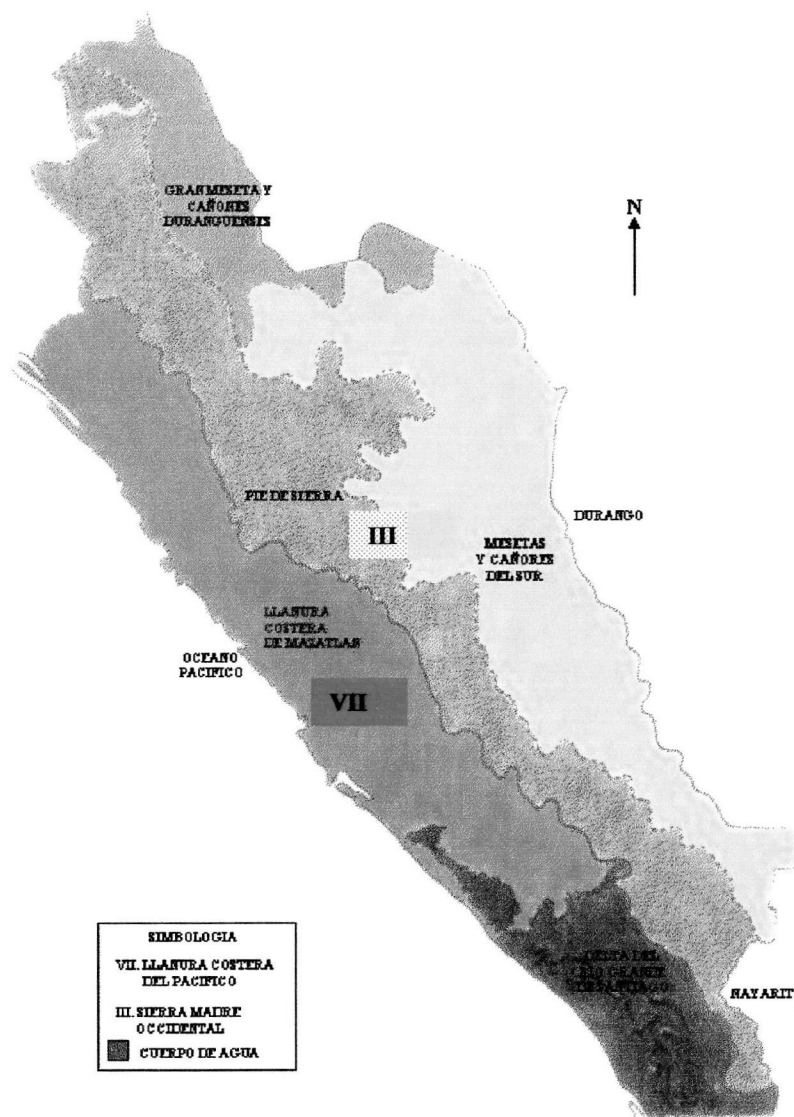


Figura 3. Provincias y subprovincias fisiográficas de la región sur de Sinaloa.

4.1.2.3. Geología y suelos

Dentro del área de estudio dominan las rocas ígneas extrusivas ácidas del período Terciario de la era Cenozoica, algunos ejemplos de estas rocas son los pórfidos andesíticos y riolíticos. Hacia el sur y alrededor de las lagunas, en una franja sobre la costa, se encuentran detritos sedimentarios del período Cuaternario. Por el noroeste se presentan las rocas ígneas intrusivas ácidas del período Terciario de la era Cenozoica, las cuales se ubican en áreas dispersas (INEGI, 2000).

Los suelos derivados de estas rocas son predominantemente los Regosoles éútricos (Re), en proporción continúan los Litosoles (I) en la sierra, los Feozem háplico (Hh), los Cambisoles crómicos (Bc), los Vertisoles pélicos (Vp) en los valles y los Solonchaks gléyicos (Zg) en las lagunas (INEGI, 2000) (Figura 4).

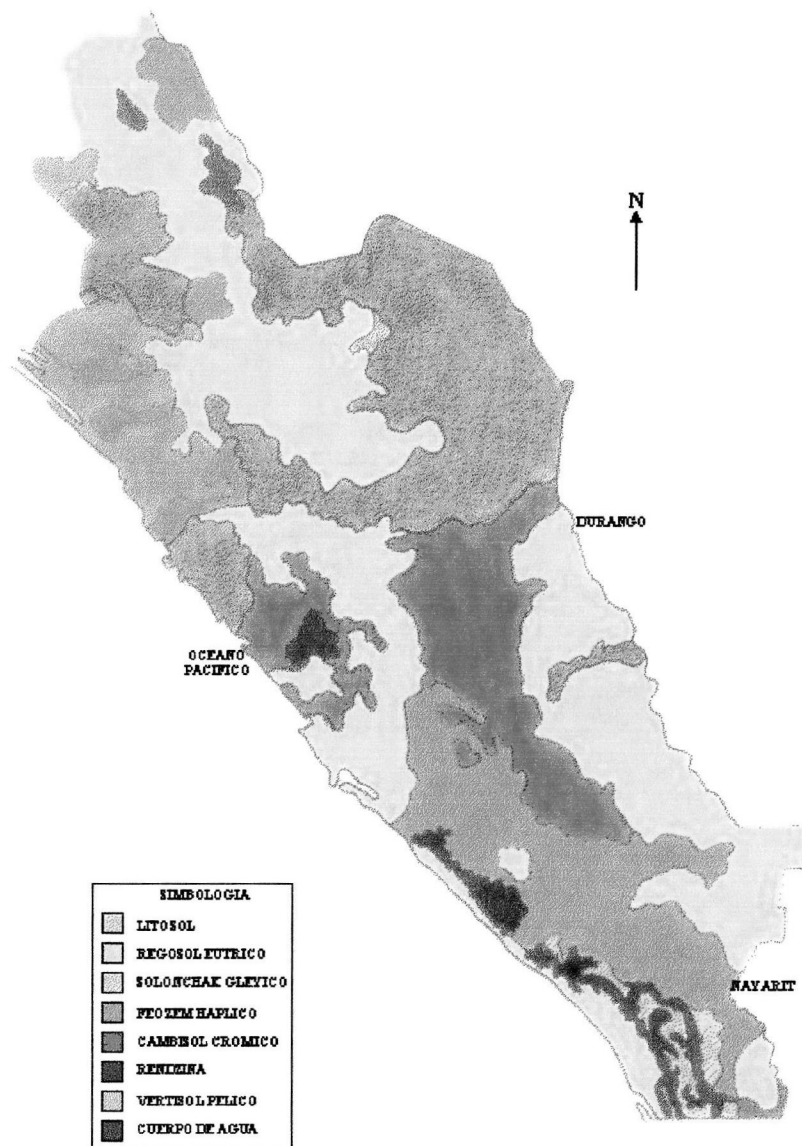


Figura 4. Unidades de suelos en la región sur de Sinaloa.

Estos tipos de suelos son de textura franco-arenosa y areno-arcillosa, por lo que presentan serias deficiencias en cuanto a fertilidad, principalmente de materia orgánica, nitrógeno y fósforo. Derivado de esa composición, la compactación de los suelos es un problema que se ha venido agravando con el tiempo (Martínez y Guzmán, 1999).

4.1.2.4. *Clima*

El clima predominante en la planicie costera y en los lomeríos transicionales es Awo(h)w, que corresponde a cálido subhúmedo (el más seco de los subhúmedos), con lluvias en verano que alcanzan una media anual de 600 a 800 mm. La temperatura media anual es de 24.8°, con una mínima anual de 14.6°C y una máxima anual de 34.6°C. En general la región es cálida seca subhúmeda, sin embargo, en pequeñas áreas de la zona serrana el clima es templado subhúmedo, (INEGI, 2000) (Figura 5).

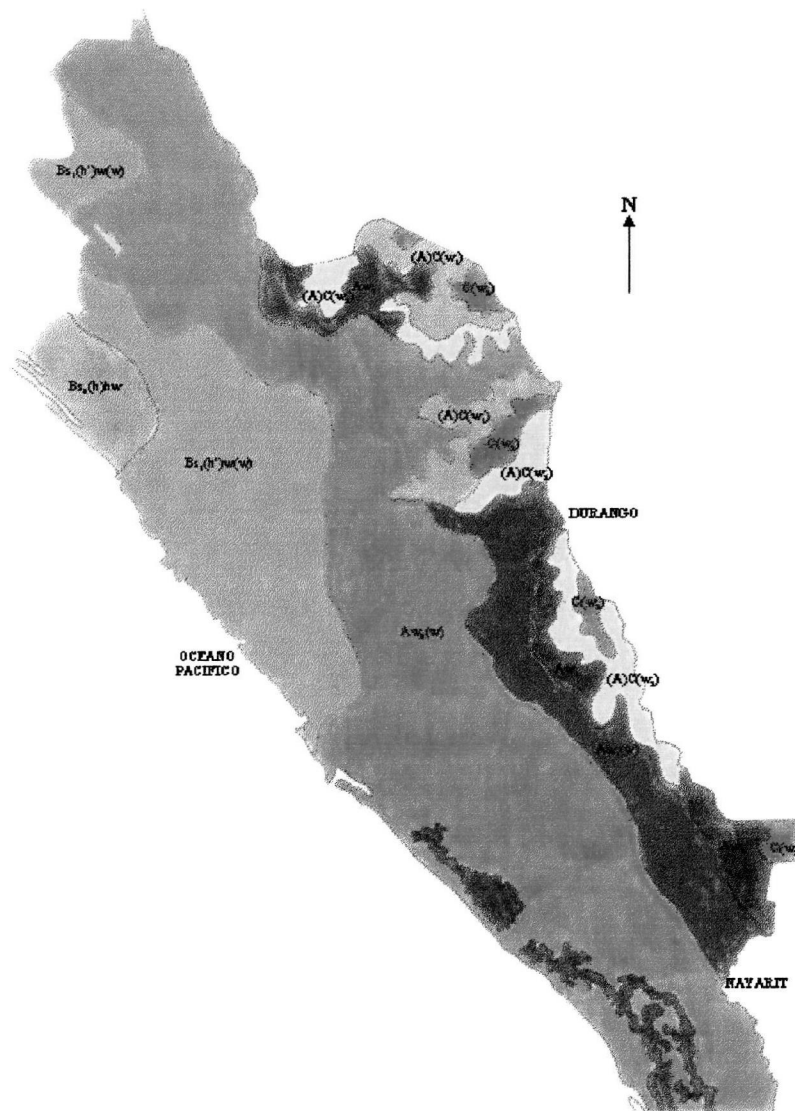


Figura 5. Tipo de climas en la región sur de Sinaloa.

El sur de Sinaloa presenta un régimen de lluvias de verano. La Figura 6 presenta la precipitación promedio anual durante un período de 32 años (1964-1995) para la estación Río Baluarte (22°59' de latitud norte y 105°51' de longitud oeste) localizada en El Rosario, Sinaloa. El promedio anual de esta serie de datos es de 890.8 mm y se observa la gran variabilidad existente con respecto de un año a otro. Los meses en que se registra el 80% de la precipitación que ocurre en un año son julio, agosto y septiembre.

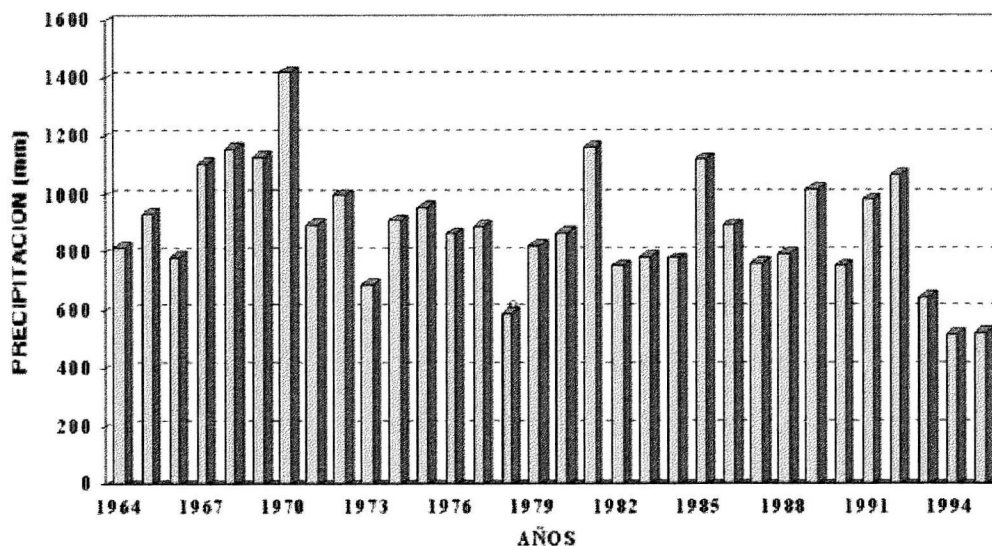


Figura 6. Precipitación pluvial anual en el sur de Sinaloa de 1964-1995.

4.1.2.5. Vegetación y uso actual del suelo

La comunidad vegetal encontrada más frecuentemente es la Selva Baja Caducifolia o BTC, tanto en la llanura costera como en los lomeríos transicionales a la sierra y en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental (INEGI, 2000) (Figura 7).

Esta comunidad vegetal es muy densa y se caracteriza por su gran diversidad de especies. La selva puede alcanzar en su estrato arbóreo hasta 15 m de altura media. Una peculiaridad de las especies arbóreas es que más del 75% son caducifolias, es decir, tiran las hojas en la estación seca del año. También posee un estrato arbustivo espinoso y otro herbáceo con pocas trepadoras (González *et al.*, 1996).

Hacia las estribaciones de la sierra se presentan las comunidades vegetales de bosque de encino y bosque de pino-encino, en áreas dispersas y mezcladas. Estas comunidades

continúan en importancia después de la Selva Baja Caducifolia de acuerdo a su superficie presente (INEGI, 2000), (Figura 7).

En el sureste del área de estudio se encuentra la comunidad vegetal de Selva Mediana Subcaducifolia. Se caracteriza porque algunos árboles que la forman pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca (INEGI, 2000), (Figura 7).

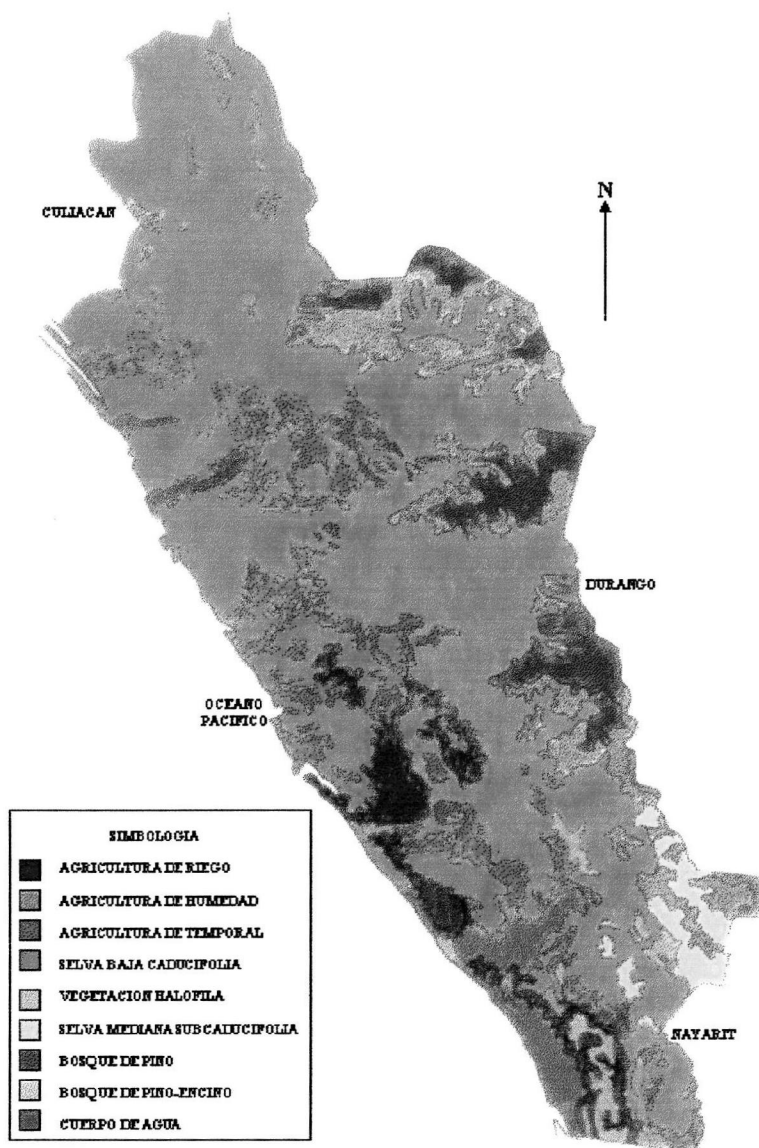


Figura 7. Uso del suelo y vegetación en el sur de Sinaloa.

La principal actividad productiva en la región es la agropecuaria, la cual se basa en la agricultura de temporal y la ganadería extensiva (agostaderos), localizados en la llanura

costera y en pequeñas áreas de lomeríos bajos. Por el suroeste de esta área de estudio se presenta agricultura de riego sobre la llanura costera y lechos de corriente del río Baluarte, en los municipios de El Rosario y Escuinapa (INEGI, 2000), (Figura 7).

4.1.2.6. Hidrología

La región sur de Sinaloa pertenece a las regiones hidrológicas (RH) Sinaloa y Presidio-San Pedro; ambas pertenecen a la vertiente occidental. La RH Sinaloa comprende la porción norte y está representada por las cuencas de los ríos Piaxtla, Elota, Quelite y San Lorenzo. La RH Presidio-San Pedro se localiza en la porción sur y la conforman las cuencas de los ríos Baluarte, Presidio y Acaponeta (INEGI, 2000) (Figura 8).

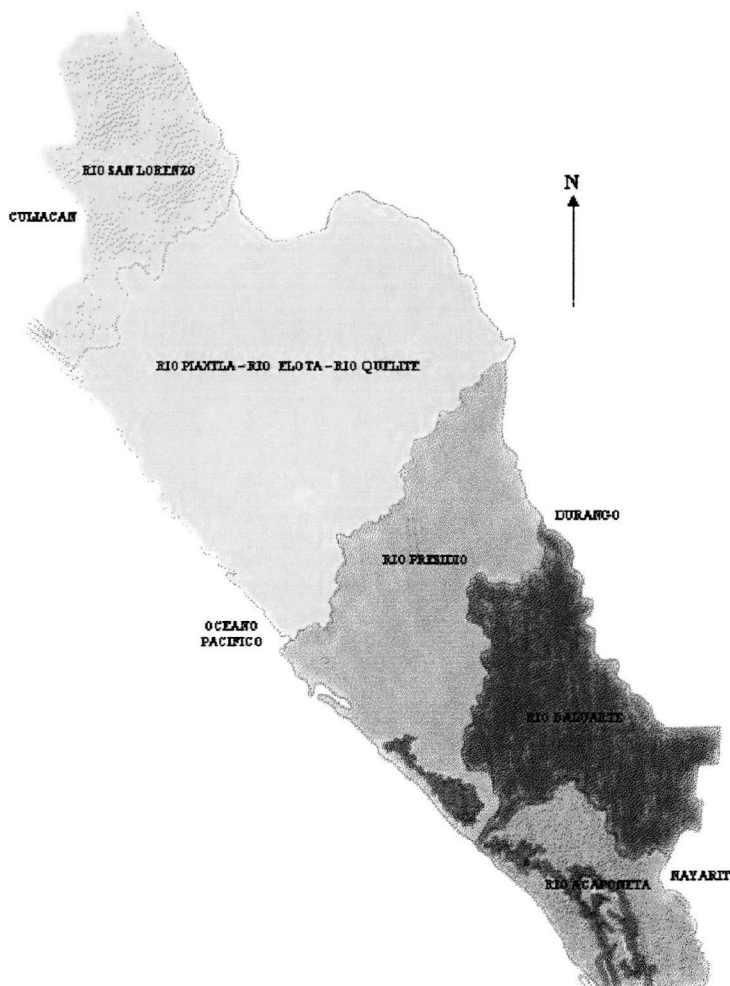


Figura 8. Cuencas hidrológicas de la región sur de Sinaloa.

Como característica común estos ríos presentan pendientes fuertes en las partes altas que se van suavizando en la llanura costera. La hidrografía de la región se complementa con algunos esteros y lagunas como la del Caimanero y Agua Grande (Figura 9).

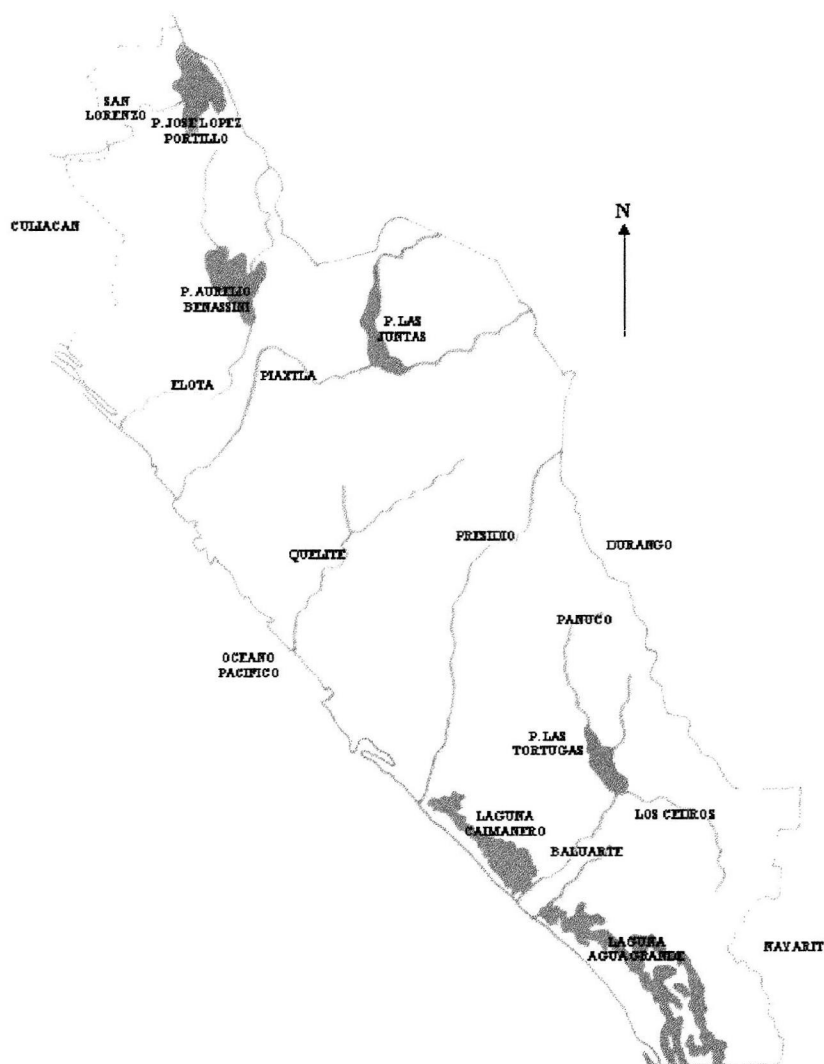


Figura 9. Principales corrientes y cuerpos de agua de la región sur de Sinaloa.

4.1.3. El Medio Social

Para el año 2000, Sinaloa registró una población de 2 534 835 habitantes (INEGI, 2000). Este dato indica que el estado dejó tras de sí la dinámica de crecimiento acelerado que le caracterizó en los períodos de 1960 a 1970 y de 1970 a 1980, para llegar al año 2000 con una tasa de 1.50% como se muestra en el Cuadro 1, que es inferior a la tasa media nacional (1.98%).

Cuadro 1. Población total y tasa de crecimiento para el estado de Sinaloa. 1930-2000.

Año	Población total	Lugar nacional	Tasa de crecimiento (%)
1930	395 618	18	-
1940	492 821	17	2.46
1950	635 681	18	2.90
1960	838 404	17	3.19
1970	1 266 528	15	5.11
1980	1 849 879	14	4.61
1990	2 204 054	14	1.91
2000	2 534 835	14	1.50

Fuente: Elaboración propia basada en Censos Generales de Población y Vivienda del INEGI.

En el sur de Sinaloa, la densidad demográfica es baja, con excepción del municipio de Mazatlán, donde se encuentra la segunda ciudad más importante del estado por su tamaño demográfico (Cuadro 2). El municipio más poblado de la región sur de Sinaloa es el de Mazatlán ya que concentra el 63.4% del total de la población de la misma (Cuadro 3). Así mismo, la ciudad y puerto de Mazatlán ocupa el segundo lugar en importancia por su población en el estado.

Cuadro 2. Densidad demográfica para los municipios del sur de Sinaloa. 2000.

Municipio / Región	Población	Extensión (km ²)	Densidad de población (habitantes km ⁻²)
Concordia	27 815	1524.34	18.25
Cósala	17 269	2665.12	6.48
Elota	49 471	1518.15	32.59
Escuinapa	50 438	1633.22	30.88
Mazatlán	380 509	3068.48	124.01
Rosario	47 934	2723.28	17.60
San Ignacio	26 762	4650.97	5.75
Sur de Sinaloa	600 198	17 783.56	33.75
Sinaloa	2 534 835	58 092.00	43.63

Fuente: Elaboración propia basada en INEGI, 2000.

Para la década de 1960 la participación de la región sur de Sinaloa alcanzó su máximo nivel en cuanto al total de la población estatal. Después de estos años la participación de la región ha ido disminuyendo debido principalmente a la emigración permanente que se ha dado de la población rural a los principales valles agrícolas de la entidad y hacia las

ciudades fronterizas de México o hacia los Estados Unidos, por lo que la región es considerada una zona con un alto grado de migración de la población (Cuadro 3).

Lo contrario sucede con el municipio de Mazatlán que desde la década de 1960 ha ido incrementando su población, ello debido principalmente a que la ciudad y puerto de Mazatlán ha ofrecido empleos en servicios, comercio, industria manufacturera y la pesca (Cuadro 3).

Elota es otro de los municipios de la región que a partir de la década de 1990 se convierte en receptor de migrantes procedentes del sur del país, así como de los municipios de Cosalá y San Ignacio. En la década del 2000 es el único municipio después de Mazatlán que aumenta su participación con respecto a la población de la región (Cuadro 3). Lo anterior se debió principalmente a la realización en la década de 1990 del proyecto de irrigación Elota-Piaxtla, la inauguración de la maxipista Culiacán-Mazatlán y la apertura de terrenos de cultivos como resultante del mencionado proyecto hidráulico, lo que ha convertido a La Cruz (cabecera municipal de Elota) en el único valle agrícola de la región y en uno de los más importantes del estado.

Cuadro 3. Población total para los municipios del sur de Sinaloa y su participación con respecto al sur de Sinaloa y al estado. 1960-2000.

Municipio / Región	Población					Participación de la población por municipio respecto al total estatal				
	1960	1970	1980	1990	2000	1960	1970	1980	1990	2000
Concordia	21 175	20 977	23 742	26 314	27 815	2.5	1.7	1.3	1.2	1.1
Cosalá	14 578	13 711	18 184	16 975	17 269	1.7	1.1	1.0	0.8	0.7
Elota	12 220	17 572	24 766	30 319	49 471	1.5	1.4	1.3	1.4	1.9
Escuinapa	17 994	30 807	37 666	45 928	50 438	2.1	2.4	2.0	2.1	2.0
Mazatlán	112 619	167 616	249 988	314 345	380 509	13.4	13.2	13.5	14.3	15.0
Rosario	34 881	39 728	44 740	47 416	47 934	4.2	3.1	2.4	2.2	1.9
San Ignacio	23 212	23 332	24 825	24 085	26 762	2.8	1.8	1.3	1.1	1.1
Sur Sinaloa	236 679	313 743	423 911	505 382	600 198	28.2	24.8	22.9	22.9	23.7
Sinaloa	838 404	1 266 528	1 849 879	2 204 054	2 534 835	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia basada en Censos Generales de Población y Vivienda del INEGI.

Todos los municipios que conforman la región con excepción de Elota y Mazatlán mantienen una tasa de crecimiento por abajo de la media regional y estatal (Cuadro 4).

Los municipios de Mazatlán y Elota por contar con condiciones económicas y sociales privilegiadas los convierte en una zona de atracción de población dentro de la región, lo cual se ve reflejado en tasas de crecimiento por arriba de la media estatal (Cuadro 4). En el resto de los municipios de la región, durante las últimas décadas las tasas de crecimiento han fluctuado desde negativas hasta ligeramente por arriba del punto de equilibrio (Cuadro 4).

Cuadro 4. Población total y tasa de crecimiento para los municipios del sur de Sinaloa. 1960-2000.

Municipio / Región	Población					Tasa de crecimiento respecto a la región y al estado				
	1960	1970	1980	1990	2000	1960	1970	1980	1990	2000
Concordia	21 175	20 977	23742	26 314	27 815	-	-0.09	1.32	1.08	0.57
Cosalá	14 578	13 711	18 184	16 975	17 269	-	-0.59	3.26	-0.66	0.17
Elota	12 220	17 572	24 766	30 319	49 471	-	4.38	4.09	2.24	6.32
Escuinapa	17 994	30 807	37 666	45 928	50 438	-	7.12	2.23	2.19	0.98
Mazatlán	112 619	167 616	249 988	314 345	380 509	-	4.88	4.91	2.57	2.10
Rosario	34 881	39 728	44 740	47 416	47 934	-	1.39	1.26	0.61	0.11
San Ignacio	23 212	23 332	24 825	24 085	26 762	-	0.05	0.64	-0.30	1.11
Sur Sinaloa	236 679	313 743	423 911	505 382	600 198	-	3.26	3.51	1.92	1.88
Sinaloa	838 404	1 266 528	1 849 879	2 204 054	2 534 835	-	5.11	4.61	1.91	1.50

Fuente: Elaboración propia basada en Censos Generales de Población y Vivienda del INEGI.

La población del sur de Sinaloa es predominantemente rural, ya que casi el 70% de la población de cinco de los siete municipios que integran la región se distribuye en localidades con menos de 2500 habitantes. Escuinapa y Mazatlán son los únicos municipios de la región considerados como urbanos. La cabecera municipal de Escuinapa concentra el 55.34% de la población, mientras que la ciudad y puerto de Mazatlán concentra el 86.20% (Cuadro 5).

La población de la región en su gran mayoría es mestiza, sólo el 1.4% esta representada por indígenas, ellos son principalmente mayos, tarahumaras, coras, zapotecos y huicholes, los cuales provienen de otras regiones del país (Martínez *et al.*, 1999).

Cuadro 5. Distribución de la población por municipio según tamaño de localidad para los municipios del sur de Sinaloa. 2000.

Municipio / Región	Población	Porcentaje de población en localidades de... (habitantes)				
		...1 a 499	...500 a 2 499	...2 500 a 14 999	...15 000 a 99 999	...100 000 y más
Concordia	27 815	32.99	40.91	26.10	-	-
Cósala	17 269	63.87	3.27	32.86	-	-
Elota	49 471	17.71	48.20	34.09	-	-
Escuinapa	50 438	5.82	15.16	23.68	55.34	-
Mazatlán	380 509	3.79	5.00	5.01	-	86.20
Rosario	47 934	25.32	37.07	37.61	-	-
San Ignacio	26 762	48.94	23.59	27.47	-	-
Sur Sinaloa	600 198	28.35	24.74	26.69	7.91	12.31
Sinaloa	2 534 835	13.80	18.78	14.77	10.48	42.17

Fuente: Elaboración propia basada en INEGI, (2000).

Para el año 2000, sólo el 2.30% de la población de la región de cinco y más años hablaba una lengua indígena; el municipio de Elota es el que mayor porcentaje de población indígena concentra de la región y del estado. Lo anterior se debe a las condiciones económicas y sociales que presenta la cabecera municipal, lo que atrae un fuerte porcentaje de indígenas que provienen en su mayoría de los estados del sur del país (Cuadro 6).

Cuadro 6. Porcentaje de población de cinco y más años que habla lengua indígena para los municipios del sur de Sinaloa. 2000.

Municipio / Región	Población	Porcentaje de población de cinco años y mas que hablan lengua indígena
Concordia	27 815	0.22
Cósala	17 269	0.26
Elota	49 471	13.64
Escuinapa	50 438	0.61
Mazatlán	380 509	0.59
Rosario	47 934	0.42
San Ignacio	26 762	0.36
Sur de Sinaloa	600 198	2.30
Sinaloa	2 534 835	2.22

Fuente: Elaboración propia basada en INEGI, (2000)

4.1.4. El Medio Económico

La población económicamente activa (PEA) dedicada a las actividades agropecuarias en la región sur de Sinaloa ha sido históricamente inferior a la correspondiente al nivel estatal. Esto se debe a la baja proporción de PEA agropecuaria que presenta el municipio de Mazatlán. En general, la proporción de este sector ha venido disminuyendo durante las últimas tres décadas en la región (Cuadro 7). En todos los municipios, con excepción de Mazatlán las estadísticas del año 2000 mostraron que al menos un 37.6% de la PEA total se dedicaba a actividades agropecuarias, porcentaje significativamente superior al correspondiente a nivel estatal (Cuadro 7). El caso del municipio de Elota es único no sólo por ser el que mayor porcentaje de la PEA total dedicaba a actividades agropecuarias presenta, sino también porque consistentemente aumentó esta proporción durante las últimas tres décadas debido principalmente a la apertura del proyecto hidráulico Elota-Piaxtla con el que se logró incrementar la superficie de riego en 6.3 veces, al pasar durante el ciclo agrícola 1989-1990 de 3367 hectáreas a 21 186 hectáreas con dicho proyecto (Cuadro 7).

Cuadro 7. Evolución de la población económicamente activa para los municipios del sur de Sinaloa. 1980-2000.

Municipio / Región	PEA 1980		PEA 1990		PEA 2000	
	Total	Actividades agropecuarias	Total	Actividades agropecuarias	Total	Actividades agropecuarias
Concordia	7 826	2 969 (38.0%)	7 323	3 036 (41.4%)	8 413	3 170 (37.6%)
Cosalá	4 988	3 279 (65.7%)	3 527	1 983 (56.2%)	3 818	1 827 (47.8%)
Elota	7 389	3 523 (47.7%)	7 573	4 183 (55.2%)	19 949	12 650 (63.4%)
Escuinapa	11 971	4 634 (38.7%)	12 982	6 450 (49.7%)	15 321	5 793 (37.8%)
Mazatlán	84 140	11 090 (13.1%)	103 168	12 621 (12.2%)	145 419	12 258 (8.4%)
Rosario	13 352	4 948 (37.0%)	12 700	7 140 (56.2%)	14 335	6 795 (47.7%)
San Ignacio	7 964	4 030 (50.6%)	6 245	4 198 (67.2%)	8 167	4 340 (53.1%)
Sur Sinaloa	137 630	34 473 (25.0%)	153 518	39 611 (25.8%)	215 422	46 833 (21.7%)
Sinaloa	568 427	156 542 (27.5%)	660 905	242 710 (36.7%)	888 295	229 140 (25.8%)

Fuente: Elaboración propia basada en Censos Generales de Población y Vivienda del INEGI.

La región sur de Sinaloa esta conformada por 1 778 356 hectáreas (el 30.61% del total del estado) de las cuales sólo 263 927 hectáreas (el 17.96% del total estatal para este uso) se destinan para la agricultura. Las tierras de riego representan sólo el 5.53% (44

552 ha) del total del estado para este fin, de las cuales casi el 50% de esta superficie se ubican en la cabecera municipal de Elota (el único valle agrícola de la región). Las tierras de temporal contabilizan 219 375 hectáreas (el 33.03% del total estatal para este uso) que junto con las 866 081 hectáreas de agostadero (el 39.33% del total estatal para este fin) se destinan para desarrollar la actividad agropecuaria, que es la principal actividad económica de la región (Cuadro 8).

Cuadro 8. Uso del suelo en hectáreas para los municipios del sur de Sinaloa con respecto al estado. 1997.

Municipio / Región	Superficie (ha)	Agrícola			Agostadero	Forestal	Otros Usos
		Riego	Temporal	Total			
Concordia	152 434	1 790	19 200	20 990	37 852	93 002	590
Cósala	266 512	81	18 099	18 180	130 447	109 043	8 842
Elota	151 815	21 186	45 955	67 141	36 276	36 978	11 420
Escuinapa	163 322	6 147	26 437	32 584	82 453	23 709	24 576
Mazatlán	306 848	7 876	47 572	55 448	166 629	74 309	10 462
Rosario	272 328	3 020	41 513	44 533	161 609	46 321	19 865
San Ignacio	465 097	4 452	20 599	25 051	250 815	178 308	10 923
Sur de Sinaloa	1 778 356 (30.61%)	44 552 (5.53%)	219 375 (33.03%)	263 927 (17.9%)	866 081 (39.33%)	561 670 (54.05)	86 678 (7.89%)
Sinaloa	5 809 200	805 236	664 212	1 469 448	2 202 046	1 039 161	1 098 545

* Incluye uso industrial, urbano y rural.

Fuente: Elaboración propia basada en SAGAR, (1997).

La agricultura en el sur de Sinaloa se desarrolla mayoritariamente bajo condiciones de temporal, lo cual la hace muy dependiente de las variaciones del clima. Para 1997, de las tierras destinadas a la agricultura en la región solamente el 17% contaba con riego, el restante 83% eran tierras de temporal. Para uso pecuario se destinó el 48.70% del total regional, que junto con las tierras de temporal sumaron el 61% de la superficie total regional, la cual en su conjunto fue destinada para el desarrollo de la actividad agropecuaria (Cuadro 8).

Dentro de las actividades primarias de la economía del sur de Sinaloa, la ganadería es considerada la principal actividad, contándose con 866 081 hectáreas de agostadero para llevar a cabo esta actividad (Cuadro 8). El inventario ganadero para la región es de 495 434 cabezas de ganado bovino (lo que representa el 30.83% de inventario ganadero

bovino del estado), en su mayoría de doble propósito (carne y leche) (Cuadro 9). La región produce aproximadamente 42.9 millones de litros de leche anual y 119 686 toneladas de carne, lo que representa el 41.01% y 16.42% del total estatal producido de carne y leche respectivamente (Cuadro 9).

La ganadería la practican aproximadamente 15 250 productores agropecuarios, de los cuales aproximadamente el 78% manejan hatos de una a 20 cabezas de ganado bovino, el 15% de 21 a 50 cabezas de ganado y el 7% poseen hatos mayores de 50 cabezas de ganado (SEDAGRO, 1997).

Cuadro 9. Inventario ganadero bovino y producción de leche y carne para los municipios del sur de Sinaloa. 1997.

Municipio / Región	Cabezas de ganado bovino	Producción de leche anual (millones de L)	Producción de carne anual (t)
Concordia	45 896	1.2	2 351
Cósala	57 479	2.2	1 698
Elota	62 712	4.0	2 259
Escuinapa	43 287	1.9	1 508
Mazatlán	111 275	25.1	7 070
Rosario	88 974	3.6	2 713
San Ignacio	85 811	4.9	2 087
Sur de Sinaloa	495 434	42.9	19 686
Sinaloa	1 606 973	104.6	119 889

Fuente: Elaboración propia basada en SEDAGRO, 1997.

4.2. El Municipio de Concordia

4.2.1. Aspectos Históricos

Concordia es una voz castellana que significa "lugar de conformidad y unión". Los xiximes y tepehuanes fueron las tribus indígenas que se encontraban asentadas en la parte serrana del actual municipio de Concordia, en el momento de la colonización. En la parte media y costera, se asentaban los totorames nación indígena que se extendía desde Jalisco a las playas de Mazatlán.

En 1565, el capitán Francisco de Ibarra funda la Villa de San Sebastián, hoy Concordia, y los Reales de Copala, Panúco y Charcas.

En 1830 se decreta la separación definitiva de Sonora y Sinaloa para formar dos entidades federativas. San Sebastián, que desde 1828 se denominaba Concordia, ve afectado su territorio con la nueva división del estado de Sinaloa en once distritos, ya que San Ignacio, Mazatlán y Rosario le son segregados de su jurisdicción para integrarse como distritos al nuevo sistema de gobierno. El distrito de Concordia se dividió en 4 municipalidades, con la ciudad de Concordia como cabecera de distrito, de la municipalidad y de la alcaldía, y las municipalidades de Agua Caliente, Panúco y Copala. El 8 de abril de 1915, Concordia es erigido municipio libre, quedando ratificada su categoría en la Constitución local de 1917 (Gobierno del Estado, 2000).

4.2.2. El Medio Físico

La posición geográfica de Concordia está determinada por los meridianos 105°29'37'' y 106°06'12'' de longitud oeste y los paralelos 23°08'30'' y 23°50'45'' de latitud norte. Colinda al norte con el municipio de Mazatlán y el estado de Durango, al sur con el municipio de El Rosario, al este con el estado de Durango y el municipio de El Rosario y al oeste con el municipio de Mazatlán (INEGI, 1997) (Figura 10).

La geomorfología del municipio la determinan las ramificaciones de la Sierra Madre Occidental, la que da lugar a formaciones orográficas que reciben nombres dependiendo del lugar donde afloran. El Espinazo del Diablo, es la depresión más accidentada del municipio, y alcanza elevaciones que varían de los 150 a los 2000 msnm; le sigue en importancia en cuanto a elevación la Sierra de Concordia, con alturas que van de los 100 a los 900 msnm. En la zona occidental y sur-occidental del municipio se ramifican la Sierra de La Embocada y Santa Fe, con elevaciones que van de los 50 a los 700 msnm (Gobierno del Estado, 2000).

Los accidentes topográficos de la Sierra Madre Occidental determinan en gran medida la configuración hidrológica del municipio que se conforma por un gran número de arroyos. Sobre la vertiente norte de la Sierra del Espinazo del Diablo, nace el río Presidio, la corriente de agua más importante del municipio que desemboca en la costa del Océano Pacífico; este río recibe los arroyos de Concordia, Agua Caliente, Malpica,

Siqueros y del Espíritu Santo. Sobre este mismo sistema orográfico nacen los ríos Panúco y el Baluarte (Gobierno del Estado, 2000).

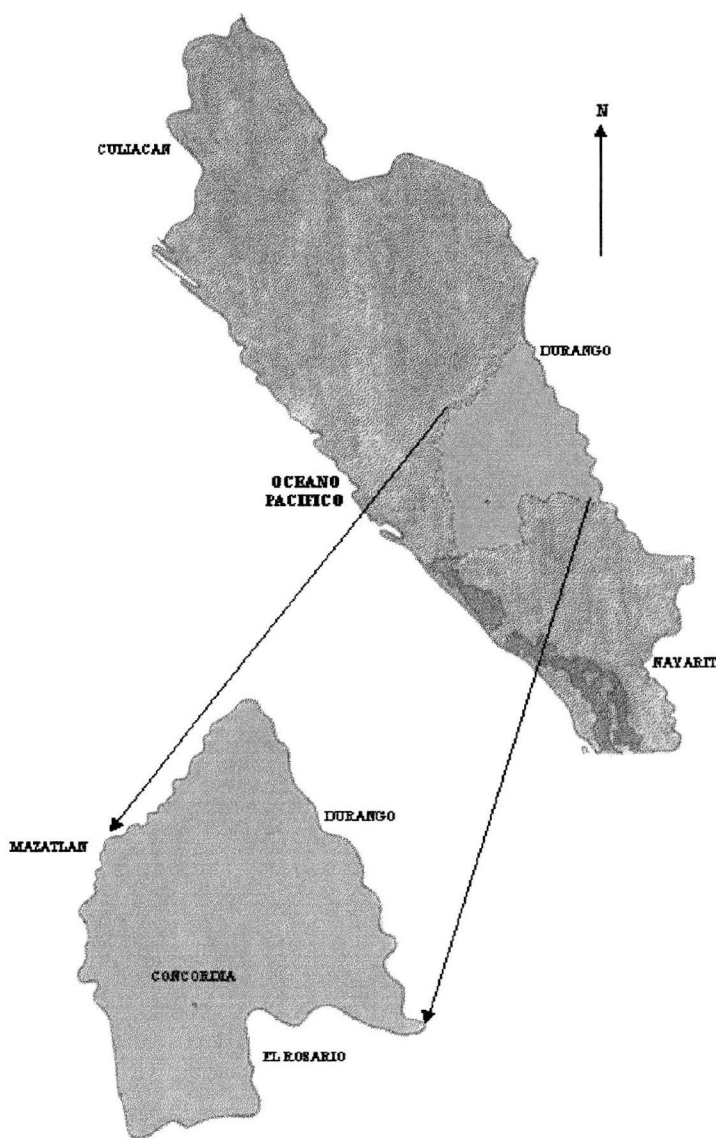


Figura 10. Localización geográfica del municipio de Concordia, Sinaloa.

El clima es tropical lluvioso en verano con una temporada de sequía bien marcada, la temperatura media anual es de 24.5°C, una máxima extrema de 41.0°C y una mínima extrema de 2.0°C. La precipitación media anual es de 830.9 mm. En la parte de la sierra predomina el clima templado subhúmedo con una temperatura media anual de 19.4°C. La precipitación media anual es de 1545.7 mm (Gobierno del Estado, 2000).

La vegetación predominante es la Selva Baja Caducifolia tanto en las llanuras costeras como en los lomeríos transicionales a la sierra, y en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental; hacia las estribaciones de la sierra y en áreas dispersas y mezcladas, hay bosque de encino y bosque de pino-encino. Su estructura vegetal se encuentra constituida por un estrato de árboles dominantes con alturas de 10 a 15 m, un arbóreo con alturas de 5 a 10 m, un arbustivo con árboles bajos menores de 5 m y el sotobosque dominado por una densa alfombra de especies herbáceas (Gobierno del Estado, 2000).

4.2.3. El Medio Social

El municipio de Concordia está integrado políticamente en nueve sindicaturas: Concordia (Central), Panúco, Tepuxta, El Verde, Zavala, Copala, Santa Lucía, Mesillas y Agua Caliente (Figura 11).

El municipio para el año 2000 tenía una población de 27 815 habitantes, lo que representa el 1.07% y el 4.53% del total estatal y regional respectivamente. Concordia se caracteriza por ocupar uno de los tres últimos lugares a nivel regional y estatal por el número de habitantes con que cuenta, solo superado por Cósala y San Ignacio (Cuadro 3).

La población municipal se distribuye en 197 localidades, de las cuales 196 son localidades rurales, donde residen 20 555 habitantes (73.90% de la población) y solamente la cabecera municipal es la única localidad urbana con 7 260 habitantes; es por ello que Concordia es considerado como un municipio eminentemente rural (Cuadro 5), y uno de los cinco municipios del estado con el índice de población rural más alto.

El crecimiento de la población de este municipio ha sido históricamente lento y con un retroceso muy significativo en la década de 1960 a 1970, ya que alcanzó un índice de crecimiento negativo (-0.09%); para la década de 1970 a 1980 tuvo un ligero repunte al alcanzar un índice de crecimiento de 1.32% (el más alto en la historia), dos décadas más tarde el índice alcanzado fue de 0.57% (Cuadro 4).

Conviene destacar que la disminución de sus índices de crecimiento durante las últimas décadas se debe a que es un municipio emisor de personas que emigran

fundamentalmente al puerto de Mazatlán, a los valles agrícolas del estado y hacia el extranjero.

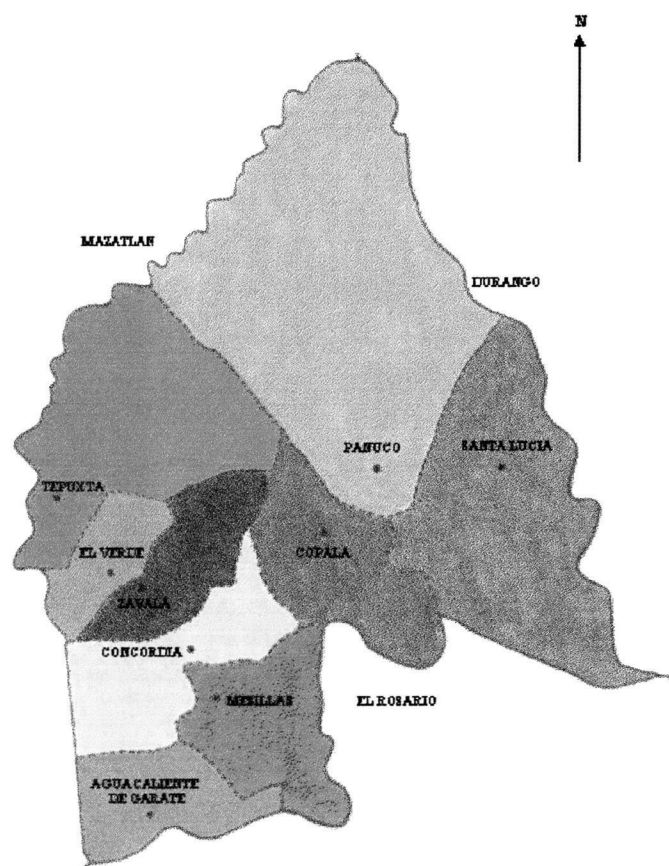


Figura 11. División política del municipio de Concordia

4.2.4. El Medio Económico

Concordia para el año 2000 tenía una PEA de 8413 habitantes (el 30.25% de la población), de los cuales 3170 son trabajadores agropecuarios. (Cuadro 10).

Concordia se le identifica en estrecha relación con el sector primario y son la agricultura junto con la ganadería las dos fuentes primarias más importantes de ocupación y producción, ya que estas actividades emplean el 54% de la población que se ubica en

este sector, mientras que el 43% de la PEA se dedica a la actividad silvícola y el restante 3% a la minería. La actividad silvícola coloca a Concordia en el segundo lugar en importancia forestal en el estado después del municipio de San Ignacio.

A nivel estatal, Concordia es el municipio que tiene el mayor porcentaje de PEA ocupada en el sector secundario (24.83%) (Cuadro 10); el pilar de este sector son los más de 230 talleres muebleros que se encuentran en el municipio. Más del 88% de la PEA de este sector es la que se encuentra directamente inmersa en la industria mueblera.

Cuadro 10. Población económicamente activa por sector productivo para el municipio respecto a la región y al estado. 2000.

Municipio / Región	PEA	Población ocupada					
		sector primario		sector secundario		sector terciario	
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
Concordia	8413	3 170	37.68	2 090	24.83	3 153	37.49
Sur de Sinaloa	215 422	91 015	42.25	38 108	17.69	86 299	40.06
Sinaloa	888 295	229 140	26.03	178 788	20.31	472 367	53.66

Fuente: Elaboración propia basada en INEGI, (2000).

La superficie territorial del municipio de Concordia es de 152 434 hectáreas, las cuales representan sólo el 2.62% del total de la entidad (Cuadro 11).

Cuadro 11. Uso del suelo en hectáreas para el municipio con respecto a la región y al estado. 1997.

Municipio / Región	Superficie territorial	Agrícola			Agostadero	Forestal	Otros usos*
		Riego	Temporal	Total			
Concordia	152 434	1 790 (8.5%)	19 200 (91.5%)	20 990	37 852	93 002	590
Sur de Sinaloa	1 778 356	44 552	219 375	263 927	866 081	561 670	86 678
Sinaloa	5 809 200	805 236	664 212	1 469 448	2 202 046	1 039 161	1 098 545

* Incluye uso industrial, urbano y rural.

Fuente: Elaboración propia basada en SAGAR, (1997).

La economía del estado se sustenta en actividades relacionadas con la agricultura, ganadería, fruticultura, minería, industria manufacturera y el comercio, principalmente.

La proporción de la superficie agrícola bajo riego en el municipio, es significativamente inferior a la correspondiente a nivel regional (Cuadro 11). La ganadería se centra en la cría de ganado bovino, destinándose para ello 37 852 hectáreas de agostaderos. La silvicultura se concreta a la explotación de pino, encino y maderas tropicales; esta actividad está soportada por 93 002 hectáreas.

Otra de las actividades económicas aún importante en el municipio es la minería, misma que se centra en la explotación de minerales como oro, plata, cobre, plomo y zinc. La industria manufacturera está representada por la fabricación de muebles coloniales, los que identifica nacionalmente al municipio, así como la de curtiduría de pieles.

4.3. El Ejido El Huajote

4.3.1. Aspectos Históricos²⁰

Etimológicamente la palabra Huajote significa instrumento o vasija para tomar agua, aunque la palabra original es “Huejote”.

El territorio de lo que hoy es el ejido de El Huajote y sus alrededores antes de la conquista se encontraba habitado por indígenas de la tribu totorame.

A finales del siglo XVI, la economía española se implantaba paulatinamente sobre la indígena, propiciando la expansión territorial y económica de las labores de maíz y las estancias de ganado, fenómeno que dio origen a la hacienda.

El territorio actual de El Huajote pertenecía desde el siglo XVIII a la hacienda mezcalera “El Huajote” cuyos dueños eran la familia Tellería quienes vivían en el puerto de Mazatlán. Dicha hacienda constaba de dos predios: El Huajote (donde se ubicaba la casa principal) y El Barbecho, que en conjunto sumaban más de 2000 hectáreas, todas ellas sembradas con mezcal (*Agave mezcal*).

En ese tiempo existían ranchos pequeños que se establecían dentro de los límites de una hacienda, concedidas a sus pobladores por medio de aparcería o mediería.

²⁰ Reconstrucción histórica con base a entrevista realizada a Don Genaro Hernández Patrón quien nació en 1912 y que conoce El Huajote desde 1920, vive allí desde 1950 y fue uno de los primeros ejidatarios que lucharon por la dotación de tierras al ejido.

La expansión territorial de las haciendas en la región se acentuó durante los siglos XVIII y XIX que correspondieron al período de auge minero de los reales y de las mismas haciendas. Esta expansión se realizó a través de compras, arrendamientos e incluso invasiones que se hacían a tierras de comunidades indígenas, muchas de ellas diezmadas por las epidemias.

La situación anterior llevó a muchas personas a tener que arrendar tierras o acudir a las haciendas para vender su fuerza de trabajo. La lucha por la tierra en El Huajote inició en 1953, cuando Francisco Félix (peón de la hacienda) recava 25 firmas para solicitar a la presidencia municipal la dotación de las tierras del señor Francisco Tellería (quien era el dueño de la hacienda “El Huajote”). Un grupo de solicitantes se trasladan a Concordia para hacer dicha petición, pero esta no fue aceptada debido a que eran muy pocas las firmas. Un mes después regresan a la presidencia municipal con 60 firmas y la petición les fue concedida provisionalmente. Para ese año cada uno de los 60 “nuevos dueños” de la tierra empiezan a trabajar 20 hectáreas de temporal.

El dictamen provisional les concedió alrededor de 2300 hectáreas que se tomarían única y exclusivamente de la hacienda “El Huajote” Lo anterior, por no existir otras propiedades afectables en las distancias previstas en la Ley Agraria.

Al conocer la resolución, los afectados se inconformaron a grado tal que durante el año de 1954 cuatro de los fundadores del “ejido” fueron asesinados, el primero de ellos fue el “fundador del ejido” Francisco Félix, asesinado en la ciudad de Mazatlán; a la lista le siguieron Lucio Osuna, Pedro Félix (hermano del primero) y Agapito Ramos. Para 1955 Juan Esteban Osuna, otro de los fundadores del ejido fue asesinado.

Los primeros 60 ejidatarios eran campesinos que venían trabajando en la hacienda desde tiempo atrás y eran personas que habían nacido en los ranchos de la hacienda o en ranchos circunvecinos a otras haciendas aledañas a la de “El Huajote”.

Para 1955 comienzan a llegar otras familias a la comunidad para solicitar fueran aceptadas como ejidatarios; la primera de ellas fue la de los Larreta que procedían del estado de Durango, arribaron a la comunidad con 10 miembros; le siguió la familia del señor Ángel Frías quienes provenían del estado de Zacatecas; por último llegó la familia

Tostado (con 10 miembros) que venían de la comunidad de Porras del municipio de Mazatlán.

La fecha que consigna Don Genaro Hernández Patrón para la demarcación y colocación de la primera mojonera en El Huajote nos remonta al año de 1955.

Finalmente, la Resolución Presidencial en favor del ejido fue firmada el 30 de agosto de 1960 por el Lic. Adolfo López Mateos, Presidente de la República en turno, dotando al ejido con una superficie de 2340 hectáreas. Posteriormente, la superficie del ejido se amplió según Resolución Presidencial firmada el 22 de diciembre de 1975 por el Lic. Luis Echeverría Álvarez, Presidente de la República, dicha resolución amparó una superficie de 1029 hectáreas. Ambas acciones arrojaron una superficie total ejidal de 3369 hectáreas.

Los sujetos de derecho que están plenamente reconocidos según la última resolución de la Comisión Mixta, publicada en el Diario Oficial del Estado de Sinaloa el 10 de noviembre de 1989 son 136 incluyendo la parcela escolar y la unidad agrícola e industrial de la mujer campesina.

4.3.2. El Medio Físico

El ejido El Huajote se encuentra dentro del municipio de Concordia a los 106°03'10'' de longitud oeste y 23°07'45'' de latitud norte a una distancia aproximada de 38 km de la cabecera municipal y a 50 km de la ciudad de Mazatlán. Es la localidad que se encuentra más al sur del municipio de Concordia. Está comunicado por la carretera federal número 15 México–Nogales, la cual corre de sureste a noroeste con una longitud de 4 km dentro del ejido. Sus límites son al norte y oeste con la comunidad de Agua Caliente de Garate, Concordia en donde se encuentra la sindicatura; y al sur y este con el ejido El Tablón No. 2, El Rosario (INEGI, 1994) (Figura 12).

El ejido de El Huajote presenta un clima Awo(h)w, que corresponde a cálido subhúmedo, con lluvias en verano que alcanza una media anual para el período de 1995 al 2000 de 712.8 mm. El 100% de la precipitación para este período se concentró en los meses de junio a octubre, el 89% de la precipitación anual ocurrió en menos de 15

eventos lluviosos, los cuales se concentraron durante los meses de julio, agosto y septiembre (Figura 13). Durante este período en la región se registraron los tres años más secos de los últimos 37 años (Martínez *et al.*, 2001).

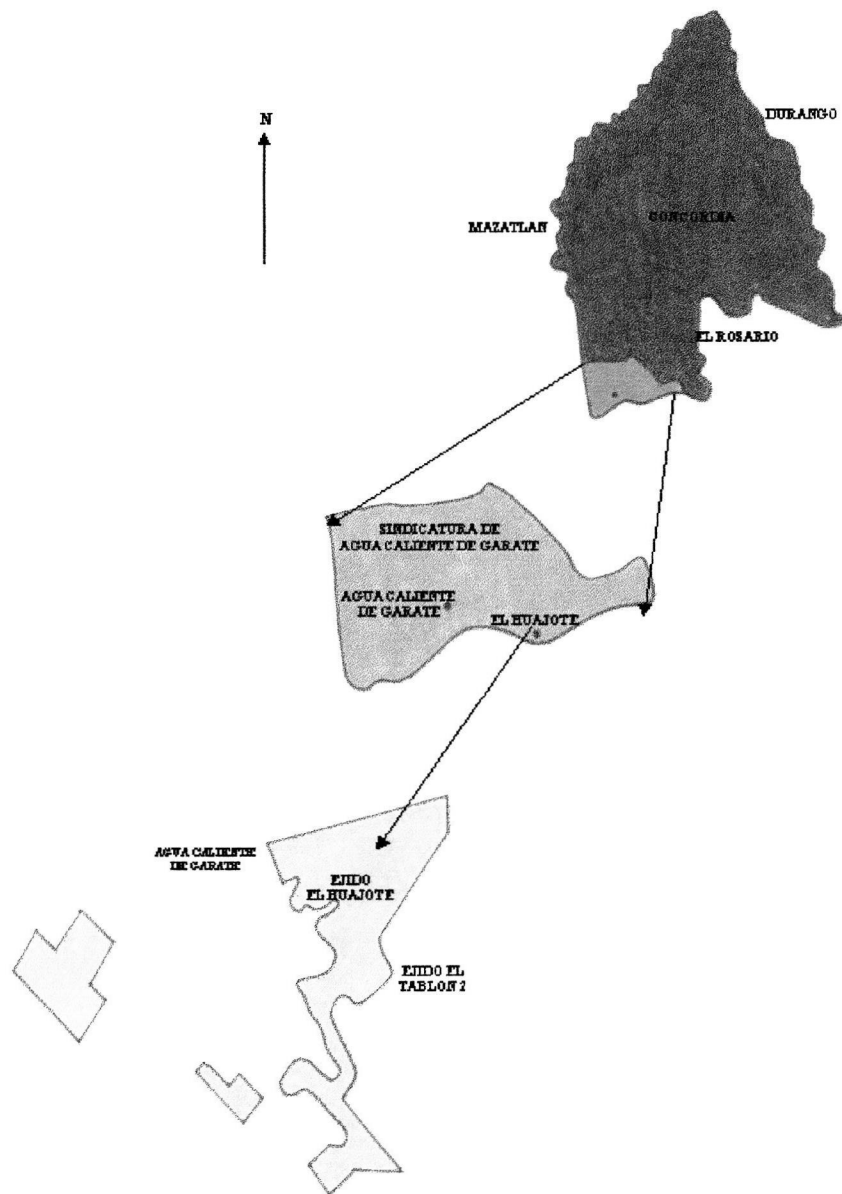


Figura 12. Localización geográfica del ejido El Huajote, Concordia, Sinaloa

Aún cuando la precipitación para el ejido no es mucha, la erosión hídrica del suelo es alta ($29 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) como consecuencia de la intensidad o erosividad de la lluvia (capacidad potencial de esta para causar erosión), la cual varía de 2717 a 5632 MJmm $\text{ha}^{-1} \text{ hr}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Martínez *et al.*, 2001).

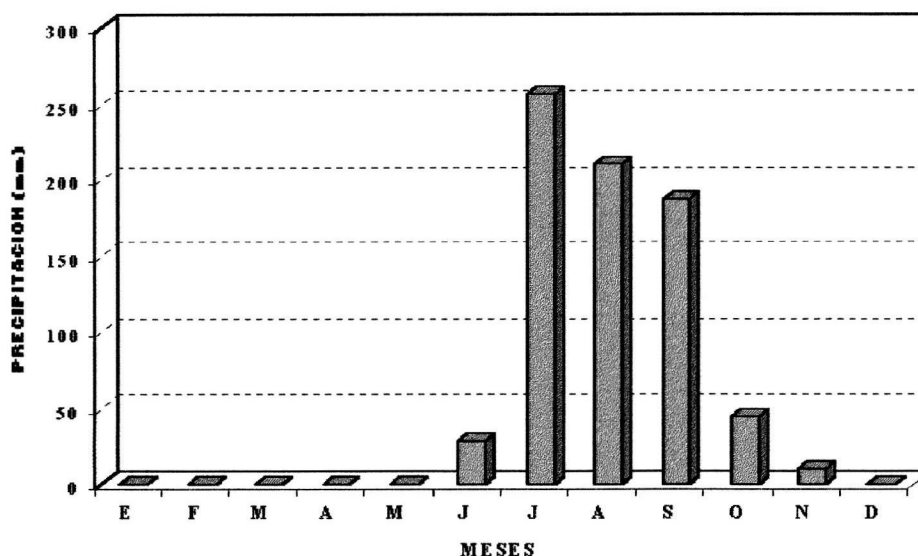


Figura 13. Precipitación pluvial mensual en El Huajote de 1995 al 2000.

La geología esta representada por rocas ígneas intrusivas ácidas de la era Mesozoica del período Cretácico, representadas en su mayoría por granodioritas, aunque también se pueden encontrar cuerpos de granito, tonalita, diorita y monzonita (INEGI, 1997).

La orografía del ejido esta determinada por ramificaciones de la Sierra Madre Occidental, dando origen a una pequeña planicie con lomeríos transicionales (tierras de labor). En las áreas ocupadas por agostadero, la orografía es predominantemente montañosa con lomeríos, ya que se ubican en la parte donde la Sierra Madre Occidental tiene su máximo acercamiento al Océano Pacífico; su altitud varía de 0-450 m (Figura 14).

La única corriente hidrológica del ejido es el arroyo temporal “El Huajote” que nace en la Sierra de Matadero en el municipio de El Rosario, el cual escurre en dirección noroeste sureste pasando en su trayecto por la comunidad de la que toma su nombre. Más adelante pasa por los poblados de El Zopilote y La Amapa para luego desembocar sobre la laguna El Huizache en el municipio de Mazatlán. En todo el recorrido que hace desde su nacimiento hasta su desembocadura alcanza una longitud aproximada de 53.7 km.

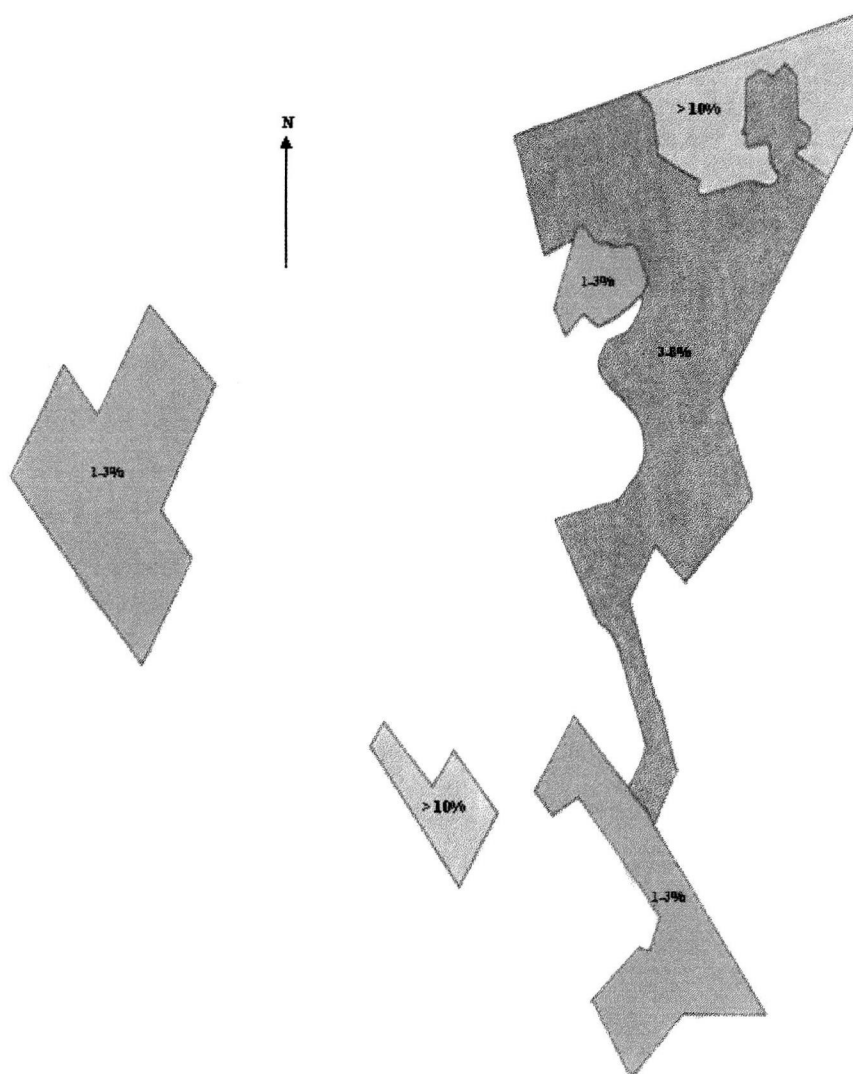


Figura 14. Distribución de las pendientes del suelo en el ejido El Huajote, Concordia, Sinaloa.

Los suelos predominantes en el ejido son los Feozem háplicos y Regosoles eútricos en las tierras de labor y hacia los lomeríos transicionales dominan los Cambisoles crómicos. Estos suelos presentan texturas franco arenosa a franco arcillo arenosa. Se caracterizan por tener una baja capacidad de retención de humedad y fuerte compactación, por lo que el volumen de agua que pierden por escurrimiento llega a ser superior al 50% del agua de lluvia registrada por año (Martínez *et al.*, 2001)

La vegetación originalmente corresponde a la de una Selva Baja Caducifolia o BTC; actualmente se pueden observar sólo algunos relictos de ésta. En la parte baja de los

agostaderos se puede observar vegetación secundaria o de sucesión, no así en las partes altas donde se pueden encontrar restos de vegetación primaria.

Durante la época de lluvias el BTC es utilizado como agostadero por el ganado bovino. Según González *et al.*, (1996) la estructura vegetal de este tipo de vegetación se encuentra constituida por árboles dominantes con alturas de 10 a 15 m; el piso superior lo integran especies como *Lysiloma divaricata*, *Caesalpinia sclerocarpa*, *Pithecellobium mangense*, *Conzattia sericea* y *Tabebuia palmeri*, entre otras. Por abajo del estrato anterior, se encuentra un arbóreo con alturas de 5 a 10 m, integrado por las especies *Croton arboreus*, *C. niveus*, *Colubrina heteroneura* y *Haematoxylum brasiletto*, entre otras. En el estrato arbustivo y árboles bajos de menos de 5 m, están las especies *Celtis iguanaea*, *Senna pallida*, *Rauwolfia heterophylla* y *Tournefortia densiflora*, entre otras. El sotobosque en el verano se cubre por una densa alfombra de especies herbáceas altamente preferidas por el ganado, destacan las especies *Carlowrightia arizonica*, *Henrya imbricata*, *H. scorpioides*, *Ruellia inundata* y *Siphonoglossa sessilis*.

Esta formación vegetal se encuentra sobre terrenos de lomerío y cerriles con alturas de los 200 a los 600 msnm, en donde los suelos son someros y altamente pedregosos.

Chi y Ortiz (1997) en un agostadero del ejido El Huajote realizaron un estudio para determinar la composición botánica de la dieta de bovinos. Los resultados de este estudio mostraron que la composición botánica del agostadero en la época de lluvias fue de 92 especies y al inicio de la época de secas se incrementó a 110 especies; sin embargo, la cobertura relativa del arellano fue de sólo 0.125 y 0.18 % en la época de lluvias e inicio de la época seca respectivamente.

Por otro lado Martínez y Medina (1998) realizaron un estudio fitosociológico en tres agostaderos del sur de Sinaloa. Los resultados indicaron que estos agostaderos estaban compuestos por 264 especies; el arellano sólo se encontró en uno de los tres agostaderos estudiados con una densidad relativa de 0.25%.

4.3.3. El Medio Social

El ejido El Huajote depende política y administrativamente de la sindicatura de Agua Caliente de Garate. El ejido es la cuarta localidad del municipio en cuanto a población total después de la cabecera municipal, Agua Caliente de Garate y El Verde.

El Huajote para el año 2000 tenía una población de 1007 habitantes (INEGI, 2000). La tasa de crecimiento anual obtenida para la década de 1990-2000 fue de 0%, es decir, la población del ejido no tuvo ningún incremento en cuanto a población con respecto al año de 1990. La población del ejido participa con el 3.87% de la población total del municipio. El 100% de la población del ejido es mestiza.

La estructura de la población por sexos es de 53.13% para hombres y 46.87% para mujeres, cifras muy similares a las del estado (50.1% para hombres y 49.9% para mujeres) (INEGI, 2000).

Dentro del aspecto educativo, la comunidad cuenta con tres escuelas, uno para educación preescolar, uno para primaria y uno para secundaria, los cuales atienden a 245 alumnos con edades de 5 a 15 años. Aún y cuando se cuenta con buena infraestructura, el analfabetismo en la población de 15 años y más es de 12.26%, porcentaje significativamente mayor que para el estado de Sinaloa (8.3%).

4.3.4. El Medio Económico

El Huajote para el año 2000 tenía una PEA ocupada de 472 personas, de las cuales 310 personas son las que se encuentran ocupadas en el sector primario; el 100% de estas son trabajadores agropecuarios. Cincuenta y siete personas se emplean en el sector secundario en actividades como la construcción, electricidad e industria manufacturera y 105 personas laboran en el sector terciario empleándose como prestadores de servicios en hoteles y restaurantes; la población de estos dos últimos sectores se traslada a la ciudad y puerto de Mazatlán a desarrollar estas actividades.

La dotación realizada al ejido en el año de 1960 y la ampliación de 1975 arrojaron una superficie total de 3369 hectáreas. Sin embargo la superficie obtenida en 1994 por el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos

(PROCEDE) fue de 3463.58 hectáreas, lo que le dio una diferencia adicional de 94.58 hectáreas.

De la superficie total del ejido, el 79% (2 735.53 ha) son tierras abiertas a cultivos de temporal (Cuadro 12), donde se establecen en el verano cultivos como el sorgo forrajero, pastos y algunos frutales; en una superficie muy pequeña del ejido se establecen de riego jitomate y chile.

Las tierras de agostadero son de uso colectivo y cubren una superficie de 642.83 hectáreas, que representan el 18.56% de la superficie total del ejido (Cuadro 12). El agostadero más las tierras abiertas al cultivo son la base de la ganadería extensiva. En la comunidad la principal actividad productiva y económica por el volumen de ingresos que aporta a la unidad productiva es la actividad agropecuaria.

Cuadro 12. Uso del suelo en hectáreas para el ejido El Huajote, Concordia, Sinaloa con respecto al municipio.

Ejido / Municipio	Superficie territorial	Agrícola			Agostadero	Forestal	Otros Usos*
		Riego	Temporal	Total			
El Huajote	3463.58	-	2 735.53	2735.53 (79.0%)	642.83 (18.6%)	-	66.37 (2.4%)
Concordia	152 434.00	1 790.00	19 200.00	20 990.00	37 852.00	93 002.00	590.00

* Incluye infraestructura y asentamientos humanos.

Fuente: Elaboración propia basada en INEGI, (1994) y SAGAR, (1997).

Cada uno de los 134 ejidatarios manejan una unidad productiva promedio de 20.26 hectáreas.

Los ejidatarios que poseen ganado suman 102, los cuales manejan alrededor de 2000 cabezas de ganado bovino (el 4.36% del inventario ganadero bovino del municipio). El ganado ejidal produce aproximadamente 320 000 litros de leche y 56 toneladas de carne anual. El 77.45% de los productores agropecuarios tienen hatos menores de 20 cabezas de ganado, el 14.71% manejan entre 21 y 50 cabezas de ganado y el 7.84% son productores que cuentan con hatos de más 51 cabezas de ganado bovino (Información directa).

De acuerdo con estadísticas de la Unión Ganadera Local de Concordia (UGLC, 2000), durante el periodo de 1994 a 1997, el número de cabezas de ganado bovino en El Huajote pasó de 1612 a 2000, esto significa un incremento anual de 8%, superior en 4 puntos porcentuales al incremento registrado en la región. Este aumento de tamaño en el hato ejidal significó una presión adicional sobre el agostadero, ya que este alimenta aproximadamente el 40% del inventario ganadero ejidal durante seis meses del año (época de lluvias). Otro indicador de la presión sobre este recurso es la carga animal del agostadero, la cual actualmente es de 1.61 hectáreas para alimentar una unidad animal al año que es muy superior a las 7 hectáreas recomendadas por la Comisión Técnico Consultiva para los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) para la región (COTECOCA, 1992).

4.4. Los Sistemas de Producción Analizados en la Investigación

A continuación se describen las características más importantes de las dos unidades de producción donde se llevó a cabo la investigación técnico-ambiental y económica de la evaluación de la sostenibilidad; una corresponde al sistema agrosilvopastoril tradicional, y la otra con las innovaciones tecnológicas propuestas corresponde al denominado modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo. Ambas se ubican en el ejido El Huajote, municipio de Concordia. La evaluación social se llevó a cabo en 11 grupos organizados con el modelo Grupo de Ganaderos para la Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT) que existen en el sur de Sinaloa.

4.4.1 El Sistema Agrosilvopastoril Tradicional

La unidad productiva cuenta con 20 hectáreas ejidales de temporal. Debido a la fisiografía del terreno (lomeríos con relieves ondulados y pendientes inclinadas del 7%), así como por la erosión laminar, canales medianos y cárcavas jóvenes, aunado a la inexistencia de prácticas de conservación de suelos, se considera que la tierra es de escasa aptitud agrícola.

La clasificación del suelo es Vertic Ustrochrept (USDA) o Cambisol vértico (FAO) de textura franco arenosa y régimen de humedad y temperatura ústico e hipertérmico respectivamente. Por su nivel de desarrollo, el suelo es considerado como inmaduro

debido a que ocupa las posiciones extremas en el paisaje, así como al escaso desarrollo de los horizontes que lo conforman. El horizonte Ap está fuertemente compactado por el uso excesivo de maquinaria, lo que favorece el escurrimiento superficial. El suelo de la unidad productiva es extremadamente pobre en materia orgánica y deficiente en fósforo por lo que presenta una fertilidad baja, mientras que el pH es ligeramente alcalino.

La actividad agropecuaria es la única fuente de ingresos de la unidad de producción de la cual dependen solo el padre y la madre de familia con edades de 70 y 65 años respectivamente, todos los hijos varones emigraron hacia los Estados Unidos.

Además de las 20 hectáreas con las que cuenta el productor, renta 8 hectáreas por año para producir sorgo forrajero para el pastoreo del ganado, además compra en promedio por año 16 hectáreas más de sorgo forrajero (“potreros”).

La alimentación del ganado en la época de secas es por medio de pastoreo de los esquilmos de sorgo producidos durante la época de lluvias. Además el ganado se alimenta con suplementos y mezclas de diferentes productos que adquieren en el mercado. En la época de lluvias, los animales improductivos (vacas secas y vaquillas) pastorean el agostadero y los productivos (vacas lactantes) la vegetación herbácea que crece en los terrenos de descanso o sabanas.

La unidad productiva cuenta con 42 cabezas de ganado: un semental, 16 vientres en producción, seis novillonas de 2-3 años, siete becerras menores de un año y 12 becerros menores de un año. El productor no lleva registros productivos y económicos. El empadre es continuo mediante monta directa. Los meses en que tiene el mayor número de pariciones es durante mayo, junio y julio. Los partos por año son aproximadamente 10. Los animales no son suplementados con minerales y proteínas y no se les realiza desparasitación interna y externa.

El destino de la producción pecuaria es el mercado, la venta de leche es a los queseros locales y los becerros al destete son vendidos a los intermediarios regionales en la época de lluvias, época en que el precio por kilogramo de becerro es más bajo. La mano de obra es asalariada y emplea por año aproximadamente 545 jornales.

Dentro de la unidad productiva cuenta con pozo artesano, comederos y bebederos, corral de ordeña, bomba para agua y mochila aspersora.

4.4.2. El Modelo de Sistema Agrosilvopastoril Alternativo

Las especies manejadas como componentes del subsistema forestal del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fueron escogidas tomando en cuenta la demanda que tienen a nivel regional (ya sea como madera para ebanistería, postes, o forraje), así como por su densidad en el agostadero; es decir, se seleccionaron aquellas especies que se encuentran en peligro de extinción. Además que por su uso presentan la característica de ser árboles multipropósito.

A continuación se presentan las principales características morfológicas de las especies seleccionadas como componentes del subsistema forestal del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo propuesto.

Arellano (*Caesalpinia platyloba* (L.) Sw). Pertenece a la familia Leguminosae. Es un arbusto u ocasionalmente un árbol de hasta 4.5 m de altura y un diámetro de hasta 40 cm con el tronco derecho, ramas ascendentes, copa irregular. Corteza externa escamosa, pardo grisácea. Interna de color crema parduzco, fibrosa; grosor total de la corteza de 2 mm. La madera es de color crema claro, con abundante parénquima vasicéntrico, aliforme y confluyente y algunas bandas finas de parénquima apotranqueal. Las ramas jóvenes ligeramente fisuradas, pardo grisáceas, sin lenticelas, pubescentes cuando jóvenes, glabras con la edad. Las hojas con yemas de 2 a 4 mm, redondeadas, cubiertas por escamas morenas y brillantes, pubescentes. Estípulas 2 de 3 a 5 mm, foliáceas, moreno rojizas, caedizas. Hojas dispuestas en espiral, bipinnadas, de 6 a 16 cm de largo, incluyendo el pecíolo, compuestas por 2 a 3 pares de folíolos primarios, a veces con folíolo terminal. Las flores son en racimos de 15 a 30 cm de largo, en las axilas de hojas caídas, pubescentes; pedicelos de 10 a 15 mm de largo; flores perfumadas, zigomórficas; cáliz verde parduzco, de 7 mm de largo, cortamente cupular en la base, con 5 lóbulos, pétalos amarillos 5, de 10 a 11 mm de largo, insertos sobre el tubo del cáliz. Los frutos son vainas de 6 a 7 cm de largo y 1.5 a 2 cm de ancho, aplanadas de color pardo amarillentas, brillantes, finamente pubescentes, conteniendo varias semillas aplanadas de

10x8 mm, pardo verdosas o amarillentas brillantes. Maduran de abril a junio. Su distribución se encuentra restringida al estado de Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Puebla y Chiapas (Guizar y Sánchez, 1991).

Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit). Pertenece a la familia Leguminosae. Es un árbol hasta de 10 m de altura y diámetro hasta de 25 cm. Corteza externa lisa a ligeramente fisurada, gris parduzca, con abundantes lenticelas longitudinales. Hojas dispuestas en espiral, bipinnadas, de 9 a 25 cm de largo, compuestas por 3 a 7 pares de folíolos primarios opuestos, cada uno formado de 8 a 16 pares de folíolos secundarios. Los árboles de estas especies pierden las hojas durante la época seca. Flores dispuestas en cabezuelas solitarias o en pares axilares, a veces formando una inflorescencia terminal ramificada, perfumadas, actinomorfas. Vainas aplanadas dehiscentes, de 13 a 20 cm de largo y de 2 a 2.5 cm de ancho, terminadas en un corto acemen, moreno brillantes, glabras. Semillas numerosas de 1 cm de largo, ovoides, aplanadas. El follaje constituye un excelente forraje, dado que su valor proteico varía de 4-23% en materia fresca y de 5-30% en materia seca; además de ser rico en calcio, potasio y vitaminas. En México se distribuye desde el sur de Tamaulipas hasta la península de Yucatán y desde Sinaloa hasta Chiapas (Guizar y Sánchez, 1991).

Venadillo (*Swietenia humilis* Zucc). Pertenece a la familia de las Meliaceae. Nombres comunes venadillo o caobilla. Árbol de 10 a 25 m de altura, diámetro rara vez mayor de 40 cm y un fuste limpio de 3.50 m de altura, siendo éste pocas veces recto y casi nunca completamente cilíndrico. La corteza es muy gruesa, áspera y gateada, extraordinariamente resistente al fuego. Madera con albura de color café grisáceo y duramen café rojizo claro con figura suave, por anillos de crecimiento; olor ligeramente aromático y sabor amargo, lustre y textura mediana, grano entrecruzado y ligeramente ondulado, dureza y peso medianos, presentando 0.61 de gravedad específica. Flores dispuestas en panículas, cáliz de 2.5 mm de ancho. La madera es rojiza, muy dura, pesada, fuerte y en extremo durable. Su colorido es excelente, siendo susceptible a un bello pulimento. Las semillas son utilizadas como medicinales. Es un componente característico del BTC a lo largo de la vertiente del Pacífico, desde el sur de Sinaloa hasta la provincia de Guanacaste (Costa Rica). El venadillo es muy parecido a la caoba

que se encuentra solamente en la vertiente del Golfo de México desde el norte de Puebla y Veracruz hasta el sur de la península de Yucatán. Difiere de la caoba en tener folíolos sentados, y generalmente más numerosos y más pequeños, pétalos de 6-7.5 mm de largo, tubo estaminal 4.5-5.5 mm de largo y amarillentas (Pennington y Sarukhan, 1968).

La unidad productiva donde se incorporaron las innovaciones tecnológicas del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo cuenta con 14.9 hectáreas de temporal. Por su fisiografía el terreno es considerado como de lomeríos suaves a moderados con pequeñas áreas con menos de 3% de pendiente; los lomeríos suaves cuentan con pendientes promedio del 5%, los lomeríos moderados con pendientes del 6 al 9% y los lomeríos ligeramente fuertes con pendientes del 9 al 12% (Figura 15).

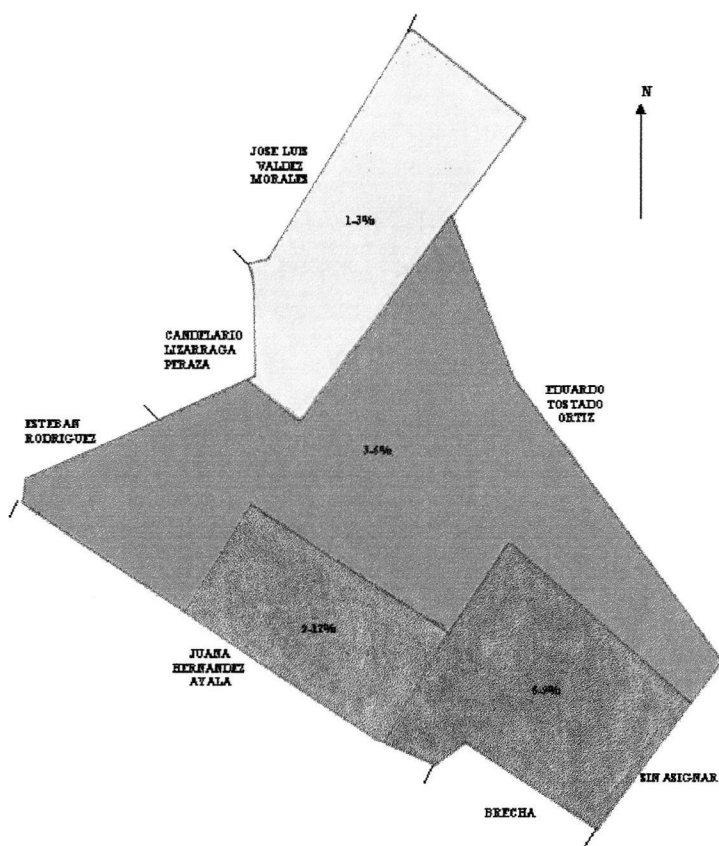


Figura 15. Distribución de las pendientes del suelo en la unidad productiva en donde se evaluó el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

El tipo de suelo es Vertic Ustrochrept (USDA) o Cambisol vértico (FAO) de textura franco arenosa y régimen de humedad y temperatura ústico e hipertérmico, respectivamente. El suelo se encuentra sobre zonas jóvenes del paisaje (lomeríos) en donde hay un comienzo de desarrollo pedogenético. Por la posición en el paisaje presenta erosión hídrica laminar y en pequeñas áreas se localizan cárcavas jóvenes. El horizonte Ap presenta ligeros problemas de compactación lo que favorece el escurrimiento superficial. En una área compacta que representa aproximadamente el 10% de la superficie, existe una alta pedregosidad superficial (con más del 60% de la superficie cubierta). El suelo de la unidad productiva es pobre en materia orgánica y deficiente en fósforo por lo que presenta una baja fertilidad, el pH es ligeramente alcalino.

Las innovaciones tecnológicas que se manejan en esta unidad productiva después de haber realizado un reordenamiento de uso del recurso suelo son: labranza cero en las áreas con pendientes menores al 5%; siembra de la variedad de sorgo de doble propósito Costeño 201; fertilización nitrofosfórica con la dosis 46-23-00; uso de la leguminosa mucuna (*Mucuna pruriens*) como cultivo de cobertura en las áreas con pendientes de 9 a 12% y como fuente de forraje en las áreas con pendientes del 1-3%; establecimiento de pradera de Llanero en las áreas con pendientes de 6 a 9%; plantación de árboles nativos multipropósito (Arellano, Leucaena y Venadillo) y barreras vivas de Llanero para recuperar áreas degradadas en áreas con pendientes de 9 a 12%, ensilaje de sorgo Costeño 201; suplementación proteica, mineral y energética usando como fuentes harina de pescado más pollinaza, bloques nutricionales y melaza (Figura 16 y 17).

La superficie de la unidad de producción ocupada por cada uno de los componentes tecnológicos fue como sigue: siete hectáreas sembradas con monocultivo de sorgo Costeño 201 bajo labranza cero de conservación; dos hectáreas con sorgo intercalado con mucuna bajo labranza cero de conservación (la totalidad de la biomasa producida en ambas áreas sembradas con sorgo fue destinada al ensilaje para la alimentación del ganado en la época de secas); tres hectáreas de pradera de Llanero (para pastoreo rotacional por el ganado bovino en la época de lluvias) y 2.9 hectáreas con los árboles multipropósito indicados arriba; la cobertura de mucuna se estableció como cultivo en

callejones entre los árboles multipropósito (en la parte más baja de esta superficie se establecieron barreras vivas al contorno con pasto Llanero a una distancia de 11 metros entre ellas) (Figura 17).

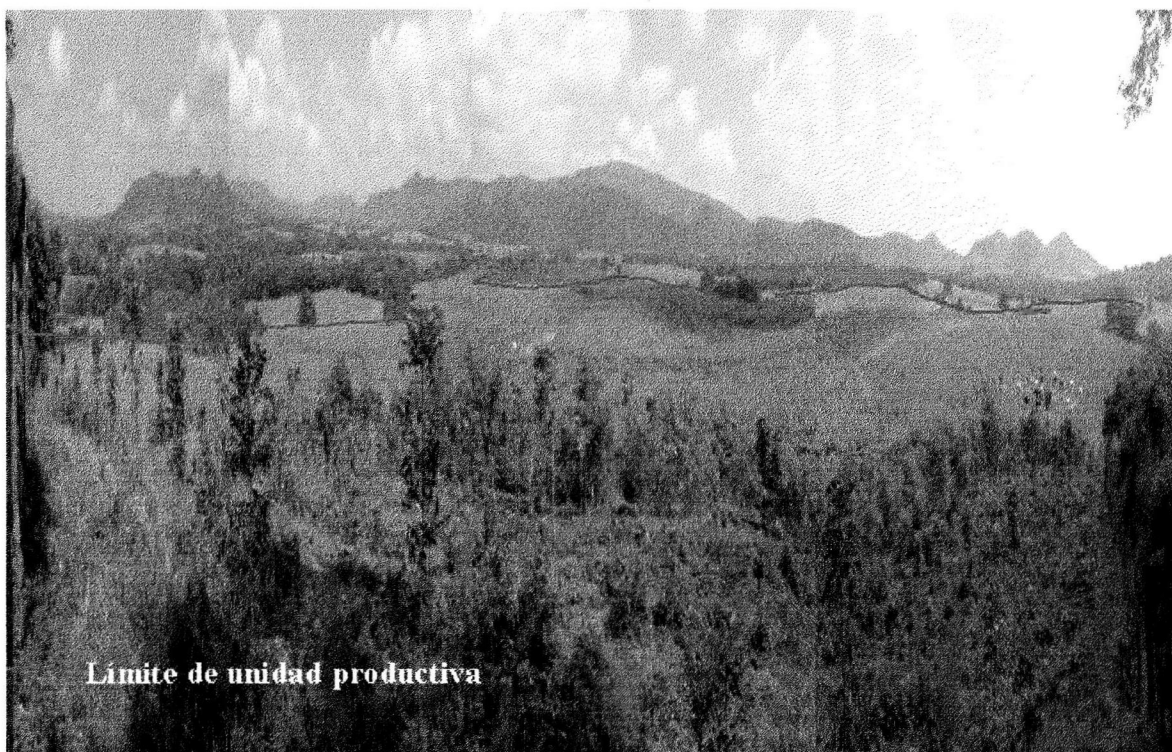


Figura 16. Ubicación espacial de los componentes en la unidad productiva donde se evaluó el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

Los cultivos y el ganado constituyen la única fuente de ingresos para la economía de la unidad productiva, y de la cual dependen tres personas, los jefes de la familia con edad entre 55 y 65 años y un hijo de 33 años.

La alimentación del ganado varía en dos épocas del año: en la época húmeda que comprende los meses de julio a diciembre, el ganado por medio de pastoreo rotacional consume el forraje de la pradera de Llanero, y son suplementados con pollinaza (como fuente de proteína) por las mañanas. Además durante los meses de noviembre y diciembre, se les ofrece forraje de corte de leucaena también como fuente de proteína.

Durante la época de secas que comprende de enero a junio, los animales son alimentados con el ensilaje de los cultivos múltiples (en este caso sorgo y la leguminosa mucuna) y el ensilaje de sorgo monocultivo; además se les ofrece suplementación proteica, mineral y energética a base de subproductos regionales muy económicos como la harina de pescado, la pollinaza, la melaza y los bloques nutricionales (elaborados dentro de la misma unidad productiva).

El inventario ganadero bovino de la unidad productiva consta de 32 cabezas: 1 semental, 11 vientres en producción, 9 novillonas de 2-3 años, 6 becerras menores de un año y 5 becerros menores de un año. El productor lleva registros productivos y económicos. El empadre es continuo y no detecta calores. Los meses en que tiene el mayor número de pariciones es durante marzo a mayo. Los partos por año son aproximadamente 11. Realiza un control continuo y permanente de desparasitación tanto interna como externa a los animales.

El destino de la producción pecuaria es al mercado, la leche diariamente es procesada en quesos frescos dentro de la misma unidad productiva por la esposa del productor, los cuales son vendidos dentro de la comunidad y los becerros son vendidos entre los catorce y quince meses después de nacidos a los intermediarios regionales en la época de secas, cuando el precio por kilogramos de becerro es más alto; el objetivo principal de la unidad de producción es vender becerros preengordados y lograr una mayor ganancia.

La mano de obra empleada en la unidad productiva para el manejo de los cultivos y el ganado es en su totalidad es familiar, el objetivo es capitalizar la fuerza de trabajo dentro de la misma unidad productiva para mejorar su infraestructura. La unidad productiva cuenta con pozo artesano, comederos y bebederos, corral de ordeña, silo tipo "torta", división de potreros, bomba para agua y mochila aspersora. Tanto la unidad de producción tradicional como la alternativa dependen de maquinaria agrícola rentada.

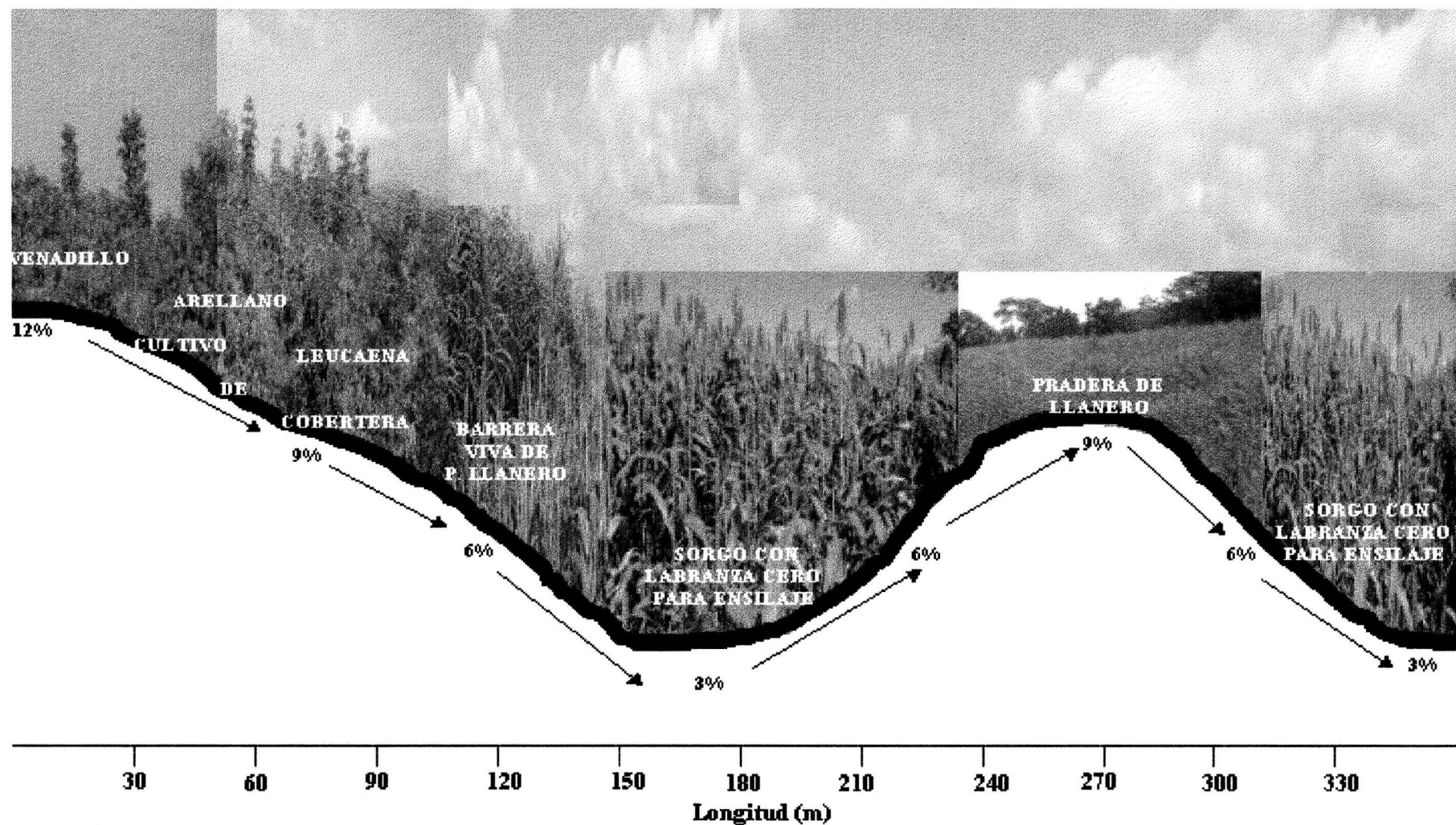


Figura 17. Perfil semirrealista del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo visto desde el suroeste al sureste.

V. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

5.1. El Modelo de Desarrollo Neoliberal y la Degradación de los Recursos Naturales

Como consecuencia de la imposición de los modelos de desarrollo existentes por los países centrales a los países periféricos, estos últimos han terminado por perder su autosuficiencia alimentaria, obligándolos a incrementar la presión sobre los recursos naturales, lo que ha acarreado serios problemas ambientales y socioeconómicos.

La pobreza humana se ha incrementado y agudizado durante los últimos 20 años como consecuencia de la implantación de políticas y ajustes estructurales impuestos por los países más industrializados y desarrollados del mundo. Estos países, identificados como el Grupo de los Siete han definido y establecido un nuevo esquema en el reparto de la riqueza mundial, que se ha denominado como la *globalización económica* (Mata, 2000).

La evolución del problema ecológico en el planeta y los fracasados intentos neoliberales de superar la crisis económica, están reorientando el discurso ambiental. El nuevo concepto “mágico” que presenta el discurso ecotecnocrático de los organismos internacionales es el Desarrollo Sostenible. Esta es una de las corrientes a través de la que se pretende transmitir el mensaje de que el planeta está en peligro, sin admitir que los países ricos hayan desarrollado una forma de producción y consumo despilfarradora de energía y recursos. Las causas que aducen es que los países pobres tienen un gran crecimiento de población y deterioran la naturaleza a través de su pobreza y su degradante forma de apropiación de los recursos naturales (Sevilla-Guzmán, 1994). Esta es una estrategia orientada a recuperar la dinámica del crecimiento económico que propugna encarar la crisis ecológica al profundizar el sistema de intercambio de sistemas internacionales en el contexto del proceso de globalización económica.

Aunque Mata (2000) indica que existen algunos resultados positivos de la globalización y el neoliberalismo tales como: el aumento de exportaciones de cierto tipo de productos agropecuarios y manufactureros, la reducción de cierto equilibrio de las tensiones financieras, la modernización y mayor eficiencia y competitividad de determinados sectores económicos y las expectativas promisorias de un mayor crecimiento económico nacional; en realidad las consecuencias de la aplicación de dichas políticas son para favorecer tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo, a un pequeño grupo de personas que controlan el capital financiero provocando con esto una mayor polarización de la sociedad.

A través del Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional y el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT), como controladores del proceso de desarrollo de los países tercermundistas, se orienta el discurso ambiental hacia un orden económico mundial en el cual el desarrollo sostenible permita hacer creer la posibilidad de generalizar el consumo del centro a las masas, en rápida expansión de la periferia, mediante el “ indispensable crecimiento económico” requerido para su transformación en sociedades modernas (Sevilla-Guzmán, 1996). Ello será posible por medio de la industria que, por un lado, permitirá satisfacer sus necesidades crecientes a los países en desarrollo con la ayuda de nuevas tecnologías y de la Revolución Verde cuyas deficiencias serán subsanadas por la biotecnología. Por otro lado, la industria con sus nuevos desarrollos tecnológicos permitirá un crecimiento que haga realidad la “igualdad de oportunidades” que la auténtica democracia requiere (WCED, 1987).

Por el contrario, Sevilla-Guzmán (1996) señala que “frente a este falso discurso de la sostenibilidad, durante las últimas décadas está emergiendo una nueva estrategia teórica y metodológica que, a partir de los países en desarrollo, pretenden, a través de una agricultura alternativa, fortalecer a la agricultura campesina y vincular a formas de acción colectiva de naturaleza endógena que permitan un desarrollo rural sostenible”.

El enfoque de estos últimos decenios hacia la producción agrícola ha sido maximizar productividad y rentabilidad. La agricultura capitalista, con su enfoque hacia la producción agropecuaria como negocio ha ido desplazando a la agricultura tradicional; ha provocado la concentración de tierras, el monocultivo, la degradación de los recursos

naturales a través de la deforestación y el desplazamiento de los campesinos a las ciudades, ha atentando seriamente contra la seguridad alimentaria y, por lo tanto, contra el futuro de los pueblos. La solución a esta problemática es el uso de tecnologías alternativas, especialmente el modelo agroecológico, el cual enfatiza la biodiversidad, el reciclaje de nutrientes, la creación de sinergias entre las cosechas, los animales, la tierra y otros componentes biológicos, y la regeneración y conservación de recursos. “La producción agrícola utilizando métodos alternativos es considerada por algunos autores como la solución al dilema que hoy en día enfrentamos” (Altieri *et al.*, 1998).

Desde el punto de vista de la sostenibilidad del desarrollo económico y de la producción agrícola en el largo plazo, los límites del modelo vigente surgen tanto de la inviabilidad de sostener el mismo ritmo de explotación de recursos como de los rendimientos obtenidos con el uso de la tecnología moderna.

5.2. Degradación de los Recursos Naturales, Pobreza Rural y Globalización Económica

La degradación de los recursos naturales es un problema mundial serio que ha sido resultado de un manejo inapropiado de la tierra a causa de las presiones externas y las políticas impuestas a los países en desarrollo. La deforestación avanza a un ritmo alarmante en muchas partes del mundo. En los países en desarrollo de las zonas tropicales se están registrando las tasas más elevadas, con una pérdida media estimada en 11 millones de hectáreas por año. “En América Latina cada año se pierden 1.3% de los bosques tropicales” (World Resources Institute, 1990). Los daños son considerables también en las regiones no tropicales. La deforestación no solamente elimina algunas especies de árboles y plantas valiosas, también daña la cubierta vegetal del suelo exponiéndolo a la erosión por efecto de lluvias.

Las tierras explotadas de los trópicos y subtrópicos son abandonadas, y nuevas superficies son desmontadas para permitir la continuación de la agricultura. Este proceso destructivo se está acelerando con relación a la expansión de la población. A escala mundial, existe preocupación por el agotamiento progresivo de los recursos naturales, y por la naturaleza de las posibles repercusiones sobre los ecosistemas regionales y el

clima mundial. A esta escala, existen problemas de pérdida de fertilidad e integridad estructural del suelo, de erosión hídrica y eólica, el incremento del riesgo de inundaciones y sequía (FAO, 1989).

La misma fuente indica que la dimensión del problema tiene un carácter distinto en los países desarrollados y en las naciones en desarrollo. En los primeros, la insostenibilidad de las prácticas actuales se relaciona, en general, con los efectos secundarios de los insumos utilizados en los sistemas de producción intensiva, mientras que en los países en desarrollo es, en gran medida, una consecuencia de los sistemas de producción extensiva, que dan lugar al sobrepastoreo, al agotamiento de la tierra y a la recolección excesiva de leña. Pero en los países en desarrollo la insostenibilidad no es sólo una cuestión de tecnología agrícola, es un problema de desarrollo más complejo.

Algunas corrientes afirman que el crecimiento de la población es el culpable de la degradación de los recursos naturales sin discutir los problemas que provoca el mismo modelo de desarrollo, por ejemplo FAO (1989) señala que la “la degradación del medio ambiente está estrechamente asociada con la pobreza rural, y deriva a menudo del exceso de población, que, a falta de un aumento compensatorio de la productividad o de las oportunidades de empleo no agrícola, genera presiones sin precedentes sobre los recursos naturales. Mientras hace varias generaciones había abundantes recursos naturales para cubrir las necesidades de la mayoría de las comunidades rurales, ahora el crecimiento demográfico está provocando una disminución del tamaño de las explotaciones y la fragmentación de las propiedades”.

FAO (1989) menciona que para entender lo que significa la sostenibilidad para los pobres de las zonas rurales de los países en desarrollo es necesario examinar de cerca las opciones que enfrentan en su lucha cotidiana para sobrevivir. Con frecuencia, los pobres no tienen más alternativas que sobreexplotar los recursos naturales. La seguridad diaria prevalece sobre la preocupación por el futuro. Incluso la satisfacción de las necesidades inmediatas de seguridad alimentaria está fuera del alcance de muchos campesinos pobres. Así pues, buena parte de la degradación de los recursos naturales se produce porque los pobres se ven obligados a emplear prácticas agrícolas y pastoriles a falta de otras alternativas de trabajo que disminuyan la presión de los recursos naturales.

La falta de recursos económicos para invertir en insumos que repongan la fertilidad, los obliga a agotar los nutrientes del suelo y cultivar en ambientes no aptos para la agricultura, tales como el cultivo en laderas escarpadas o sobreexplotar los pastizales, con el fin de mantener lo necesario para su subsistencia. La degradación considerable de estos recursos afecta directamente el bienestar de las poblaciones, por la dependencia directa que estos tienen de los recursos naturales. En este sentido, es necesario conocer mejor los factores que obligan a las familias campesinas a adoptar prácticas degradativas y entender como estas sobreviven ante la escasez de los recursos más elementales para producir.

Al respecto, Hogstedt (1998), señala que “la gente pobre se ve forzada a sobreutilizar los recursos ambientales para sobrevivir día a día, y el empobrecimiento de su medio ambiente los empobrece a ellos más aún, haciendo su sobrevivencia aún más difícil e incierta”.

Según un informe proporcionado en 1995 por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), (citado por Mata, (2000) “...de los aproximadamente 5 700 millones de personas que habitan el planeta, 4 300 millones son pobres y casi un cuarta parte de la población, unos 1 300 millones de personas se encuentran sumidas en la pobreza absoluta. Por regiones, América Latina es la tercera zona del mundo más afectada con 40% de su población que vive en extrema pobreza... La región más afectada por la pobreza es África subsahariana, con 54% de su población en esa situación y le sigue el sur de Asia, con 43%...En Latinoamérica...la mortalidad infantil alcanza anualmente a 52 niños de cada mil antes de cumplir un año de edad y a 69 de cada mil antes de cumplir cinco años...La desnutrición severa afecta a 2% de la población y la moderada a 5%...En América Latina, África y Asia existen 41 naciones seriamente endeudadas y con bajos ingresos...Una de cada cinco personas en el mundo vive con sólo un dólar por día, y cada minuto nacen 47 niños en el ámbito de la pobreza...La brecha de los ingresos entre los más ricos y los más pobres en el mundo es casi el doble de lo que existía en 1960”.

Fuentes (1999) indica que sólo en América Latina uno de cada cinco habitantes padece hambre y la mitad de la población (doscientos millones de latinoamericanos) vive o

sobrevive con menos de noventa dólares al mes. En el hemisferio Norte, el 20% de la población recibe el 80% del ingreso mundial; mientras que en el Sur, la tercera parte de la humanidad vive en condiciones de extrema pobreza.

En México existe una alta desigualdad social. Jarque (1999) afirma que “...el 30% de los mexicanos más ricos absorben el 64% del ingreso nacional, mientras que el 30% de los más pobres sólo tienen el 9% del ingreso”. El mismo autor agrega que, bajo este enfoque se identifican dos universos: los que tienen un ingreso menor al del costo de la canasta básica alimentaria, es decir, quienes están en una situación de marginación extrema, y aquellos cuyo ingreso es menos a dos veces el valor de la canasta básica. De los 97.4 millones de habitantes que hay en el país, un 17.5% están en pobreza extrema y un 45% en pobreza a secas. En otras palabras, el número de pobres en México asciende a poco más de 62.8 millones”.

5.3. El Concepto de Agricultura Sostenible

Las preocupaciones de la agricultura sostenible giran sobre la preservación de las condiciones ambientales y la reducción o eliminación de los problemas agrícolas por los que atraviesan los países en desarrollo. Originalmente, el concepto de agricultura sostenible se refería a una crítica general al sistema de producción agrícola capitalista. En la actualidad se puede referir tanto a la agricultura orgánica, como a la agroecología o como a la agroforestería.

La agroecología a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente. La agroecología se centra no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción (Hecht, 1991) La agroecología tiene sus raíces en las ciencias agrícolas, en el movimiento del medio ambiente, en la ecología, en el análisis de agroecosistemas indígenas y en los estudios sobre el desarrollo rural (Hecht, 1991).

Para la American Society of Agronomy (1989), agricultura sostenible “es aquella que, en el largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos base de los cuales depende la agricultura; provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la

sociedad en conjunto”. Mientras que Altieri (1994) la define como “un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema”.

El Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) estableció que el uso sostenible es “el uso de los recursos naturales que siempre permanecen dentro de los límites de la capacidad ambiental, y sobre esta base, llena las necesidades de la generación actual, especialmente de los más pobres, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (WWF, 1993).

Durante los últimos años, el concepto de agricultura sostenible ha obtenido una rápida aceptación y ha surgido en respuesta al deterioro de la calidad de la vida rural y a la degradación de los recursos naturales, asociados a la agricultura moderna. Es a través de la agroecología que actualmente se retoman nuevas opciones de manejo, más acordes con los objetivos de una agricultura sostenible. “La agroecología proporciona los principios ecológicos básicos para el estudio, diseño y manejo de los agroecosistemas, tanto como para armonizar la conservación y la producción, como para lograr la viabilidad cultural, social y económica de los agricultores” (Altieri, 1995).

Una vez que un ecosistema es perturbado con el fin de convertirlo en un agroecosistema, el equilibrio original es alterado y reemplazado por una situación nueva que refleja la combinación de restricciones ecológicas y socioeconómicas. “Por lo tanto, el desafío de la agroecología es el de encontrar una aproximación experimental que refleje conscientemente la naturaleza de la agricultura, y la coevolución tanto en el pasado como en el presente entre cultura y medio ambiente” (Gliessman, 1991).

Según Conway y Mcckaken (1990), un agroecosistema se define como “un sistema ecológico modificado por el ser humano para la obtención y producción de alimentos, fibras y otros productos agrícolas. En la transformación que se realiza, la gran diversidad de vida silvestre natural es reducida a una unión de cultivos, pesticida y malezas”.

“Los sistemas agrícolas tradicionales han evolucionado a partir de siglos de evolución cultural y biológica, y representan experiencias acumuladas de los campesinos en

interacción con su entorno sin acceso a insumos externos, capital o conocimiento científico” (Chang, 1977, Grigg, 1979 citados por Altieri, 1995). Los agroecosistemas tropicales compuestos de solares complejos y parcelas agrosilvícolas, comúnmente contienen más de 100 especies de plantas por predio, las cuales se utilizan para materiales de construcción, leña, herramientas, medicinas, alimento de ganado y alimento humano. Los solares de México, Indonesia y el Amazonas, son formas altamente eficientes en el uso de la tierra, e incorporan una variedad de cultivos con diferentes hábitos de crecimiento (Altieri, 1998).

La utilización de una perspectiva sistemática permite identificar una serie de atributos o propiedades fundamentales de los agroecosistemas que subyacen a la sostenibilidad del desarrollo de la agricultura y los recursos naturales renovables. “Estos atributos se refieren a la sostenibilidad de los agroecosistemas como un todo, más que a la de algunos de sus componentes aislados. Los atributos son suficientemente generales como para abarcar los aspectos sociales y económicos de la sostenibilidad, además de los ecológicos” (GIDSA, 1996).

Algunos de los atributos que debe reunir un agroecosistema para que sea considerado como sostenible son: a) productividad, b) estabilidad, c) resiliencia, d) confiabilidad, e) adaptabilidad o flexibilidad, y f) equidad (Conway, 1994; Masera, *et al.*, 1999).

Diversos estudios indican que la intensificación del uso de agroecosistemas de tipo sostenible resultan ser fructíferos en los países en desarrollo. La prueba de algunas alternativas tecnológicas, que considere las condiciones sociales y económicas de los productores y la integración de la actividad agrícola, pecuaria y forestal, es una tarea obligada desde el punto de vista ecológico, ya que ello redundará en una mayor eficiencia de la producción.

5.4. La Agroforestería: Un Sistema de Producción Sostenible

Los principios y beneficios de la agroforestería tienen mucho en común. La necesidad fundamental de plantación de árboles es fundamental en todo el mundo, pero no solamente es reforestar, el requerimiento real es de alcanzar un ambiente diverso que

pueda soportar la adversidad del clima, al mismo tiempo que le proporcione a la población rural un ingreso en efectivo, alimento y energía en el mediano y largo plazo.

Un sistema agroforestal no sólo abastece de varas, estacas, madera y leña, sino también, dependiendo de la región, son cultivos que permiten obtener ingresos en efectivo por la venta de los productos anteriores, así como por los forrajes y frutos. Cuando los forrajes son escasos para el ganado durante la época de secas, los árboles forrajeros pueden ayudar a proporcionar dietas balanceadas. Los árboles con su sistema radicular extraen humedad y nutrientes a mayor profundidad en el suelo que los cultivos anuales, haciendo un mejor uso de los recursos disponibles.

Los sistemas agroforestales, de acuerdo con el Consejo Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF, 1994), se definen como “aquellos donde se integran deliberadamente especies perennes leñosas con cultivos y/o animales en la misma unidad de administración de la tierra, ya sea al mismo tiempo o secuencialmente”.

Nair (1991) afirma que la agroforestería es un nombre colectivo para sistemas de uso de la tierra que involucra árboles combinados con cultivos y/o animales en la misma tierra; combina la producción de salidas múltiples con protección de la base de los recursos; pone énfasis sobre el uso de árboles y arbustos nativos de multipropósito; es particularmente adaptable a condiciones de bajos insumos y ambientes frágiles; involucra la acción recíproca de valores socioculturales más que en la mayoría de otros sistemas de uso de la tierra y es estructural y funcionalmente más compleja que el monocultivo.

De acuerdo con el mismo autor, los sistemas agroforestales existentes en diferentes partes son tan complejos y diversos que necesitan ser agrupados y clasificados en diferentes categorías para evaluarlos y desarrollar algunos planes de acción para su mejoramiento. Pueden usarse varios criterios para clasificarlos como son la estructura del sistema, función, escala socioeconómica, manejo y distribución ecológica. Sin embargo, generalmente un sistema agroforestal maneja tres conjuntos básicos de componentes: perennes leñosas (árboles), plantas herbáceas o cultivos y animales.

Nair (1991), indica que existen tres tipos básicos de sistemas agroforestales:

- Agrisilvícola (cultivos y árboles).
- Silvopastoril (pastos/animales más árboles).
- Agrosilvopastoril (cultivos más pastos/animales más árboles).

(ICRAF, 1994), indica que hay dos categorías básicas de sistemas agroforestales: los sistemas simultáneos en donde los árboles, cultivos y animales están juntos al mismo tiempo y en el mismo terreno; y los sistemas secuenciales en donde los cultivos y árboles ocupan sucesivamente buena parte del mismo espacio. Para Krishnamurthy (2000), la agroforestería se refiere al cultivo de árboles (especies perennes leñosas) en combinación interactiva con cultivos o animales en la misma unidad de tierra, a su vez este sistema engloba a sistemas como la agrisilvicultura que es una forma de agroforestería donde se cultivan árboles, pasturas; o el agrosilvopastoril el cual es una forma de agroforestería que consiste en la combinación de árboles, cultivos anuales, pasturas y animales.

Según Nair (1991) un sistema agroforestal consistirá de tipos específicos de prácticas agroforestales que son extensamente realizadas, de tal manera que estas prácticas forman un sistema de manejo de la tierra dominante en esa localidad o área particular. Una práctica agroforestal, es una entidad más específica de manejo de la tierra, y consiste de arreglos de los componentes en el espacio y/o tiempo; varias de estas prácticas están involucradas en la constitución y mantenimiento de un sistema agroforestal.

La escala de manejo y grado de adopción de estas prácticas diferentes en cualquier sistema en particular, variará considerablemente dependiendo de una serie de factores. Cualquiera de estas prácticas puede convertirse en sistema agroforestal cuando es desarrollada o difundida en tal extensión en un área local específica, hasta formar un tipo distinto de utilización de la tierra en esa área.

Para Nair (1991) la agroforestería, como sistema de uso múltiple, es un medio obvio de satisfacer estos objetivos. La rehabilitación de bosques abandonados o el establecimiento de nuevos bosques en una porción del terreno o barreras de protección, proporciona

forraje y refugio para el ganado bovino principalmente. La agroforestería cumple muchos requerimientos para la sostenibilidad en comparación con otros sistemas de monocultivo, ya que incluye árboles en los sistemas de producción agrícola, utilizando recursos existentes y prácticas de manejo que optimizan la producción combinada de varios productos en lugar de maximizar la producción de sólo un producto y por sus numerosas funciones de servicio.

La agroforestería ofrece frecuentemente no sólo un balance sostenible de productividad entre los árboles y los cultivos, sino también un incremento en la productividad total por unidad de superficie. Cuando por ejemplo el costo ecológico de erosión es tomado en cuenta, los méritos económicos de la agroforestería se vuelven todavía más notables.

Es importante remarcar que el monocultivo si bien tiene una rápida recuperación económica, tiene una serie de desventajas desde el punto de vista agroecológico que por lo general no se analizan o se hace poco énfasis en ellas, como son: bajo reciclaje de nutrimentos, baja incorporación de materia orgánica, pérdida de nutrientes debido a la erosión y escorrentía, y alto riesgo económico por depender de un solo producto. Estas desventajas son parte de las causas que han provocado el deterioro de los recursos naturales en la agricultura.

5.5. Esfuerzos para Evaluar Sostenibilidad

Un sistema agroforestal cumple con los atributos de sostenibilidad mencionados anteriormente, pero ¿qué hacer para evaluar la sostenibilidad de un sistema complejo?. A la fecha existe un desarrollo relativamente amplio de indicadores biofísicos y económicos; sin embargo, no se ha trabajado todavía lo suficiente en la incorporación de criterios de tipo social e institucional y en sistemas de manejo complejo o de muy largo plazo (por ejemplo sistemas agroforestales). Actualmente se comienzan a desarrollar diversos métodos en diferentes países, que pueden servir de indicadores para evaluar el impacto que se tiene por el desarrollo de sistemas de producción en los ecosistemas.

De esta forma, Los Amigos de la Tierra y el Instituto Wuppertal de Alemania desarrollan el Espacio Ambiental, con el cual se tiene un diagnóstico aproximado del espacio necesario para vivir adecuadamente (Spangerberg, 1997). También se desarrolla

el “Índice de Sustentabilidad por Producto, en función de las acciones o estrategias que adopta cada productor y que tienen una influencia sobre la sustentabilidad del sistema” (Taylor et al, 1993 citado por Masera *et al.*, 1999). Sin embargo, esta metodología, más que evaluar la sustentabilidad de los sistemas de manejo, evalúa el grado de adoptabilidad de estrategias consideradas a priori como sustentables, entre un grupo de productores con la misma problemática.

Así mismo con el “Índice del Proceso de Sustentabilidad” (Krotscheck, 1997) se puede tener un indicador por producto de la cantidad de energía y terreno necesario dentro de la ecosfera para producir los bienes de consumo. De igual forma surge el de “Intensidad de Masa por Unidad de Servicio” (SchimDt-Bleek, 1997), el cual analiza los diferentes impactos por proceso de producción.

El Instituto Millenium de Estados Unidos desarrolla el “Threshold 21” (Millenium Institute, 1997), método cuantitativo para analizar los posibles escenarios de los impactos humanos en los ecosistemas. “La Huella Ecológica” (Wackernagel, 1994), da una medida agregada del impacto total en la naturaleza, añadiendo los impactos individuales de una manera consistente con las leyes de la termodinámica y con los principios básicos de la ecología.

Muller (1995) desarrolló un marco para la derivación de indicadores a partir de una extensa revisión bibliográfica sobre el concepto de sostenibilidad y sus diferentes variantes, definiendo cuatro categorías de análisis: a) la base de recursos naturales; b) la operación del sistema propiamente; c) otros recursos exógenos al sistema (de entrada y salida), y d) la operación de otros sistemas exógenos (de entrada y salida). Aunque este marco para la obtención de indicadores es consistente, no sugiere ninguna estrategia para el análisis e integración de los resultados arrojados por los indicadores.

La Unión Mundial para la Naturaleza y el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (UICN/IDRC, 1995) desarrollaron un marco que fue aplicado a diferentes estudios de caso para la evaluación de sistemas, la evaluación de proyectos y la autoevaluación. Más que un marco de evaluación integrado, presenta una serie de metodologías desarrolladas por diferentes equipos.

El marco desarrollado por Stockle *et al.*, (1994) tiene principalmente un sesgo agrícola-ambiental. Está basado en nueve atributos y consiste en la identificación de las causas del grado de cumplimiento o incumplimiento de dichos atributos. Operativamente se asigna un peso a los diferentes atributos a fin de obtener un índice de sustentabilidad global para el sistema.

El marco PICABUE, desarrollado por Mitchel *et al.*, (1995) se dirige principalmente a identificar indicadores de calidad de vida en general. Se basa en tres principios (equidad inter-generacional, equidad intra-generacional y conservación de la integridad ambiental) y seis categorías. Propone una evaluación en siete etapas para definir los indicadores que serán explorados; sin embargo, no propone ninguna estrategia de integración de los resultados arrojados por éstos.

El marco elaborado por Lewandowski y colaboradores (1999) es un marco con una orientación ecológica que se dirige a la evaluación de sistemas específicamente agrícolas y su impacto sobre los ecosistemas, consta de ocho pasos.

El CIFOR (Centro Internacional de Investigación Forestal) desarrolló un marco para la selección de criterios e indicadores de evaluación de sistemas forestales (CIFOR, 1999), sin embargo, el marco teórico puede ser utilizado para otros tipo de sistemas. Consiste esencialmente de diez pasos. Este marco ha sido ampliamente aplicado a nivel internacional, especialmente en sistemas de manejo forestal tropical con fines comerciales.

Quizás la propuesta más elaborada sobre el tema es el Marco de Evaluación del Manejo Sustentable de Tierras (FESLM) elaborado por FAO (FAO, 1994), el cual a pesar de buscar un análisis integral de los sistemas de manejo, el marco tiene un sesgo ambiental incorporando débilmente los aspectos económicos y sociales que determinan su comportamiento. Operativamente, parte de pilares de sustentabilidad y desarrolla indicadores que se relacionan con los pilares (pilares-factores-criterios de diagnóstico-indicadores). Sugiere una metodología con cinco pasos de evaluación.

5.6. Estudios de Caso Sobre Evaluación de Sostenibilidad en México

Actualmente, la Red de Gestión de Recursos Naturales (RGRN), la cual es un programa de la Fundación Rockefeller en México, integra más de 15 proyectos orientados hacia el aprovechamiento de la agricultura y el manejo de los recursos en el ámbito de la agricultura campesina desarrollada en ambientes ecológicos frágiles. Uno de los objetivos del programa es el de evaluar la sostenibilidad de los sistemas alternativos de manejo de recursos naturales, e identificar como estos contribuyen hacia una agricultura más sostenible. Una de las prioridades desde que inició el programa es el de comparar los sistemas de producción tradicionales que manejan los agricultores contra los sistemas de producción alternativos que los proyectos están promoviendo; esta actividad es coordinada por GIRA una ONG's local, en colaboración con otros centros de investigación y varias ONG's.

Es así como surge el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (Masera *et al.*, 1999), el cual tiene sus bases metodológicas en el FESLM. El MESMIS se dirige a proyectos agrícolas, forestales y pecuarios llevados a cabo colectiva o individualmente y que se orientan al desarrollo y/o la investigación; este marco puede ser usado con diferentes niveles de datos y se ha diseñado para evaluar si efectivamente el sistema alternativo tienden hacia la sostenibilidad o no. De igual manera, presta especial cuidado en la identificación de los puntos críticos de la sostenibilidad en cada uno de los pilares: productividad, seguridad, protección ambiental, viabilidad y aceptabilidad. Estos conceptos están implícitos en el FESLM y son una herramienta elemental en el MESMIS.

La aplicación del MESMIS tiene avances y resultados significativos en cinco estudios de caso en nuestro país: a) un sistema agrosilvopastoril para agricultores en el sur de Sinaloa; b) un sistema de producción de café orgánico para comunidades indígenas en los altos de Chiapas; c) sistemas alternativos basados en la introducción de leguminosas herbáceas intercalados o en rotación en ocho comunidades indígenas del sureste de México; d) un sistema de producción de maíz año y vez en Michoacán; y e) un sistema forestal de explotación colectiva en la zona Maya.

De los sistemas evaluados algunos tienen como componente el bosque con diferentes usos, otros incorporan abonos verdes como una tecnología para el mejoramiento de los sistemas tradicionales de maíz.

El estudio sobre abonos verdes en el sureste mexicano compara el sistema tradicional de producción de maíz de roza-tumba-quema (o milpa) con sistemas de cultivos con cobertura de abonos verdes (AVCC) utilizando leguminosas herbáceas, principalmente mucuna (*Mucuna pruriens*) y canavalia (*Canavalia ensiformis*), se intenta evaluar su contribución hacia una agricultura familiar más sostenible. Este caso incluye una participación de los campesinos mucho más activa en el proceso de evaluación. La tarea es conducida por dos equipos en paralelo: a) un equipo técnico de dos universidades y cuatro ONG's y b) un equipo de campesinos de ocho comunidades donde se realiza la evaluación. Los dos equipos de evaluación analizan, a través de observaciones y muestreos en las parcelas de los productores, las bondades y limitantes de esta estrategia, así como su adopción por parte de los campesinos. Hay comunidades de cuatro estados: Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Yucatán. Los campesinos pertenecen a diferentes grupos étnicos, hablan dialectos distintos y se comunican entre sí en español.

Para Guevara *et al.*, (2000) los problemas encontrados fueron: la dificultad del trabajo interdisciplinario, las dificultades del trabajo intersectorial; las dificultades de la diversidad dentro del equipo de campesinos; los problemas de comunicación entre el equipo técnico y el equipo campesino; la evaluación de los sistemas en fincas de campesinos; la evaluación de sistemas en vez de prácticas aisladas y el trabajo a diferentes escala. Los mismos autores mencionan que los efectos de la introducción de la mucuna demoran en manifestarse y raramente van a ser espectaculares. A nivel de economía familiar, cuando se calcula la rentabilidad del sistema alternativo, las tendencias positivas son aun menos evidentes, ya que el sistema de referencia (RTQ tradicional) es de muy bajos insumos externos y los incrementos en la producción de maíz no son, por lo general, significativos en los primeros años.

El estudio de caso forestal en la selva de Quintana Roo es responsabilidad de los Ejidos Mayas, una organización que abarca 23 comunidades indígenas y alrededor de 100 000 hectáreas de selva. A principios de 1997 se formó un equipo interdisciplinario para

realizar la evaluación. Esta evaluación incluye estimaciones de rendimiento de caoba (la especie de árbol sobre la que se basan los beneficios económicos del sistema de manejo actual), un análisis económico detallado del sistema bosque, incluyendo externalidades ambientales como captura de carbón y un análisis social. El estudio se lleva a cabo en un ecosistema de selva baja subperennifolia, en la que alcanzan su máximo desarrollo las dos especies maderables más valiosas de Latinoamérica, es decir, la caoba y el cedro.

Negreros *et al.*, (2000) menciona que debido a las limitaciones de orden práctico, resultaba imposible realizar una evaluación en los 21 ejidos pertenecientes a la organización, por lo que se decidió escoger un ejido con alta riqueza forestal y otro con baja. Los principales puntos críticos en esta evaluación están relacionados con la explotación excesiva de maderas preciosas y con la desigual distribución de beneficios. Los resultados de la evaluación revelan claramente las mejoras logradas con el manejo forestal comunitario de la organización. La utilidad de la evaluación radica en que permite identificar los indicadores que requieren de inmediata atención. Uno de ellos es la productividad de los recursos de la selva, que debe ser aumentada, incrementando la presencia de madera valiosa en la selva.

El estudio de caso del sur de Sinaloa es responsabilidad de un equipo interdisciplinario de investigadores del INIFAP y de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). El primer reporte integra datos de cuatro años de trabajo en módulos de demostración/investigación en parcelas de campesinos, dos años de datos de parcelas de escurrimiento, estimaciones de erosión-productividad utilizando EPIC (la erosión del suelo es un punto crítico para la sostenibilidad) y los resultados de una encuesta socioeconómica (la viabilidad económica es una de las principales limitantes para la adopción).

La principal dificultad de esta evaluación fue la complejidad de los sistemas evaluados, ya que al estar integrados por tres subsistemas dificultaba aún más la evaluación. El carácter extensivo del sistema agrosilvopastoril dificultaba enormemente la evaluación, pues al involucrar factores tanto ambientales como socioeconómicos y culturales, así como la sobreexplotación del BTC para extraer leña, forraje, madera y leña. La interacción de estos factores ocasiona que el sistema agrosilvopastoril tradicional esté

provocando sobrepastoreo, agotamiento de las tierras agrícolas, degradación y, por lo tanto, bajos niveles de rendimientos agrícolas. Los resultados indican que el sistema tradicional es menos sostenible que el innovador, aunque en este último se deben resolver ciertos aspectos de organización de productores, de comercialización y de desarrollo de tecnologías, con el fin de reducir la inversión inicial y de permitir que los productores retengan una mayor proporción del beneficio obtenido, con lo que aumentaría la adopción, la equidad y la sostenibilidad hasta ahora alcanzados (Perales *et al.*, 2000).

Las evaluaciones de sostenibilidad indican que los sistemas de producción son altamente extractivos y dependientes de insumos externos, además de que frecuentemente acarrearán daños irreversibles a los ecosistemas. El sistema agrosilvopastoril tradicional del sur de Sinaloa muestra esta situación aunque con mínimo uso de insumos externos como se verá de manera detallada más adelante.

VI. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la evaluación de la sostenibilidad, se basó en el esquema propuesto por Masera *et al.*, (1999) llamado Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

Mediante el MESMIS se realizó una evaluación integral de las áreas técnico-ambiental, económica y social del SASP tradicional, así como la correspondiente a un sistema o modelo de manejo alternativo de recursos naturales (suelo, agua y especies agroforestales). La comparación de la sostenibilidad relativa de ambos sistemas se realizó a través de una serie de indicadores estratégicos tanto cuantitativos como cualitativos.

6.1. Descripción de los Sistemas de Manejo

A continuación se describen los sistemas de manejo de manejo usados por los productores de las unidades de producción estudiadas.

6.1.1. *Sistema Agrosilvopastoril Tradicional (SASPT)*

El SASPT está integrado por tres subsistemas: a) el agrícola, constituido por el cultivo de sorgo; b) el pecuario formado por la vaca y su cría; y c) el forestal (agostadero a libre acceso). El manejo del sistema se realiza en dos etapas a lo largo del año: la época húmeda que va del mes de julio a diciembre y la época seca que comprende los meses de enero a junio; en esta última, el ganado consume el forraje de los esquilmos que se produjeron en la primera época mediante pastoreo. Además de los esquilmos agrícolas, los productores aprovechan la vegetación nativa que se desarrolla en los agostaderos de uso colectivo para alimentar sus hatos durante la época húmeda. Este sistema de manejo está provocando el deterioro de los recursos naturales de la región (Perales *et al.*, 2000), (Figura 18).

SISTEMA AGROSILVOPASTORIL TRADICIONAL

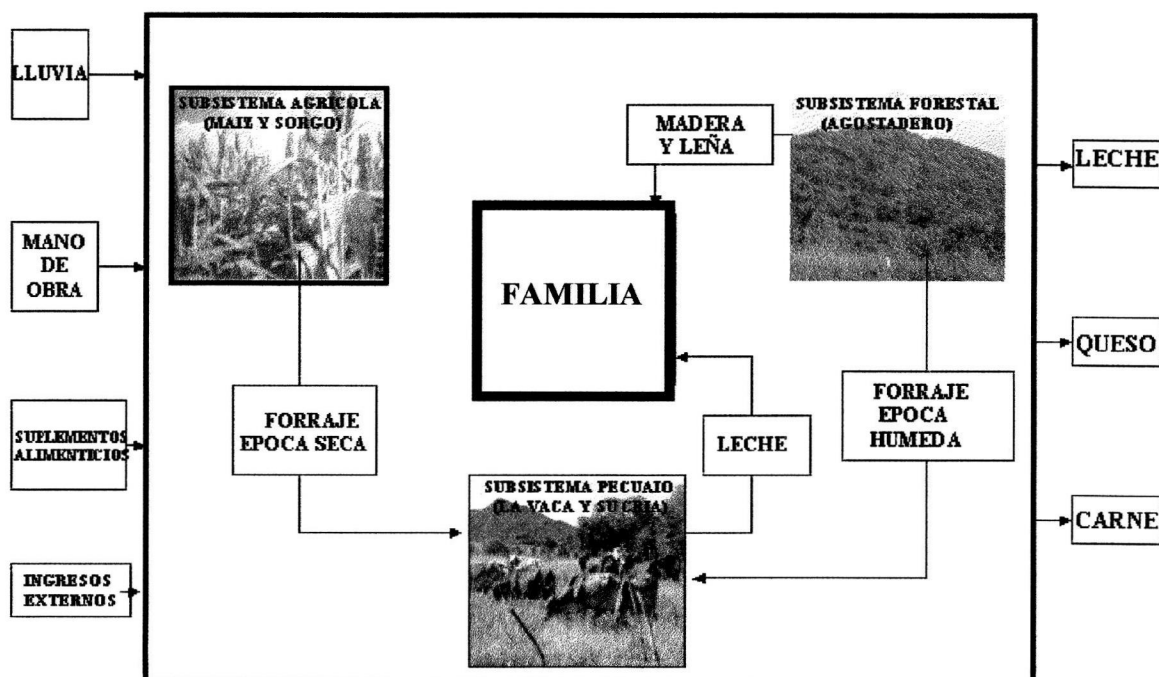


Figura 18. Esquema del sistema agrosilvopastoril tradicional.

La preparación del terreno en este sistema se realiza mediante dos pasos de rastra de discos al inicio de la temporada de lluvias. El sorgo se siembra al voleo simultáneamente con el segundo rastreo. Se usan aproximadamente 50 kilogramos de semilla de híbridos especializados para la producción de forraje; después de la siembra no se realiza ninguna otra actividad cultural. En este sistema el uso de fertilizantes es nulo debido principalmente a la falta de recursos económicos del productor (Cuadro 13).

Durante la época de secas, el forraje producido en los terrenos agrícolas durante la época de lluvias es consumido por el ganado mediante pastoreo directo. Se estima que sólo un 40% del forraje producido se aprovecha, ya que el ganado pisotea muchas plantas y tiene preferencia por consumir sólo las hojas y las partes tiernas de los tallos (Fregoso *et al.*, 1994). El ganado al terminarse los esquilmos agrícolas que este sistema produce (20 hectáreas propias y 8 hectáreas rentadas), pastorea 16 hectáreas que el productor compra de esquilmos en promedio al año para completar su alimentación durante la época de

secas. En promedio una vaca consume mediante pastoreo 12 kg de materia seca de forraje de sorgo por día. Además, en los meses más críticos de la época de secas (abril-junio), al ganado se le ofrecen en promedio 2.0 kg de pollinaza por vaca por día (Cuadro 13).

6.1.2.. *Modelo de Sistema Agrosilvopastoril Alternativo (SASPA)*

El SASPA está integrado por los siguientes componentes: a) agrícola, constituido por el cultivo de sorgo y de la leguminosa mucuna intercalada con el sorgo y en callejones como cultivo de cobertura entre las hileras de venadillo, arellano y leucaena, así como la especie perenne de pasto llanero como pradera y barreras vivas al contorno sólo entre el área forestal y el área agrícola; b) pecuario, formado por la vaca y su cría y c) forestal constituido por los árboles nativos multipropósito de leucaena, arellano y venadillo para la obtención de madera, postes, leña y forraje.

En las áreas de la unidad productiva que se encontraban más degradadas por la erosión y que por esta razón se encontraban subutilizadas, se establecieron los árboles multipropósito. En estas áreas se sembró anualmente la leguminosa mucuna como cultivo de cobertura en callejones con la finalidad de evitar la erosión y el escurrimiento superficial y contribuir mediante aportaciones de materia orgánica y de nitrógeno fijado simbióticamente a la rehabilitación de éstas. También en las áreas subutilizadas pero en la parte más baja de las mismas se establecieron las barreras vivas de pasto llanero, con la finalidad de detener el escurrimiento y evitar la erosión. El área con vocación agrícola se destinó al cultivo de sorgo como monocultivo y como cultivo múltiple intercalado con la leguminosa mucuna, ambos sembrados con labranza de conservación. La biomasa cosechada se ensiló en un silo tipo torta y fue usada para la alimentación del ganado durante la época seca. La pradera de llanero se usó mediante pastoreo rotativo para la alimentación del ganado durante la época húmeda del año. Durante noviembre y diciembre, el ganado también se alimentó con forraje de leucaena que sirvió como fuente de proteína. Adicionalmente, durante la época seca el ganado también se alimentó con suplementos de harina de pescado, pollinaza, melaza y bloques nutricionales (Figura 19).

MODELO DE SISTEMA AGROSILVOPASTORIL ALTERNATIVO

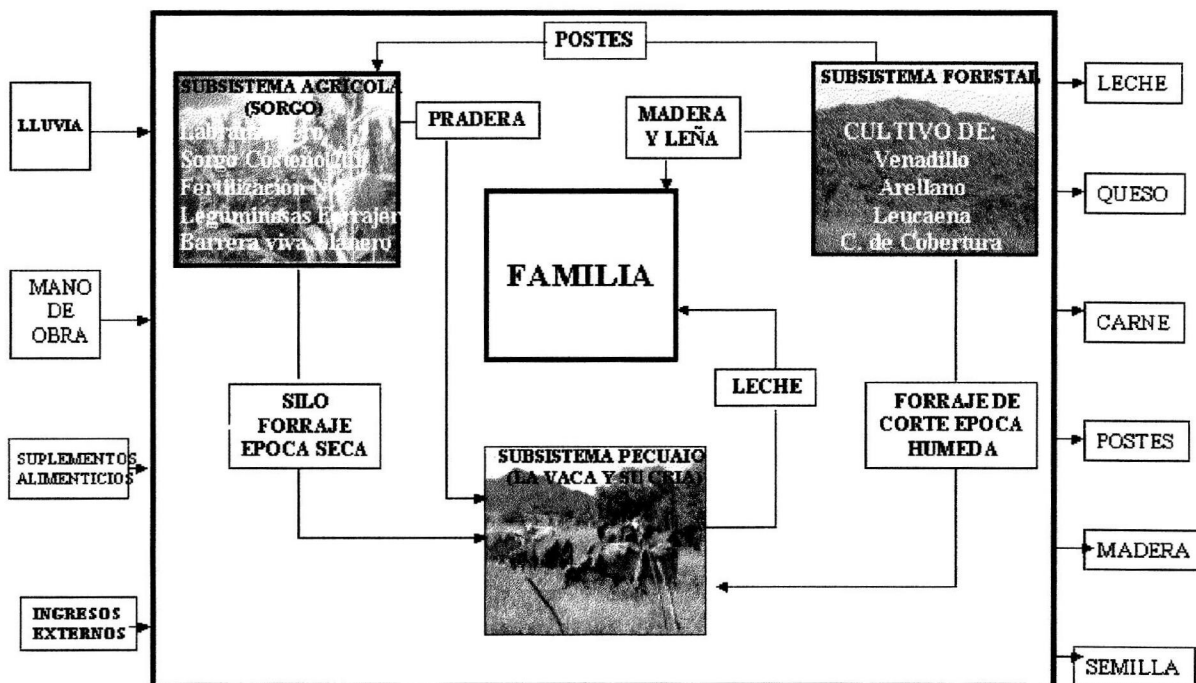


Figura 19. Esquema del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

La siembra con labranza de conservación se realizó en terrenos sin preparación previa. Se utilizó una sembradora-fertilizadora especial para labranza de conservación. Con este implemento se realiza al mismo tiempo la siembra, la fertilización y la aplicación del herbicida para el control de la maleza. La distancia entre surcos fue de 0.8 m y la densidad de población fue alrededor de 180 mil plantas ha^{-1} , la cual se obtiene con aproximadamente 20 kg de semilla de sorgo de doble propósito variedad Costeño 201. La dosis de fertilización empleada fue 46-23-00 usando urea y superfosfato triple, como fuente de nitrógeno y fósforo, respectivamente. El 100% del nitrógeno y del fósforo se aplicó al momento de la siembra. El control de maleza se realizó con la aplicación de Glifosato y Atrazina (0.96 y 1.0 kg de ingrediente activo ha^{-1}) disueltos en 100 litros de agua ha^{-1} . El forraje se ensiló a los 90 días después de la siembra, cuando la planta se encontraba en la etapa de grano lechoso masoso. El corte se realizó con una picadora de

forraje a una altura aproximada de 15 cm sobre la superficie del suelo. El forraje cosechado se almacenó en un silo tipo torta (Cuadro 13).

Para el mantenimiento de la pradera primeramente se realizó un desvare o chapeo al final de la época de secas; después de las primeras lluvias y cuando el suelo tuvo la suficiente humedad se fertilizó con una dosis de 100-00-00, usando como fuente de nitrógeno urea. El pastoreo de la pradera se realiza durante los meses de julio a diciembre, siguiendo un pastoreo rotativo con dos potreros en el que los animales se rotan cada 30 días (Cuadro 13).

Los árboles multipropósito se establecieron después que se registraron las primeras lluvias del año de 1999 (18 de julio) como sigue: en la parte más alta de la unidad productiva se plantaron nueve hileras de venadillo a una separación de 3.0 m entre líneas y árboles. Posteriormente, el 19 de julio se establecieron seis hileras de arellano a la misma separación que el venadillo, y finalmente el 20 de julio se establecieron tres hileras de leucaena con una separación entre plantas de 1.5 y 3.0 m entre hileras. Durante los meses de marzo a junio a los árboles se les proporcionó un riego de auxilio cada 15 días a razón de 4 litros por árbol. En los callejones (espacio entre hileras) de los árboles, se estableció como cultivo de cobertura a la leguminosa mucuna. La siembra de la leguminosa se realizó en surcos a una separación entre hileras de 0.8 m y entre plantas de 0.2 m; la cantidad de semilla empleada fue de 20 kg ha⁻¹. Después de la siembra se realizaron dos chapeos para evitar que la leguminosa arrojara los árboles. La cosecha de la semilla de la leguminosa se realizó durante los meses de enero y febrero.

La dieta diaria consumida por las vacas durante la época de secas (enero-junio) consistió de 30 kg de ensilaje mezclado con 0.040 kg de sales minerales, 3-4 kg de pollinaza, 1-2 kg de melaza y 0.5 kg de melaza por vaca por día. Además se les ofreció bloques nutricionales a libre acceso durante esta misma época. Los bloques nutricionales se elaboraron con melaza, harina de pescado, sales minerales, forraje molido, urea y cemento (Cuadro 13).

Cuadro 13. Características de manejo de los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa.

ACTIVIDAD	SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA ALTERNATIVO
Tamaño de la unidad productiva	20 ha propias y 24 ha rentadas	14.9 ha propias
Ordenamiento del recurso suelo	Ninguno	Áreas con pendientes menores del 5% se destinan a la siembra de cultivos anuales Áreas con pendientes del 6 al 9% se destinan al establecimiento de praderas Áreas con pendientes mayores del 9% se destinan para el establecimiento de árboles multipropósito, cultivo de cobertera y barreras vivas al contorno
Sistema de labranza	Se basa en el uso de la rastra (1 a 2 pasos). Siembra al voleo al realizar el último rastreo	Labranza cero
Técnicas de conservación de suelo y agua	Ninguna	Hileras al contorno. No se permite el pastoreo de los terrenos agrícolas con el objeto de conservar y aumentar la cobertura de residuos Cultivos de cobertura, árboles multipropósito y barreras vivas
Germoplasma	Híbridos especializados para la producción de forraje aunque usualmente Fn. Fenotipos de porte alto susceptibles a enfermedades foliares y al acame	Variedad mejorada de polinización libre de doble propósito (grano y forraje) Costeño 201. Buena calidad para ensilaje, resistente a enfermedades foliares y al acame Los árboles multipropósito son nativos, y la semilla de la leguminosa es reproducida en la unidad de producción
Cantidad de semilla	50 kg de semilla de sorgo	20 kg de semilla de sorgo y 20 kg de semilla de leguminosa
Fertilización	Nula debido a la falta de recursos económicos	El cultivo de sorgo se fertiliza con la dosis 46-23-00 y la pradera con 100-00-00
Control de malezas	No se realiza ya que la lógica es aprovechar toda la producción de biomasa como alimento para el ganado	Herbicidas Atrazina y Glifosato
Método de cosecha	Pastoreo directo. Sólo un 40% del forraje producido se aprovecha en verde. Posteriormente consume los residuos ya secos y con menor valor nutritivo	Para el sorgo se utiliza una picadora mecánica cuando la planta alcanza la etapa de grano lechoso-masoso. El pastoreo de la pradera se realiza siguiendo un pastoreo rotativo. El aprovechamiento de la leucaena se realiza como forraje de corte y acarreo
Método de conservación de forraje	Nulo	Silo rústico aéreo tipo torta
Tamaño del hato	26.8 Unidades animal	21.8 Unidades animal
Alimentación del hato	En la época de lluvias el ganado se alimenta en el agostadero En la época de secas el ganado consume mediante pastoreo aproximadamente 12 kg de m.s. de forraje de sorgo	En la época de lluvias el ganado pastorea la pradera, además al final de esta época el ganado consume el forraje de la leucaena En la época de secas el ganado consume 30 kg de ensilaje mezclado con 0.04 kg de sales minerales, 3-4 kg de pollinaza, 1-2 kg de melaza y 0.5 kg de harina de pescado
Comercialización	Venta forzada de animales en pie por escasez de forraje en la época seca	El período de venta de animales en pie es más flexible, pues se dispone de suficiente forraje

6.2. Definición de los Criterios e Indicadores de Sostenibilidad

Los criterios de sostenibilidad considerados en la evaluación fueron: productividad, estabilidad (resiliencia), adaptabilidad, equidad y autogestión. El conjunto de criterios de diagnóstico e indicadores cubrieron las siguientes áreas de evaluación: a) técnico-ambiental, b) económica y c) social.

Una vez que se definieron los sistemas de producción bajo estudio, se identificaron los posibles puntos críticos, es decir, los aspectos o procesos que limitan la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo. Se consideró que los puntos críticos del sistema agrosilvopastoril tradicional son su baja productividad tanto agrícola como pecuaria y forestal; la degradación de los suelos (dada por la erosión del suelo, la pérdida de fertilidad y el alto costo ecológico); la baja captación de lluvia por el alto escurrimiento; la baja diversidad biológica; la alta dependencia de insumos externos (para la alimentación del ganado durante la época seca y la alta demanda de postes para cercos); la baja rentabilidad y eficiencia económica; el bajo nivel de adopción de innovaciones tecnológicas, la baja organización para la producción, la estacionalidad de la producción de leche y la degradación del agostadero (Perales *et al.*, 2000).

Posteriormente se identificaron los diferentes criterios de diagnóstico e indicadores, que permitieron evaluar el grado de sostenibilidad de los sistemas de manejo evaluados. Para definir los indicadores se tomó en cuenta que fueran integradores, fáciles de medir, aplicables a un amplio rango de agroecosistemas, confiables y fáciles de entender, que tuvieran un alto grado de confiabilidad, que reflejaran realmente el atributo de sostenibilidad que se evaluó y que permitieran medir cambios en las características de los sistemas.

Finalmente con la lista general de indicadores ambientales, económicos y sociales se determinó la forma de medición o estimación de los mismos.

6.3. Técnicas de Evaluación y Monitoreo de los Indicadores

De acuerdo a la lista de indicadores seleccionados para cada uno de los atributos de la sostenibilidad, se procedió a determinar el mecanismo de evaluación más adecuado para cada uno (Cuadro 14).

Cuadro 14. Indicadores técnico-ambientales y socioeconómicos evaluados en la investigación.

ATRIBUTO	PUNTOS CRITICOS	INDICADORES	FORMA DE MEDICIÓN O ESTIMACIÓN
ÁREA TÉCNICO-AMBIENTAL			
Productividad	- Productividad agrícola - Productividad pecuaria - Productividad forestal	- Rendimiento de sorgo, pradera y leguminosas - Producción y estacionalidad de leche y carne - Desarrollo y crecimiento de árboles	- Muestreo de materia seca de sorgo, pradera y leguminosas - Registro de producción de leche y carne promedio/vaca/mes - Muestreo de árboles en época húmeda y seca
Estabilidad Confiabilidad Resiliencia	- Degradación de suelos - Captación y conservación de humedad - Diversidad biológica	- Contenido de materia orgánica - Fertilidad del suelo - Pérdida de suelo - Costo ecológico - Escorrentamiento superficial - Numero de especies	- Análisis de suelos - Análisis de suelos - Lotes de escurrimiento - Lotes de escurrimiento y muestreo de materia seca - Lotes de escurrimiento - Medición de especies
ÁREA ECONÓMICA			
Productividad	Rentabilidad y eficiencia	Índice de rentabilidad y eficiencia económica	Calculo de b/c, retorno a la mano de obra (RMO), retorno a la tierra (RT)
Estabilidad Resiliencia Confiabilidad	- Distribución de ingresos y egresos - Estacionalidad de producción de leche	- Proporción de ingresos y egresos - Distribución anual de ingresos por venta de leche	- Origen y monto de ingresos - Precios de productos - Ingresos mensuales por venta de leche
Equidad	Adoptabilidad de tecnologías	Costo de inversión inicial	Número de becerros necesarios para costear las innovaciones
Autodependencia	Autosuficiencia	Índice de dependencia de insumos externos.	Proporción costos de insumos externos respecto a inversión total
ÁREA SOCIAL			
Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovaciones	Proporción de superficie con adopción de tecnología	Superficie dedicada a innovaciones
Estabilidad	Degradación del agostadero	Uso y manejo del agostadero	Biodiversidad y reglamentos internos sobre uso del agostadero
Autogestión	Organización	Participación de productores en grupos GGAVATT's	Numero de productores participantes en grupos GGAVATT's

NOTA: Algunos indicadores fueron tomados de la evaluación de la sostenibilidad del sistema agrosilvopastoril (1993-1996). (Perales *et al.*, 2000).

6.3.1. Área Técnico-Ambiental

El monitoreo de los indicadores para las áreas técnico ambiental y económica se realizó en dos unidades productivas (fue una comparación transversal): una unidad manejada con el sistema agrosilvopastoril tradicional y la otra manejada con el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en la cual se realizaron las innovaciones tecnológicas indicadas anteriormente.

La evaluación de los indicadores se realizó durante los años de 1999 y 2000. En la unidad manejada con el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, la labranza de conservación, el ensilaje y la pradera se vienen manejando desde 1993; y el resto de las innovaciones se establecieron en 1999.

A continuación se describe la forma de medición o estimación de los indicadores seleccionados agrupados por áreas de evaluación.

6.3.1.1. Productividad agrícola

a) Rendimiento de sorgo

La estimación de materia seca de sorgo por hectárea se realizó mediante muestreo aleatorio en cada una de las unidades de producción evaluadas, para lo cual se obtuvieron diez muestras por hectárea. Para el sorgo sembrado bajo labranza de conservación se cosechó una hilera de 6.0 metros de longitud para cada una de las muestras, mientras que para el sorgo sembrado al voleo la superficie muestreada fue de 0.25 m^2 . De la biomasa cosechada en cada uno de los puntos de muestreo se tomó una submuestra (una o dos plantas) al azar, las cuales se secaron a una temperatura de 105°C hasta alcanzar peso constante. Con esta información se determinó el rendimiento de forraje verde y seco.

b) Rendimiento de la pradera

Para la estimación del rendimiento de la pradera se tomaron de 15 a 20 muestras por hectárea. El muestreo fue aleatorio, el tamaño de la muestra fue de 0.25 m^2 . Para determinar el porcentaje de materia seca se tomó una submuestra al azar de

aproximadamente 0.2 kg de materia verde, la cual se sometió a una temperatura de 105°C hasta que alcanzó peso constante. Con esta información se determinó el rendimiento de forraje verde y seco por hectárea.

c) Rendimiento de mucuna

Para la estimación del rendimiento de materia seca del cultivo de cobertura de mucuna en los callejones, se tomaron 15 muestras al azar de 0.25 m² cada una. Para determinar el porcentaje de materia seca se tomó una submuestra al azar de 0.2 kg de materia verde, la cual se sometió a una temperatura de 105°C hasta que alcanzó peso constante. El rendimiento de semilla de mucuna se determinó mediante la cosecha total de las vainas producidas en el área total sembrada con esta especie.

6.3.1.2. *Productividad pecuaria*

La productividad pecuaria de los hatos ganaderos se determinó mediante el registro de la producción de leche mensual y anual, edad al primer parto de los vientres productivos, porcentaje de pariciones, período ínter parto de los vientres productivos y peso de los becerros al destete y al momento de la venta.

6.3.1.3. *Productividad forestal*

En los árboles multipropósito se realizaron mediciones durante las épocas de lluvias y de secas. Se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, altura y diámetro de tallo a 0.30 m sobre la superficie del terreno en cada uno de los árboles plantados. Con estas evaluaciones se determinaron otros parámetros como la tasa de incremento en diámetro, tasa de incremento de altura, tasa de incremento de volumen, tasa de incremento corriente anual, tasa de incremento total y tasa de incremento medio anual.

El incremento se definió como el crecimiento del árbol en un período de tiempo determinado. El incremento corriente anual es el crecimiento que logra un árbol en el curso de un año. El incremento total es el crecimiento de un árbol durante toda su vida. El incremento medio anual es el promedio anual del incremento total, mismo que se obtuvo dividiendo las dimensiones de un árbol entre su edad.

Para determinar la productividad de forraje de leucaena, las plantas se cortaron a 1.0 metro de altura a los 90, 120 y 150 días después del inicio del temporal. Se consideró como forraje aquel material vegetativo verde con un diámetro de tallo menor a 0.5 cm. Todo aquel material vegetativo con diámetro de tallo mayor de 0.5 cm se consideró como materia susceptible de usarse como leña.

En base a la tasa de crecimiento anual del tallo principal y al número de ramas secundarias y terciarias del arellano, se estimó la producción anual de postes y tutores de la unidad productiva.

6.3.1.4. Degradación del recurso suelo

a) Contenido de materia orgánica y fertilidad del suelo

Para estimar estos indicadores se tomaron completamente al azar 10 submuestras de suelo en las áreas agrícolas a las profundidades de 0-5, 5-15 y 15-25 cm en ambos sistemas de manejo. Las submuestras se mezclaron y se homogeneizaron formando una muestra compuesta. El muestreo se realizó durante los primeros 30 días después de la siembra de los cultivos anuales en el ciclo agrícola de 1999. A las muestras compuestas se les determinó materia orgánica por el método de Walkey y Black (1934), nitrógeno total con el procedimiento Kjeldahl, (Bremner, 1965) y fósforo aprovechable con el método Bray P-1 (Olsen y Sommers, 1982).

b) Erosión del suelo

La pérdida de suelo se determinó mediante la técnica de parcelas de escurrimiento en cada uno de los sistemas evaluados. Para el sistema tradicional (sorgo sembrado con labranza tradicional al voleo) se usó un lote de escurrimiento con una dimensión estándar de 20 m de largo y 2 m de ancho y una pendiente del terreno de 5%. Para el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se usaron dos lotes de escurrimiento: uno con dimensiones iguales que para el sistema tradicional en donde se estableció la pradera de Llanero, y el segundo con una dimensión de 25 m de largo, 5 m de ancho y una pendiente del 9%, en donde en la parte alta del lote se establecieron los árboles multipropósito con el cultivo de cobertura en callejones, dos hileras con dos árboles de

venadillo cada una, con una separación entre árboles e hileras de 3 m, inmediatamente después pendiente abajo dos hileras de arellanos con la misma distribución que los venadillos y finalmente dos hileras de leucaena con seis árboles en total con una separación entre árboles de 1.5 metros y entre hileras de 3 metros. En la parte baja de este lote de escurrimiento se estableció el sorgo con labranza de conservación y una barrera viva de Llanero. Además, se estableció un cuarto lote con el tratamiento de suelo desnudo, el cual fue considerado como testigo absoluto. La dimensión de este lote de escurrimiento fue de 20 m de largo, 2 m de ancho y una pendiente del 5%. El manejo que se realizó fue mediante barbecho continuo durante el tiempo de la evaluación. La información recabada en cada uno de los lotes de escurrimiento fue: a) pérdida de suelo y escurrimiento superficial después de cada evento lluvioso; b) porcentaje de cobertura vegetal; c) cantidad de la precipitación por evento y d) productividad de materia seca del cultivo agrícola y pradera.

Los lotes se colocaron en el sentido de la pendiente principal del terreno y se aislaron con lamina galvanizada lisa. Para captar los escurrimientos y sedimentos se colocaron en la parte baja de cada uno de los lotes dos tinacos en serie con una capacidad de 450 litros cada uno. Después de cada evento de lluvia se midió el volumen escurrido, mismo que se mezcló hasta homogeneizar los sedimentos y se tomó una muestra de agua de 1.0 litro, a la cual se le determinó el peso seco del sedimento. La cantidad de la precipitación por evento fue medida usando un pluviómetro convencional.

El factor C de cobertura y manejo se determinó para cada uno de los sistemas estudiados mediante el procedimiento descrito por Wischmeier y Smith (1978). Este factor adimensional incluyó el efecto combinado de las variables de manejo y cobertura y dependió de la combinación entre cobertura, secuencia de cultivos y prácticas de manejo de un suelo en particular. Su cuantificación se obtuvo de la relación de las pérdidas de suelo en un terreno con cierto tipo de manejo en particular, dividida entre las colectadas en el mismo terreno manejado de manera tradicional.

6.3.1.5. Esguurrimiento superficial

La información para obtener estos indicadores se obtuvo de las parcelas de esguurrimiento utilizadas para la estimación de la erosión del suelo. Los datos de esguurrimiento superficial se generaron mediante la división del volumen de agua colectada por evento en los tinacos entre la superficie del lote de esguurrimiento. El coeficiente de esguurrimiento se calculó dividiendo el volumen de agua esguurrida entre el volumen de precipitación pluvial.

6.3.1.6. Costo ecológico

El costo ecológico se obtuvo dividiendo la productividad de biomasa seca en cada uno de los sistemas de manejo del suelo entre las pérdidas de suelo.

6.3.1.7. Diversidad biológica

Este indicador se obtuvo considerando el número de especies vegetales cultivadas en cada sistema, correspondiéndole el 100% al modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

6.3.2. Área Económica

6.3.2.1. Índices de rentabilidad y eficiencia económica

Para realizar estas evaluaciones se tomaron en cuenta todos los recursos productivos y económicos que las unidades de producción emplearon para llevar a cabo la actividad agrosilvopastoril. El índice de rentabilidad obtenido fue el de B/C y este se obtuvo por unidad animal para ambos sistemas. Los índices de eficiencia económica que se obtuvieron fueron el retorno a la mano de obra (RMO) y el retorno a la tierra (RT). Estos índices se obtuvieron del análisis individual de los ingresos brutos con relación al tipo de costos en que se incurre por sistema de producción.

6.3.2.2. Proporción de ingresos y egresos

La información para estos indicadores se obtuvo de julio de 1999 a diciembre del 2000 mediante seguimiento económico mensual en las dos unidades de producción. Aquí se

contabilizaron todos los gastos en que incurrieron las unidades productivas para desarrollar la actividad agrosilvopastoril.

6.3.2.3. Inversión inicial

El costo de inversión inicial se calculó mediante seguimiento económico en las dos unidades de producción. Aquí se contabilizaron todos los gastos por unidad de superficie en insumos, mano de obra y maquinaria para la siembra de sorgo Costeño 201 (para ambos sistemas) y el costo del ensilaje para el modelo de sistema agrósilvopastoril alternativo. También se contabilizaron los gastos en insumos y mano de obra para el mantenimiento de la pradera para este mismo sistema. Otro de los rubros considerados dentro de la inversión realizada en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fueron los costos realizados en insumos, mano de obra y maquinaria para el establecimiento (en el primer año) de los árboles multipropósito y el cultivo de cobertura; para el segundo año se contabilizaron los gastos para el mantenimiento de los árboles multipropósito.

6.3.2.4. Índice de dependencia de insumos externos

Este índice se determinó mediante seguimiento económico mensual en las dos unidades productivas estudiadas. Aquí se contabilizaron todos los gastos para la compra de insumos en que incurren ambos sistemas. Como la salida al mercado son los productos del subsistema pecuario, el índice se calculó por unidad animal.

6.3.3. Área Social

Para obtener la información del área social se realizó un muestreo estratificado aleatorio con distribución de Neyman (Gómez 1977), a los 11 Grupos Ganaderos para Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT's) existentes en la región sur de Sinaloa, los cuales fueron el universo de estudio.

Para este muestreo se realizó una estratificación de los 145 productores agropecuarios miembros de los GGAVATT's en la región tomando en cuenta el número de cabezas de ganado bovino, de esta manera se identificaron 7 estratos. Con base en el muestreo estratificado aleatorio con distribución de Neyman (el cual se utiliza cuando se tienen

estratos, varianza y coeficiente de variación diferentes), la formula utilizada para determinar la muestra total de entrevistas fue:

$$N = \frac{\sum (N_i * S_i)^2}{(N_i * N_i) (V) + \sum N_i * Var}$$

Donde: N = Tamaño de muestra

N_i = Estrato i

S_i = Desviación estándar del estrato i

V = varianza = $d^2 / (Z^2) \alpha/2$

d = Precisión

$Z^2 \alpha/2 = 3$ (de tablas)

Con una precisión de 0.01 y una confiabilidad del 99% entonces $V = 0.00001111$.

El tamaño de muestra determinado fue de 30 productores agropecuarios.

6.3.3.1. Proporción de superficie con adopción de tecnología completa y parcial

Estas evaluaciones se realizaron tanto a nivel comunidad, como a nivel regional. Para el estudio de adopción de los componentes parciales se tomó como universo total a la región sur de Sinaloa y de manera parcial a los 11 GGAVATT's existentes en la región. Estos indicadores se obtuvieron con entrevistas directas realizadas a los miembros de los GGAVATT's,, a los dirigentes locales de las asociaciones ganaderas y al responsable del modelo GGAVATT en la región.

6.3.3.2. Uso y manejo del agostadero

Este indicador se obtuvo mediante entrevistas formales a los productores agropecuarios miembros de los GGAVATT's, así como a través de entrevistas informales a gente clave de comunidades contrastantes en cuanto a uso y manejo de los agostaderos, es decir, comunidades con reglamento interno para el uso de los agostaderos comunales y comunidades sin reglamento interno para el uso de estos.

6.3.3.3. Factibilidad de adopción de alguno de los componentes forestales.

La información para este indicador se obtuvo mediante entrevistas formales e informales a los miembros de los GGAVATT's existentes en la región.

6.3.3.4. Participación de productores en aspectos organizativos

Esta evaluación se realizó a nivel regional y el universo de estudio fueron los GGAVATT's existentes en la región. Los indicadores elegidos para determinar el nivel de organización de los productores fueron la participación de los productores en las reuniones mensuales, la forma en la que viene trabajando la organización, la participación de los productores en la capacitación, el reglamento existente dentro de la organización, el número de componentes adoptados por GGAVATT. Para medir estos indicadores se realizaron entrevistas formales e informales a productores miembros de los GGAVATT de la región.

6.4. Captura y Análisis de la Información

La información de cada uno de los indicadores evaluados fue capturada mediante formatos específicos para cada uno de ellos.

En este caso, se decidió integrar los resultados con el fin de evaluar la sostenibilidad de los sistemas y encontrar los puntos críticos que deberán ser mejorados en las siguientes etapas de investigación.

Con tal propósito se utilizó la técnica mixta de la Amiba (Brink *et al.*, 1991), mediante la cual fue posible manejar con un mismo instrumento tanto variables cuantitativas como cualitativas. Para poder realizar esta evaluación, todos los valores de los indicadores se indican en porcentajes. Al sistema de manejo ideal u óptimo le correspondió un valor del 100%. Los indicadores de cada sistema de manejo se graficaron en una figura tipo “radar” o amiba, la cual permite observar el comportamiento global de todos los indicadores en los dos sistemas de manejo y señalar de manera más clara los puntos débiles de los sistemas.

VII. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante los años de 1999 y 2000, después de haber realizado las mediciones en campo, encuestas y entrevistas. Los resultados se muestran por área de evaluación y para cada uno de los indicadores seleccionados. Posteriormente se indica la integración de cada uno de ellos y se determina cual sistema de producción muestra señales de avanzar hacia la sostenibilidad ambiental, económica y social en conjunto. Es importante mencionar que algunas de las innovaciones del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se implementaron desde 1993 por el productor, aunque la información aquí reportada corresponde sólo a los años de 1999 y 2000.

7.1. Área Técnico-Ambiental

7.1.1. *Productividad Agrícola*

De acuerdo con el análisis realizado de la precipitación determinó que el factor crítico para la productividad agropecuaria es la falta de humedad, ya que las lluvias se concentran en tres meses como máximo (Figura 13), por lo que el interés principal del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo es el aprovechamiento más eficiente de la precipitación por los cultivos, así como incrementar la productividad de los componentes manejados. Como resultado del efecto benéfico de la variedad de sorgo de doble propósito, la fertilización nitro-fosfórica y la labranza de conservación se logró incrementar la productividad de sorgo en un 95%, al pasar de un rendimiento promedio de los dos años de 4.2 t de m.s. ha⁻¹ de sorgo cosechado con el sistema agrosilvopastoril tradicional, a un rendimiento promedio de 8.2 t de m.s. ha⁻¹ cosechado con el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo (Figura 20).

La biomasa total producida en el sistema agrosilvopastoril tradicional es aprovechada por el ganado mediante pastoreo cuando el sorgo alcanza madurez, por lo que más de la mitad de la misma no es consumida por éste como consecuencia del pisoteo y la baja calidad y aceptación del forraje. En el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, el total de la biomasa producida es destinada al ensilaje para que en el período seco se cuente con alimento en cantidad y calidad para la alimentación del ganado.

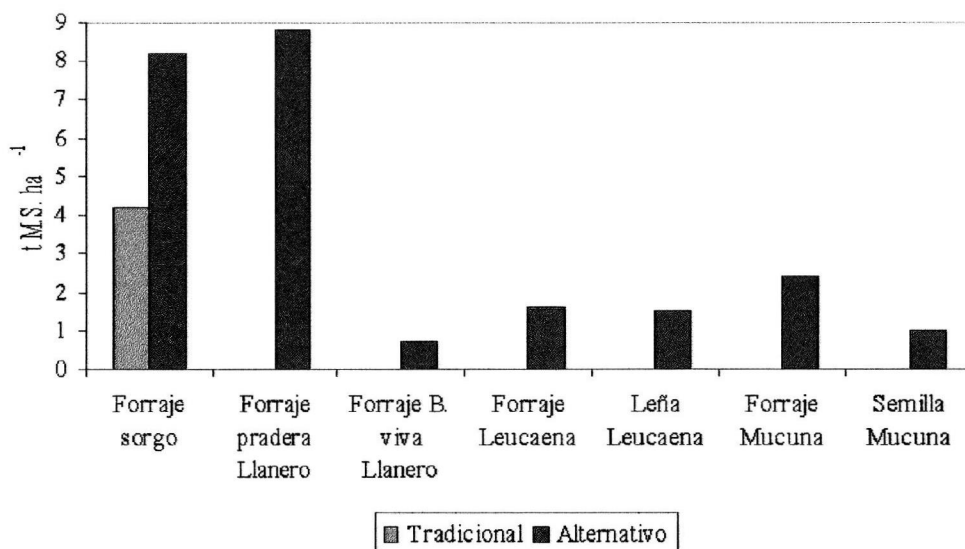


Figura 20. Rendimiento promedio de materia seca de cada uno de los componentes evaluados por sistema productivo en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Otra de las ventajas del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue la producción de 8.8 t de m.s. de forraje de pasto Llanero. De acuerdo con García *et al.*, (1996), este forraje es de buena calidad ya que tiene un 6.5% de proteína cruda, además de que fue aprovechado mediante pastoreo rotacional por el ganado durante la época de lluvias, que es cuando el pasto tiene una calidad óptima; además en las barreras vivas se logró producir 0.7 t de m.s. de forraje de pasto Llanero ha⁻¹ (Figura 20).

Adicionalmente, la productividad agrícola del modelo del sistema agrosilvopastoril alternativo se vió incrementada con la biomasa producida por la leguminosa mucuna, la cual fue manejada como cultivo de cobertura en callejones en el área donde se tienen

establecidas las especies forestales. Se encontró que la producción de biomasa total de mucuna fue de 2.4 t de m.s. ha⁻¹. Además, se logró obtener 1.0 t de semilla de mucuna ha⁻¹ (Figura 20).

Otra ventaja adicional del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en comparación con el sistema tradicional, fue la producción de forraje de la leguminosa leucaena, la cual se manejó como cultivo de corte y acarreo. El rendimiento de forraje de esta especie fue de 1.6 t de m.s. ha⁻¹, mismo que se utilizó para la alimentación del ganado durante los meses de noviembre y diciembre. Además, la leucaena produjo 1.5 t ha⁻¹ de leña seca (Figura 20).

7.1.2. Productividad Pecuaria

7.1.2.1. Producción y estacionalidad de la leche

El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo al tener asegurada la alimentación anual para el ganado y al contar con forrajes de buena calidad, logró una producción de leche anual por vaca de 1560 litros, es decir un promedio de 130 litros mensuales, mientras que en el sistema tradicional la producción de leche anual por vaca solamente alcanzó 830 litros, equivalente a un promedio de 69.2 litros por vaca por mes (Figura 21). La diferencia en la producción de leche promedio por día por vaca en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue de un 88% más que en el sistema tradicional.

Otro resultado importante fue la estacionalidad de la producción de leche. En la Figura 22 se muestra la productividad de leche por mes. Para el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo la producción máxima de leche mensual fue de hasta 225 litros por vientre, mientras que con el sistema tradicional se alcanzó un máximo de 130 litros por vientre. Además en la misma gráfica se observa que en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se produjo leche durante todo el año, mientras que en el sistema tradicional durante los meses de abril y mayo la producción de leche por vaca fue nula.

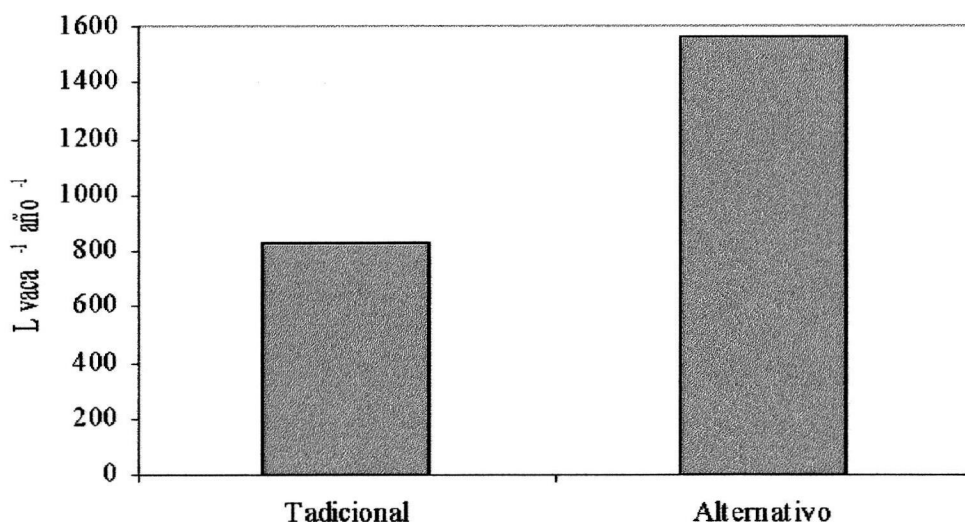


Figura 21. Producción de leche en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia Sinaloa durante 1999 y 2000.

Esta diferencia en producción de leche anual se hizo más notoria al evaluar la producción en términos económicos, ya que durante la época seca el precio por litro de leche se incrementó en más del 25% debido a la poca oferta existente en esta época. El sistema tradicional logró producir en la época seca sólo un 26.5% de la producción anual, mientras que el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en esta misma época produjo el 48% de la producción anual. El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo logró en la época de secas un incremento del 234% en la producción de leche con respecto al sistema tradicional en esta misma época (Figura 22).

En el Cuadro 15 se muestra la producción promedio de leche anual por sistema de producción en cada una de las unidades evaluadas, así como la producción promedio anual de leche por hectárea. Se puede apreciar que la producción total anual de leche se incrementó en un 12% en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo con respecto al sistema agrosilvopastoril tradicional. Quizás este incremento en la producción total anual de los vientres en producción no sea muy impactante, pero si se compara con el número de vientres promedio anual que está ordeñando cada sistema productivo, entonces las bondades del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo son mucho mayores que las del sistema tradicional, ya que la producción promedio

diaria por vaca en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue 95% superior que la correspondiente del sistema tradicional. Adicionalmente, la producción de leche por hectárea es superior en un 146% en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo comparada con el sistema de producción tradicional. Todo lo anterior es el resultado de la intensificación en el uso de los recursos de la unidad de producción que se logra con el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

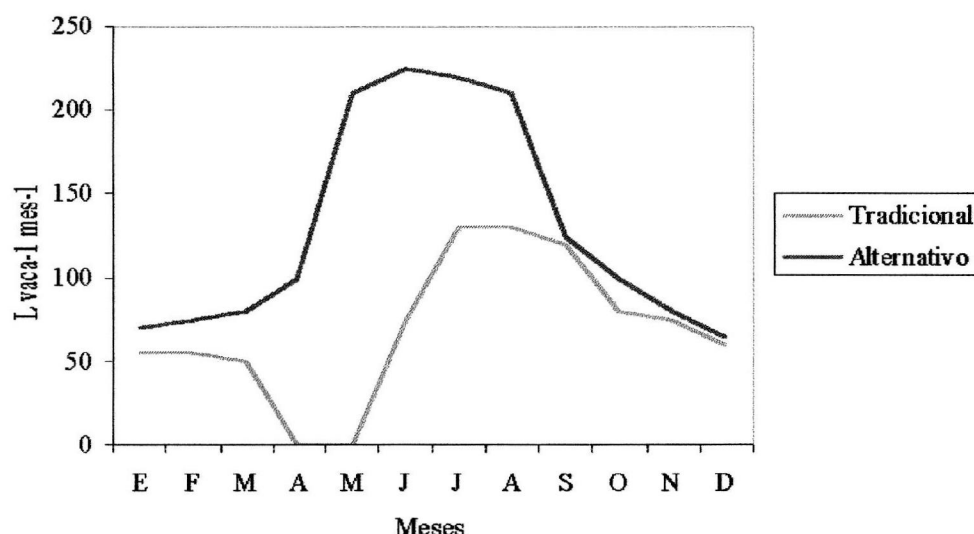


Figura 22. Estacionalidad de la producción de leche en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Cuadro 15. Producción de leche anual y por hectáreas en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Indicador	Sistema tradicional	Sistema alternativo
Tamaño del hato (cabezas)	42	32
Promedio de vacas en ordeña	14	8
Producción diaria por vaca (L)	2.2	4.3
Producción diaria total (L)	30.8	34.4
Producción total anual (L)	11 242	12 556
Producción por hectárea (L)	255 ₁	628 ₂

1. Calculado en base a producción total anual entre las 44 hectáreas que maneja este sistema

2. Calculado en base a producción total anual entre las 15 hectáreas que maneja este sistema

7.1.2.2. Producción de carne (kilogramos de peso vivo)

El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo al contar con una alimentación equilibrada y de buena calidad, logró obtener becerros al destete (12 meses de edad) con un peso promedio de 200 kg, mientras que en el sistema tradicional en esta misma etapa, los becerros alcanzaron un peso promedio de 150 kg. Este resultado se debió al manejo que se les dió a los becerros, ya que sólo se amamantaron durante la ordeña y se les ofreció suplemento alimenticio y ensilaje.

Los becerros en ambas unidades de producción se vendieron a los 15 meses; en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo los becerros a esta edad alcanzaron un peso promedio de 268 kg, mientras que en el sistema tradicional los becerros alcanzaron un peso de 180 kg (Cuadro 16).

Cuadro 16. Producción de carne (peso vivo) en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Indicador	Sistema tradicional	Sistema alternativo
Peso de becerros al destete -12 meses- (kg)	150	200
Peso de becerros a los 15 meses (kg)	180	268
Número de becerros a la venta	10	5
Producción total anual (kg)	1800	1340
Producción por hectárea (kg)*	40.9	67

* Sólo se refiere a becerros (kg de peso vivo), no incluye vacas de desecho.

La producción de carne por hectárea se incrementó en un 64% en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo al compararla con la producción obtenida en el sistema tradicional (Cuadro 16). Al contar con alimentación suficiente durante la época de secas y al ofrecerles suplementación mineral y protéica a los becerros, le permitió al productor del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo preengordar a los becerros antes de sacarlos al mercado. Además, los becerros se vendieron en la época en que el precio por kilogramo de becerro en la región es mejor pagado.

7.1.2.3. Otros indicadores productivos pecuarios

La intensificación de la producción agropecuaria que se busca en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo con las innovaciones tecnológicas que se proponen, permitió contar con alimentación suficiente en cantidad y calidad, lo que se reflejó además en el mejoramiento de otros índices productivos pecuarios.

La carga animal por hectárea para el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue de 1.5 unidades animal²⁰(U.A) ha⁻¹ año⁻¹, mientras que para el sistema tradicional fue de 0.6 U.A ha⁻¹ año⁻¹; es decir, en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se realizó un manejo de los recursos naturales (suelo y vegetación) más intensivo, mientras que en el sistema tradicional el manejo de este recurso fue más extensivo. Lo anterior se tradujo en menor presión para el agostadero, ya que el productor del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo no requirió alimentar sus animales con la vegetación del mismo. La tasa de natalidad en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue del 85% y para el tradicional del 55%, esto significa que de 100 vientres (vacas más novillonas), 85 parieron por año en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, y sólo 55 lo hicieron bajo el sistema tradicional. La edad al primer parto de las vacas en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue de 33 meses, mientras que la de las vacas en el sistema tradicional fue de 40 meses (Cuadro 17).

El período interparto promedio alcanzado en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue de 14 meses, lo que indicó una reducción de 6 meses con respecto al sistema tradicional (20 meses entre parto y parto). La reducción del período interparto en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo permitirá que un vientre en este sistema produzca seis crías durante su vida productiva²¹, mientras que en el sistema tradicional un vientre solo alcanzará a producir cuatro crías durante este período. (Cuadro 17).

²⁰ La unidad animal representa el promedio anual alimenticio de una vaca de 400 kilogramos de peso vivo que gesta, cría y desteta un becerro de 160 kg de peso vivo a los seis meses de edad incluido el forraje consumido por éste último; 1 semental = 1.2 U.A.; 1 vaquilla = 0.7 U.A. y 1 becerro(a) = 0.3 U.A. (SEP-DGETA-FAO, 1977).

²¹ La vida productiva de un vientre termina aproximadamente cuando este llega a los 10 años de vida, después de esta edad son consideradas vacas de desecho.

Cuadro 17. Otros indicadores productivos pecuarios obtenidos en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Indicador	Sistema tradicional	Sistema alternativo
Superficie ¹ (ha)	44	15
Unidades Animal	26.8	21.8
Carga animal (U.A ha ⁻¹ año ⁻¹)	0.6	1.5
Índice de Natalidad (%)	55	85
Tasa de mortalidad (crías) (%)	0	0
Edad al primer parto (meses)	40	33
Período interpartos (meses)	20	14

¹Esta superficie no incluye la pastoreada por el ganado en el agostadero para el sistema tradicional

7.1.3. Productividad Forestal

Otra de las bondades del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, con respecto al sistema tradicional, es la incorporación a la producción de las áreas de gradadas de la unidad productiva a la producción mediante el establecimiento de árboles nativos multipropósito. Mediante el establecimiento de estas especies arbóreas se demostró que fue posible incrementar la productividad de la unidad productiva en el corto plazo al obtener forraje de corte y leña con la leguminosa leucaena; a mediano plazo será factible obtener postes y estacones de arellano y a largo plazo será posible obtener madera para ebanistería con el venadillo.

Después del primer período de secas (enero a junio del 2000) el índice de sobrevivencia del arellano fue de 95%, la leucaena de 91% y el venadillo de 94%, lo cual se considera altamente satisfactorio.

El incremento total en diámetro alcanzado, durante el período de agosto de 1999 a diciembre del 2000, para el arellano fue de 328%, al pasar de 1.0 a 4.28 cm; para leucaena fue de 336%, al pasar de 1.1 a 4.8 cm y para el venadillo de 387%, al pasar de 0.7 a 3.41 cm (Figura 23).

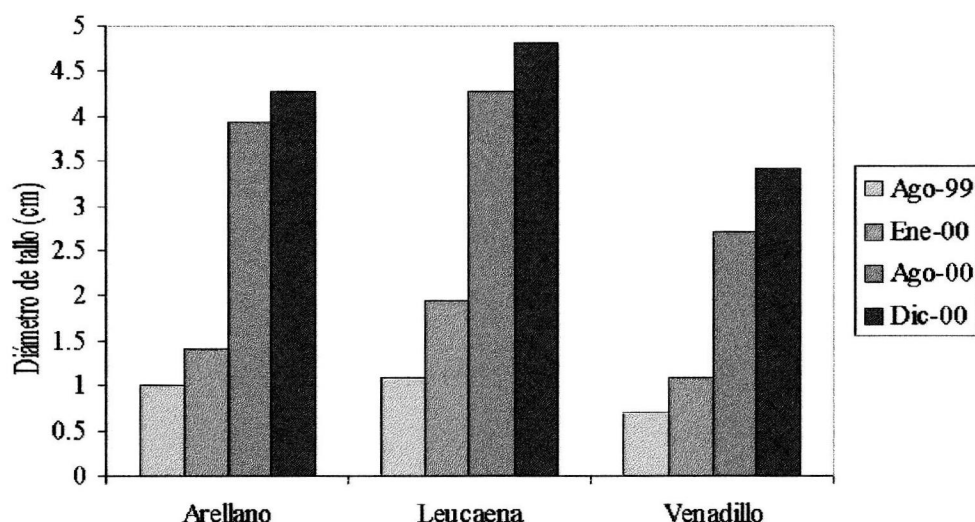


Figura 23. Incremento total en diámetro en las especies arbóreas evaluadas en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Durante el período indicado anteriormente, el incremento total en altura para el arellano fue de 503%, al cambiar de 38 cm a 229.2 cm al final de la evaluación; la leucaena tuvo un incremento de 230%, al pasar de 72 cm al momento de la plantación a 309.6 cm antes del corte del forraje; para el venadillo el aumento fue de 435%, al registrar un cambio de 17 cm a 91 cm (Figura 24).

Para determinar la fecha óptima en que se obtuvo el máximo rendimiento de forraje de leucaena, en el Cuadro 17 se muestran los rendimientos de forraje de esta especie para los tres cortes realizados (90, 120 y 150 días después del inicio del temporal). Estos datos indican que a los 90 días después de haber iniciado el temporal, la leucaena alcanzó el más alto rendimiento de forraje con 1.56 t de m.s. ha⁻¹, en esta misma época la producción de leña fue la más baja con 1.5 t de m.s. ha⁻¹. El más alto rendimiento de producción de leña fue a los 150 días con 1.96 t de m.s. ha⁻¹, mientras que el rendimiento de forraje alcanzado en esta época fue el más bajo con 1.24 t de m.s. ha⁻¹ (Cuadro 18).

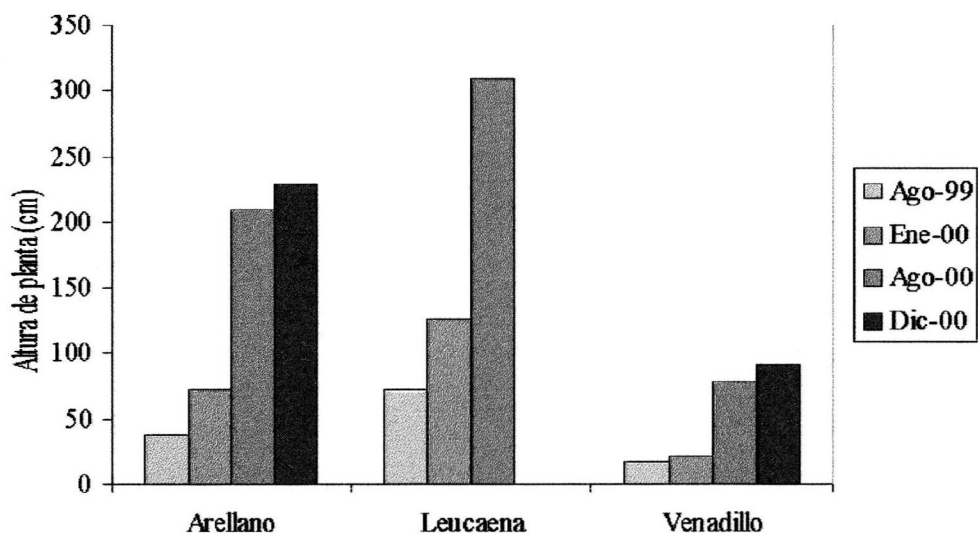


Figura 24. Incremento total en altura en las especies arbóreas evaluadas en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Cuadro 18. Rendimiento de forraje de leucaena para tres épocas de corte en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en el Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Variable	Rendimiento t ha ⁻¹ de M. S.		
	Época de corte (días después de primera lluvia)		
	90 días	120 días	150 días
Forraje	1.56	1.39	1.24
Leña	1.50	1.91	1.96

Se estimó con base en los parámetros de crecimiento del arellano evaluados y en la experiencia local, que se podrá hacer la primer cosecha de postes a los cinco años cuando el diámetro promedio de los mismos sea de 16 cm. Tomando en cuenta el patrón de crecimiento del arellano (ramificación), se estimó que la producción será de 2200 postes ha⁻¹ y 6600 estacones ha⁻¹. Es importante enfatizar que después de obtener este rendimiento la producción de arellano no terminará, ya que con un adecuado plan de manejo (etapa de corte, altura de corte, etc.) este puede continuar aprovechándose por tiempo indefinido. La producción de postes de arellano no se aprovechará totalmente

durante el año 6 debido a que la superficie que tiene el productor del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo (superficie promedio con la que cuentan la mayoría de los productores de la región) solamente requerirá de 400 postes como máximo al año para la reposición de sus cercos; es decir, que la producción de los 2200 postes le alcanzara para cinco o seis años. Los árboles de arellano aprovechados durante el año 6, para el año 12 estarán otra vez en producción, por lo que se asegura que el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo será autosuficiente en la producción de postes.

7.1.4. Contenido de Materia Orgánica del Suelo

Los suelos de la comunidad debido a su fisiografía y a las condiciones de manejo han estado expuestos a la erosión, por lo que presentan serias deficiencias de materia orgánica y nutrientes. El Cuadro 19 muestra el contenido de materia orgánica a tres profundidades en los suelos de los sistemas de producción evaluados. El contenido de materia orgánica del suelo del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue superior entre 59 y 98% en los tres estratos evaluados con respecto al sistema tradicional (Cuadro 19). De acuerdo con Moreno (1978), el suelo del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se clasificó como medianamente pobre a la profundidad de 0-5 cm y pobre a las profundidades de 5-15 y 15-25 cm; mientras que el suelo del sistema tradicional al no contar con ninguna práctica sostenible de manejo que aumente el contenido de materia orgánica se clasificó como extremadamente pobre en las tres profundidades evaluadas.

Cuadro 19. Contenido de materia orgánica en los suelos de los sistemas evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Profundidad (cm)	Contenido de Materia Orgánica (%)	
	Sistema Tradicional	Sistema Alternativo
0-5	0.85	1.35
5-15	0.66	1.10
15-25	0.52	1.03

7.1.5. Status de Fertilidad del Suelo

El contenido de nitrógeno inorgánico y fósforo en los suelos de los sistemas de producción evaluados es altamente crítico, ya que su concentración es mínima. Para el

suelo del sistema tradicional, el contenido de ambos elementos fue extremadamente pobre, ello como consecuencia de la nula fertilización que se ha realizado durante mucho tiempo en este sistema y al carácter altamente extractivo del mismo; mientras que en el suelo del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo estos elementos se clasificaron como pobres, quizá debido a la fertilización fosfórica que se realiza en este sistema cuando se establece el sorgo (Cuadro 20). Esta ligera fertilización en el suelo del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo origina que los nutrientes (nitrógeno y fósforo) no sean un factor de estrés tan importantes como en el suelo del sistema tradicional. El contenido de nitrógeno inorgánico en el suelo del sistema agrosilvopastoril alternativo fue superior entre 11 y 68% en los tres estratos evaluados con respecto al sistema tradicional. De la misma manera, el contenido de fósforo fue superior entre 3 y 42% en las tres profundidades evaluadas (Cuadro 20).

Cuadro 20. Contenido de nitrógeno inorgánico y fósforo en los suelos de los sistemas evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Profundidad (cm)	Contenido de N inorgánico (mg kg ⁻¹)		Contenido de fósforo (mg kg ⁻¹)	
	Sistema Tradicional	Sistema Alternativo	Sistema Tradicional	Sistema Alternativo
0-5	402	446.7	4.61	6.54
5-15	324	546	3.86	4.15
15-25	361	524	3.51	3.63

7.1.6. Erosión del Suelo

7.1.6.1. Cobertura y manejo del suelo

En el Cuadro 21 se muestran los resultados obtenidos para el factor C de cobertura y manejo del suelo. El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue más eficiente para reducir el factor C con respecto al testigo absoluto y el sistema tradicional. Esto se debió a que la cobertura del suelo proporcionada por la pradera, el cultivo de cobertura y los residuos de cosecha de sorgo mantenidos por la labranza de conservación redujeron la energía cinética de las gotas de lluvia y propiciaron condiciones favorables para el cultivo, el cual alcanzó en menos tiempo mayores porcentajes de cobertura, sobre todo

en las primeras etapas de crecimiento, período en el que se presentan las mayores pérdidas de suelo relativas (Cuadro 21).

Cuadro 21. Valores para el factor C anual en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Sistema	Manejo del suelo	Factor C (adimensional)	Eficiencia* (%)
Alternativo	Agroforestal ¹	0.09	91.0
	Pradera de Llanero	0.006	99.4
Tradicional	Sorgo ²	0.38	62.0
Testigo absoluto	Suelo desnudo ³	1.00	0

1. Árboles multipropósito, cultivo de cobertera (mucuna) en callejones, barrera viva de pasto llanero y sorgo con labranza de conservación

2. Sembrado al voleo con labranza tradicional (dos rastreos)

3. Bajo barbecho continuo

* Porcentaje de eficiencia con respecto al testigo absoluto.

7.1.6.2. Pérdida de suelo

En el Cuadro 22 se observa que en el año 2000 los tratamientos testigo absoluto (lote desnudo) y sistema tradicional registraron las mayores pérdidas de suelo (58.8 y 22.7 t ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente). Estas pérdidas de suelo se redujeron a sólo 5.79 t ha⁻¹ año⁻¹ en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo como resultado del efecto protector que ofreció la cobertura de la pradera, de los árboles multipropósito, del cultivo de cobertura y de las barreras vivas, tanto por el follaje de los cultivos, como por los residuos dejados en la superficie del suelo, lo que redujo el impacto de las gotas de lluvia en el suelo, así como la disminución de la velocidad del escurrimiento superficial, lo que disminuyó en gran medida el desprendimiento y transporte de las partículas del suelo hacia las partes más bajas del terreno.

Los datos anteriores muestran que con el simple hecho de establecer el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, la erosión se redujo en más de diez veces con respecto al testigo absoluto y en más de tres veces con respecto al sistema tradicional.

Tomando en cuenta el valor promedio de suelo perdido para el testigo absoluto (suelo desnudo) y considerando la densidad del suelo (1.43 g cm⁻³), estas pérdidas equivalen a una profundidad de suelo aproximada de 4 mm que se pierden anualmente. Para el

sistema tradicional y el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo (considerando el manejo agroforestal y la pradera), las pérdidas de suelo equivalen a una profundidad aproximada de 2 mm y de 0.4 mm que se pierden anualmente para cada sistema, respectivamente.

Cuadro 22. Pérdida de suelo y eficiencia en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Sistema	Manejo del suelo	Precipitación (mm)		Pérdida de suelo (t ha ⁻¹ año ⁻¹)		Eficiencia* (%)	
		1999	2000	1999	2000	1999	2000
Alternativo	Agroforestal	508.5	1078.0	-	5.43	-	90.8
	Pradera de Llanero			0.16	0.36	99.7	99.4
Tradicional	Sorgo			10.1	22.7	78.5	61.4
Testigo absoluto	Suelo desnudo			46.9	58.8	0	0

* Porcentaje de eficiencia en términos de suelo conservado con respecto al testigo absoluto.

7.1.7. Escurrimiento Superficial

El coeficiente de escurrimiento superficial (adimensional), definido por la relación entre el volumen de agua escurrida y el volumen de precipitación pluvial se muestra en el Cuadro 23 para los sistemas de producción evaluados y el testigo absoluto. Se observa que el testigo absoluto y el sistema tradicional fueron los sistemas más ineficientes para reducir el escurrimiento superficial; en contraparte, el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue el que mayor eficiencia mostró (superior al 85%) en la reducción del coeficiente de escurrimiento.

Cuadro 23. Coeficiente de escurrimiento y eficiencia en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Sistema	Manejo del suelo	Precipitación (mm)		Coeficiente de escurrimiento (adimensional)		Eficiencia* (%)	
		1999	2000	1999	2000	1999	2000
Alternativo	Agroforestal	508.5	1078.0	-	0.12	-	80.0
	Pradera de llanero			0.05	0.07	91.93	88.3
Tradicional	Sorgo			0.29	0.35	53.22	41.66
Testigo absoluto	Suelo desnudo			0.62	0.60	0	0

* Porcentaje de eficiencia en términos de suelo conservado con respecto al testigo absoluto.

La cobertura vegetal lograda en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo disminuyó la velocidad del flujo superficial del agua de lluvias e incrementó la infiltración, lo que proporcionó una mejor disponibilidad de agua para el cultivo.

El sistema de manejo del suelo de menor eficiencia en cuanto a la captación del agua de lluvias fue el suelo desnudo, ya que perdió por escurrimiento más del 60% del total de las lluvias que caen en la región, le siguió en términos de menor eficiencia el sistema tradicional ya que perdió en promedio por escurrimiento el 31.6% del agua de lluvias que caen durante un año. Los componentes del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fueron los de mayor eficiencia en la captación del agua de lluvias; este sistema solamente perdió el 15.6% del total de las lluvias que se registraron durante el año 2000 (Cuadro 24).

El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo redujo en casi cuatro veces y en más del doble la pérdida de lluvias por escurrimiento superficial, con respecto al testigo absoluto y el sistema tradicional, respectivamente.

Cuadro 24. Volumen de agua escurrido y eficiencia en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Sistema	Manejo del suelo	Precipitación (mm)		Volumen escurrido (mm ha ⁻¹ año ⁻¹)		% de agua de lluvia perdida por año*	
		1999	2000	1999	2000	1999	2000
Alternativo	Agroforestal	508.5	1078.0	-	100.7	-	9.34
	Pradera de Llanero			27.18	77.33	5.34	7.17
Tradicional	Sorgo			143.0	378.23	28.12	35.08
Testigo absoluto	Suelo desnudo			306.31	651.33	60.24	60.42

* Porcentaje en términos de volumen de agua que pierde con respecto al total de la lluvia que cae durante un año.

7.1.8. Costo Ecológico

El costo ecológico obtenido para el sistema tradicional es el más alto de los sistemas de manejo del suelo evaluados, ya que para producir 1.0 kg de materia seca de forraje de sorgo se perdieron 4.0 kg de suelo; mientras que para producir 1.0 kg de materia seca (pradera, sorgo, mucuna de cobertura, barreras vivas, leucaena, semilla de mucuna y la

leña) en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se perdieron 0.23 kg de suelo. Al considerar de manera independiente la pradera, el costo ecológico obtenido para este sistema de manejo del suelo fue el más bajo, debido a que para producir 1.0 kg de materia seca de forraje de pasto Llanero se perdieron 0.03 kg de suelo.

7.1.9. Diversidad Biológica

Un sistema de producción entre más diversidad biológica presente, tendrá un menor riesgo ambiental, ya que su productividad no depende solamente de una sola especie vegetal. Además se debe considerar la capacidad de adaptación de las especies a las condiciones ecológicas; es decir, que el sistema de producción esté manejando especies nativas o bien exóticas adaptadas a la región. Los riesgos ambientales en que incurre el sistema tradicional son enormes ya que al depender sólo de una especie vegetal, lo hace muy dependiente de las condiciones ambientales (cantidad y distribución de la precipitación principalmente) de la región. En cambio, el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo presenta una mayor diversidad biológica ya que al manejar seis especies vegetales (dos gramíneas –una de sorgo y otra de pastos-; tres leguminosas –la mucuna, una especie anual, y la leucaena y el arellano, especies perennes- y una meliacea –el venadillo, especie perenne-) correr un menor riesgo ecológico al no depender en gran medida de las variaciones climatológicas de la región. Además tres especies (las forestales) son nativas por lo que se adaptan fácilmente a las condiciones edáficas y climáticas adversas. Así mismo, dos de ellas son leguminosas que mejoran la fertilidad del suelo al fijar simbióticamente el nitrógeno atmosférico. Las dos gramíneas que son la principal fuente de forraje del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo son originarias del trópico seco por lo que están adaptadas a condiciones de humedad deficiente, mientras que la mucuna a pesar de no ser originaria del trópico seco se ha adaptado a las condiciones ambientales de la región.

7.2. Área Económica

Los resultados del área económica se muestran para tres escenarios distintos: 1) La inversión económica realizada para la implementación del sistema completo considerando todos los costos en que incurren los sistemas, más la inversión realizada para la compra de postes para reposición en los cercos, así como la mano de obra empleada para la reposición de estos (Año 1). 2) La inversión realizada para el segundo año de establecidos los sistemas, más los gastos por la compra de postes y mano de obra. En el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, en el año 2 y 3, ya no se contabilizan los costos de establecimiento de los árboles y la leguminosa. 3) La inversión realizada para el sexto año de establecidos los sistemas con la finalidad de ver las bondades que alcanza el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo con la siembra de las especies forestales nativas (Año 6). Se encontró que a partir del año 6 los indicadores económicos del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo son más ventajosos que en el sistema agrosilvopastoril tradicional ya que no dependerá de la compra de postes, además de disminuir la presión sobre el bosque al disminuir la extracción de madera utilizada con este fin. Así mismo, se prevé que con un manejo racional y sostenido el arellano continuara en producción por tiempo indefinido. Por otro lado, la inversión y la presión que realizará el sistema tradicional para la compra de postes del agostadero serán mayores y se incrementara gradualmente, ya que las especies demandadas año con año serán de una durabilidad menor.

7.2.1. Índice de Rentabilidad

El índice de rentabilidad considerado en la presente evaluación fue solamente el B/C. Este indicador se obtuvo para los tres escenarios mencionados anteriormente (Cuadro 25). Se estima que para el año 21 los árboles de venadillo estarán listos para la venta, pero no se le puede calcular la rentabilidad debido a que la inversión y los costos van cambiando año con año.

La evaluación económica para el escenario 3 se realizó con la finalidad de ver los beneficios económicos que obtendrá el productor que practica el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, en el mediano y largo plazo, al establecer las especies

forestales nativas. Es necesario señalar que los beneficios ambientales no se contabilizan en este sistema de producción, ya que si se le diera un valor económico a la pérdida de suelo (pérdida de suelo como tal y pérdida de nutrientes), al nitrógeno ambiental fijado por las leguminosas (mucuna, arellano y leucaena) y a la captura de carbono en el corto, mediano y largo plazo los beneficios económicos del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo serían mucho mayores.

Otro beneficio ambiental que presenta el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo es que en el mediano y largo plazo dicho sistema pudiera evitar la deforestación del BTC para la extracción de postes, estacones y leña para la unidad productiva.

En las evaluaciones económicas realizadas en la región (Perales *et al.*, 2000) se determinó que el sistema agrosilvopastoril innovativo era en términos económicos más eficiente que el sistema tradicional. Sin embargo, en el periodo analizado por Perales *et al.*, (2000), no se contaba con información relativa a la introducción de especies forestales nativas dentro del sistema innovativo, por lo que no se consideraron los beneficios económicos adicionales en este sistema. En la presente evaluación se indican los beneficios económicos adicionales obtenidos con la siembra de las especies forestales nativas en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

El Cuadro 25 muestra los costos en que incurren los sistemas agrosilvopastoril tradicional y alternativo por la compra de postes y mano de obra con respecto a los costos totales de establecimiento. Se puede observar que el porcentaje (con respecto a los costos totales) que destina el sistema agrosilvopastoril tradicional para cubrir estos rubros es mayor que en el modelo de sistema alternativo. Mientras que el sistema tradicional a través del tiempo continuara invirtiendo recursos económicos para la adquisición de postes, el modelo de sistema alternativo a partir del año 6 eliminara estos gastos (Cuadro 25).

Los beneficios económicos alcanzados a partir del Año 6 en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo con el establecimiento de los árboles forestales nativos serán mucho más ventajosos que en el sistema tradicional. A partir de este año, en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se dejará de invertir el 8% de los gastos totales en la compra de postes para cercos y mano de obra, debido a que en esta etapa,

los árboles de arellano empezarán a producir postes suficientes para no extraer, con lo que se disminuirá en su totalidad la presión por este recurso en el BTC (ver apartado 7.1.3. Productividad Forestal). Mientras que, el sistema tradicional año con año seguirá invirtiendo lo mismo (más del 7.1% de los costos totales) en la compra de postes y pago de mano de obra, con lo que se incrementará cada vez más la presión del agostadero para la extracción de este recurso forestal (Cuadro 25).

Cuadro 25. Costos realizados para la adquisición de postes y mano de obra con respecto a los costos totales para los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa. 1999 y 2000.

Sistema	Costo Total		Costo para la adquisición de postes (A)		Costo de mano de obra para el establecimiento de los postes (B)		Costos A +B	
	Neto	%	Parcial	%	Parcial	%	Parcial	%
Alternativo Año 1	62 950	100	3750	5.96	1100	1.75	4850	7.71
Alternativo Año 2	59 980	100	3750	6.25	1100	1.83	4850	8.08
Alternativo Año 6	53 480	100	-	-	-	-	-	-
Tradicional Años 1-X	91 070	100	5000	5.49	1500	1.65	6500	7.14

El sistema tradicional tuvo una relación B/C negativa de 0.84 para todos los años evaluados, es decir por cada peso invertido tuvo pérdidas de \$0.16; mientras que el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo tuvo una relación B/C superior a 1.0, lo que indica que lo que se invirtió para la implementación del modelo alternativo completo lo recuperó y además tuvo ganancias (Cuadro 26).

Cuadro 26. Beneficios económicos obtenidos para los Años 1, 2 y 6 en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa. 1999 y 2000.

Tiempo	Relación B/C	
	Modelo de sistema alternativo	Sistema tradicional
Año 1	1.01	0.88
Año 2	1.44	0.88
Año 6	1.54	0.88

7.2.2. Índices de Eficiencia Económica

Los índices de eficiencia económica calculados para cada sistema de producción fueron los de retorno a la mano de obra (RMO) y retorno a la tierra (RT).

Al analizar el número de jornales que cada sistema de producción emplea en las siembras, manejo del ganado y reemplazo de postes, se determinó que el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo al emplear durante todo el año mano de obra familiar (aunque en el cálculo económico se le consideró un desembolso igual a que si fuera mano de obra contratada) tuvo una retribución a la mano de obra de \$ 92.82 por día. Es decir, al autoemplearse los miembros de la familia de dicho sistema dentro de la unidad productiva, además de haber recibido un ingreso de \$ 60.00 por día (costo de oportunidad para la región) recibieron \$ 32.82 más, lo que resultó más redituable al haberse empleado dentro de la misma unidad productiva que salir a trabajar fuera como jornaleros rurales, en donde hubieran podido obtener sólo \$ 60.00 pesos diarios (Cuadro 27).

El sistema tradicional tuvo una retribución a la mano de obra de \$ 34.79 por día, muy inferior al salario pagado como jornalero rural, lo anterior es debido a que este sistema, al ser mucho más extensivo, requirió mucho más mano de obra, al mismo tiempo que obtuvo una eficiencia económica mucho menor. Es decir, al autoemplearse el productor en este sistema, sólo obtuvo un ingreso diario de \$ 34.79, ingreso inferior en más del 42% que si se autoempleara en otra actividad rural en la que pudiera obtener al menos \$60.00 (Cuadro 27).

El retorno a la tierra en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue superior que en el sistema tradicional, ya que este último al tener carácter de extensivo, contar con mayor número de unidades animal y al tener una menor productividad agrícola, forzosamente el productor se vio obligado a rentar 24 hectáreas para poder manejar su ganado durante todo el año, lo que no sucedió con el modelo de sistema alternativo. El retorno a la tierra en el sistema tradicional fue de \$ 417.55 por hectárea por año, retribución muy inferior que el costo de oportunidad de la tierra para la región (\$ 830.00 por hectárea por año) Por otro lado, el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo al contar con índices de productividad agrícolas, pecuarios y económicos superiores que en el sistema tradicional, el retorno a la tierra fue de \$ 1672.50 por hectárea por año (Cuadro 27).

Cuadro 27. Índices de eficiencia económica obtenidos en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Sistema	RMO (\$ día ⁻¹)	RT (\$ ha ⁻¹ año ⁻¹)
Alternativo	92.82	1672.50
Tradicional	34.79	417.55
Costo de oportunidad	60.00 ¹	830 ²

1. Precio de jornal por día.

2. Precio de renta por hectárea por año.

7.2.3. *Proporción de Ingresos y Egresos*

7.2.3.1. *Ingresos*

El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo al asegurar una alimentación equilibrada en cantidad y calidad para el ganado durante todo el año, se asegura una producción pecuaria sostenida a lo largo del año (ver apartado 7.1.2. Productividad Pecuaria), lo que le permite obtener más ingresos y de manera más constante. Esta disponibilidad de alimentos para el ganado, producidos en la propia unidad de producción, le permite al productor aumentar y diversificar la composición de su ingreso. Con el aumento de producción sus ingresos ya no dependen solamente de la venta de carne como sucede con el sistema tradicional, sino que al producir leche durante todo el año, los ingresos provenientes de su venta, al igual que los obtenidos por la venta de semilla de la leguminosa son importantes dentro del total de ingresos obtenidos en la unidad de producción (Figura 25). Los beneficios económicos que se pueden obtener con las especies forestales nativas serán un componente importante en el ingreso total del sistema en el mediano plazo ya que con la producción de postes de arellano se disminuirán los costos, y en el largo plazo, la venta de la madera de venadillo también genera la posibilidad de aumentar ingresos.

El mayor porcentaje de los ingresos obtenidos en el sistema tradicional corresponden a la venta de carne (43%), la venta de leche contribuyó con un 35% y los ingresos extrasistema (que provinieron en su mayoría del Procampo) contribuyeron con un 22% del total de ingresos (Figura 25). Los ingresos en el sistema tradicional, al depender en gran medida por la venta de carne, ocasionaron que el productor se descapitalice

paulatinamente, ya que al no contar con alimentación durante la época de secas tiene que recurrir a la venta de ganado para poder solventar sus gastos tanto productivos como familiares.

El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo tuvo una mayor diversificación de sus ingresos, ya que a diferencia del sistema tradicional, no depende únicamente de la venta de carne. En este sistema la principal fuente de ingresos fue la venta de leche, ya que participó con un 51.3%, le siguió en importancia la venta de carne con 23.4%; los ingresos extrasistema que provinieron exclusivamente del Procampo con 16.8%; y la venta de semilla (leguminosa mucuna) con 8.5% (Figura 25).

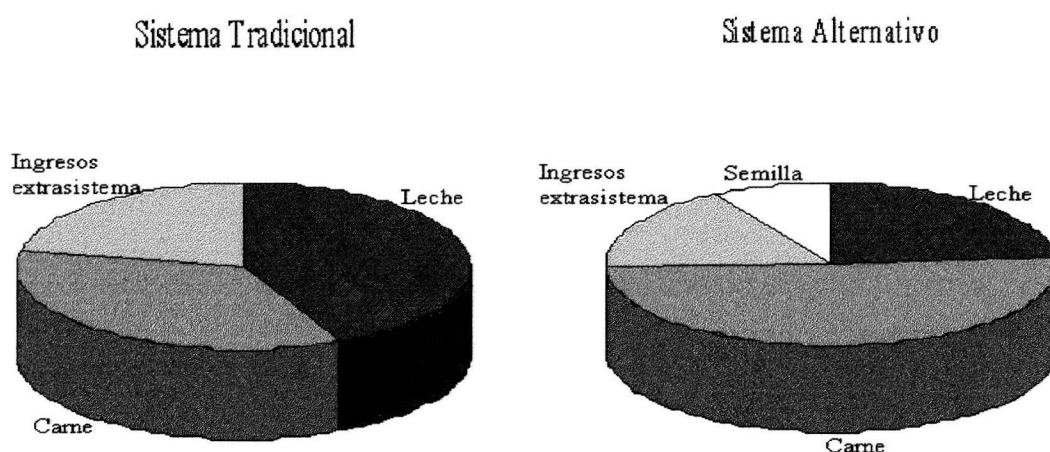


Figura 25. Proporción de ingresos en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

En el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo la mayoría de la leche se procesó a queso fresco, se optó por esta práctica ya que el precio por litro de leche que pagaban los acaparadores fue muy bajo (\$2.80 por litro). De la producción total de la leche anual que se produjo en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, sólo el 29% se vendió como leche fresca directamente al consumidor, el 9.7% fue para autoconsumo y el 61.3% se procesó como queso fresco. Fue aquí donde se vio una gran ventaja en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, ya que al no vender la leche directamente al “botero” o acaparador, logró un precio mayor en 25% al venderla

directamente al consumidor en \$3.50 por litro y en un 28% al venderla como queso fresco (Cuadro 28).

El productor del sistema tradicional opta por venderla directamente al botero ya que la esposa de este debido a la edad con la que cuenta no puede procesarla en queso fresco. Además, al no tener asegurada la producción de leche a lo largo del año no tiene la seguridad de poder venderla al consumidor durante los 365 días del año.

Cuadro 28. Diversificación de los ingresos por la venta de leche anual en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa en el 2000.

Sistema	Producción de leche (L)	Auto consumo (L)	Venta de leche							
			Consumidor ¹		Acaparador ²		Queso fresco ³		Total	
			Litros	\$	Litros	\$	Litros	\$	Litros	\$
Alternativo	15 150	1460	4380	15 330	-	-	9310	33 250	13690	48 580
Tradicional	11 340	1825			9515	26 642	-	-	9515	26 642

1. Precio de venta \$3.50

2. Precio de venta \$ 2.80

3. Precio de venta \$10.00 (se requieren 2.8 L para hacer un queso)

El productor que practica el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, al no depender únicamente de la venta de carne, solamente sacó al mercado los becerros machos y las vacas de desecho (animales improductivos), en la época en la que el precio por kilogramo de carne fue más alto, esto le permitió obtener un mejor precio y mayor control sobre la época de venta. Al mismo tiempo, la venta de los animales improductivos le permitió dejar solo aquellos animales más productivos y eficientes logrando un incremento de sus índices productivos pecuarios.

A pesar de los cambios adversos en los precios de los productos agropecuarios (en este caso para la leche), el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo alcanzó mayores ingresos monetarios por la venta de la leche, debido a que este sistema al obtener leche durante todo el año, alcanza un precio más elevado en la época de secas. En el sistema tradicional la producción de leche en esta época sólo alcanza para el autoconsumo. Por otro lado, algunos productores venden la leche a las pasteurizadoras debido a que el precio por litro es mayor en un 20% aproximadamente que el pagado por los acaparadores o “boteros” en las comunidades. Sin embargo, no todos los productores

pueden vender la leche a las plantas procesadoras por falta de equipos enfriadores, larga distancia y falta de transporte por lo que se ven obligados a seguir vendiéndola a los boteros, con la consecuente disminución del precio.

Cuadro 29. Evolución del precio de leche en planta pasteurizadora en el sur de Sinaloa.

Fecha	Leche	
	Precio por litro (\$)	Incremento (%)
Feb/93	1.00	-
Ene/94	1.05	5.0
Ene/95	1.15	9.5
Mar/96	1.90	65.2
Ago/96	2.30	21.0
Sep/97	2.50	8.7
Sep/98	2.75	10.0
Ene/99	2.95	7.2
Dic/99	3.15	6.7
Nov/00	3.3	4.7

Fuente: Unión Ganadera Local de Mazatlán. 2001

7.2.3.2. Egresos

Los gastos en que incurrió el sistema tradicional fue en el pago de jornales para el manejo del hato ganadero y la unidad productiva, destinando un 38.3% para este rubro, otro de los gastos importantes en que incurrió el sistema tradicional fue para la compra de potreros y esquilmos agrícolas (por el carácter de extensivo del sistema, comprando en promedio por año 16 hectáreas) para la alimentación del ganado en la época de secas destinando un 24.7%. La siembra de las tierras agrícolas para la obtención de esquilmos participo en los egresos con un 24.2%, invirtió un 7.3% de los costos totales en la renta de tierras, ya que las 20 hectáreas con las que cuenta no le fueron suficientes para producir el forraje que consume el ganado, por lo que tuvo que rentar un promedio de ocho hectáreas por año. Además, también invirtió 7.14% de los costos totales en la compra de postes para reposición de los cercos y mano de obra para el establecimiento de estos.

En el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, los mayores gastos correspondieron a la adquisición de insumos agrícolas, siembra y pago de maquinaria para el establecimiento de las innovaciones tecnológicas con un 39.10% del total de los costos totales, estos gastos se tradujeron en una mayor productividad agropecuaria. Otro rubro importante dentro de los costos fue el relativo al pago de mano de obra para el establecimiento de las innovaciones tecnológicas, el manejo del hato ganadero y la reposición de cercos participando con un 39.10% de los costos totales; aunque en este sistema se utiliza fuerza de trabajo familiar, los jornales se cuantificaron solo con fines de evaluación económica. Para la adquisición de suplementos tales como pollinaza, melaza, harina de pescado y bienes para la mejora de la unidad productiva invirtió un 10%; para la compra de bienes para la mejora de la unidad productiva invirtió 6.0% (a diferencia del sistema tradicional, aquí la unidad productiva se va capitalizando) y para la compra de postes para reposición de los cercos invirtió 5.8%.

7.2.4. Inversión Inicial

La inversión total que se requiere para implementar cada uno de los sistemas de producción considerados en la evaluación se tradujo a su equivalente en número de becerros a los 15 meses de edad que se tienen que vender para solventar el total de los gastos en que incurre cada sistema. Se convirtió a número de becerros ya que por lo general el productor es con lo que afronta los gastos de establecimiento de cada una de las prácticas desarrolladas en cada sistema.

Los costos de inversión inicial fueron dados para cada uno de los primeros tres escenarios mencionados al inicio de este apartado (7.2. Área Económica)), con la finalidad de analizar las bondades que se alcanzaran con el establecimiento de los árboles nativos multipropósito.

En el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se requirió para el año 1 y para el establecimiento de una hectárea de sorgo Costeño 201 bajo labranza mínima de conservación de \$ 1288, el costo de una hectárea de sorgo destinada para el ensilaje fue de \$ 1020, es decir un total de \$ 2308 para la siembra y el ensilaje, lo que equivalió a la venta de 0.69 becerros (con peso de 268 kg y a \$ 12.50 por kg). Para poder alimentar

durante la época de secas las 32 cabezas de ganado con las que cuenta el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se requirieron establecer nueve hectáreas con sorgo (siete hectáreas con sorgo monocultivo y dos hectáreas con sorgo intercalado con mucuna), las cuales se destinaron al ensilaje; su costo total ascendió a \$ 20 780, equivalente a la venta de 6.2 becerros. Además para el mantenimiento de una hectárea de pradera (los costos de establecimiento no se consideraron, debido a que es una pradera que se estableció en 1996) se requirió de \$ 550, lo que equivale a tener que vender 0.16 becerros; el productor del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo requirió de tres hectáreas de pradera para alimentar su ganado durante la época de lluvias, el costo total anual para mantenimiento fue de \$ 1650, lo que representó la venta de 0.49 becerros. Así mismo requirió de \$ 3870 para el establecimiento de tres hectáreas de cultivo de cobertura durante el año 1 (compra de semilla de leguminosa, siembra, jornales para limpieza en árboles y cosecha de la semilla) y de \$1800 para el año 2 (solo para el pago de jornales para la limpieza de la leguminosa en los árboles y la cosecha de la semilla, ya que a partir del año dos el productor ya fue autosuficiente en la semilla de la leguminosa). Estos montos representaron la venta de 1.13 y 0.53 becerros para los años 1 y 2 respectivamente. Para el establecimiento de los árboles se requirieron \$ 900 para tres hectáreas (este gasto solamente se realizó durante el año 1, para los años subsecuentes los jornales utilizados en el mantenimiento de los árboles se contabilizaron en los rubros del cultivo de cobertura), esto representó la venta de 0.27 becerros. Además requirió para los tres escenarios distintos (años 1, 2 y 6) de \$ 3750 para la compra de postes para reposición de los cercos y de \$ 1100 para la mano de obra para el establecimiento de estos, lo que fue equivalente a tener que vender 1.45 becerros por año. En suma, para el establecimiento de las innovaciones tecnológicas en las 14.9 hectáreas que se tienen en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se requirió una desembolso de \$ 32 050 para el año 1, de \$ 29 080 para el año 2 y de \$24 230 para el año 6, lo que representó tener que vender 9.97, 8.68 y 7.22 becerros respectivamente (Cuadro 30).

Se consideró que los pequeños ganaderos (entre 25 y 40 cabezas de ganado) para que no descapitalicen su unidad productiva vía venta de ganado, solamente pueden ofertar al mercado ocho becerros machos (que es el promedio de becerros machos que produce

una unidad productiva de este tamaño). De esta manera, en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo durante los años 1 y 2 (y los subsecuentes intermedios hasta el año 6) incurrió en una ligera descapitalización de su unidad productiva ya que el productor tuvo que vender 1.97 y 0.68 becerros más de los que podía vender; es decir 4 becerros más de los considerados como la base para no disminuir su hato productivo (desde el año 1 hasta el año 5). Lo anterior se debió a que durante el año 1, el productor requirió de una mayor disponibilidad de capital para poder llevar a la práctica el paquete tecnológico completo (el establecimiento y el ensilaje de las nueve hectáreas de sorgo, el mantenimiento de las tres hectáreas de pradera y el establecimiento del cultivo de cobertura y los árboles), así como para la compra de postes para la reposición de los cercos y la mano de obra para el establecimiento de estos. Para el año 2, el productor requirió de un monto menor de capital, ya que no compró semilla de leguminosa, tampoco invirtió en la siembra y el establecimiento de los árboles, por lo que solo requirió de la venta de 8.68 becerros. Esto indica que el productor que practica el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo alcanzó mayor eficiencia en la inversión y logró, prácticamente, el equilibrio entre la producción obtenida y la inversión realizada. (Cuadro 30). Es hasta el año 6 cuando en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se disminuyen los costos de inversión inicial, esto se debe a que en este año los arellanos entraran en producción (ver apartado 7.1.3. Productividad Forestal), lo que significa que los gastos realizados para la compra de postes para reposición de cercos se eliminarán. Es hasta este año cuando se verán las ventajas del componente forestal (árboles nativos multipropósito) del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, ya que solamente requerirá de la venta de 7.23 becerros para solventar los costos totales de inversión durante este año (Cuadro 30).

Con respecto al sistema tradicional, el costo de inversión inicial requerido para el establecimiento de una hectárea de sorgo, sembrado con labranza tradicional para el pastoreo, durante la época de secas, fue de \$ 920. En este caso no se consideraron los gastos para la compra de potreros y esquilmos. Para poder alimentar las 40 cabezas de ganado con las que cuenta este sistema se requirió de la siembra de 24 hectáreas de sorgo para pastoreo (muy por arriba de la superficie que requirió el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo –14.9 hectáreas en promedio para la alimentación de su

hato ganadero durante todo el año-), dando una inversión parcial de \$22 080. Para cubrir esta inversión requirió de la venta de 9.82 becerros; además tuvo que rentar 18 hectáreas de potreros para complementar la alimentación del ganado a lo largo del año (un total de 44 hectáreas contra las 14.9 hectáreas en promedio que requirieron en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo). Otro de los gastos que tuvo que realizar el sistema tradicional fue la compra de postes para reposición de cercos y la mano de obra para su establecimiento, este rubro representó un desembolso de \$ 6500, este gasto implicó la venta de 2.89 becerros. Es decir, el productor que practica el sistema tradicional tuvo que vender 12.7 becerros para poder solventar los costos totales de la inversión inicial (Cuadro 30). Para los distintos escenarios económicos en los que se realizó la evaluación, el sistema tradicional sufrió una descapitalización vía venta de ganado ya que está vendiendo 4.7 becerros más de los que debe vender. Dicho en otras palabras, si el productor no produce suficientes machos para la venta (ocho machos como máximo), entonces se ve obligado a vender mínimamente 4.7 hembras más; esta situación en el corto y mediano plazo afectará, de manera negativa, la producción y la composición de su hato ganadero (Cuadro 30). Lo anterior confirma el carácter extensivo del sistema tradicional, su ineficiencia en el manejo de los recursos tanto económicos como naturales y la necesidad de su transformación. La intensificación del sistema tradicional mediante innovaciones tecnológicas y de manejo de recursos, lo cual incluye el establecimiento de los árboles nativos multipropósito permiten alcanzar una mayor eficiencia económica, productiva y de conservación de los recursos naturales del productor y colectivos.

Como se puede ver en el Cuadro 30, el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo al requerir de una mayor inversión se pensaría que incurrió en un mayor riesgo financiero, pero si se compara el número de becerros que tuvo que vender cada sistema para solventar los gastos totales anuales, el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo alcanzó un menor riesgo económico ya que requirió de la venta de 2.7, 4 y 5.47 becerros menos durante los años 1, 2 y 6 respectivamente, en comparación con el sistema tradicional. Es decir, con el sólo hecho de establecer los árboles nativos multipropósito en la unidad productiva, el modelo de sistema alternativo es más sostenible económicamente. En términos monetarios el modelo de sistema

agrosilvopastoril alternativo requirió de una inversión mayor, pero al ofertar al mercado becerros de mayor peso a los 15 meses de edad (como consecuencia de la alimentación suficiente, equilibrada y de buena calidad), esta inversión se tradujo en un menor número de becerros a la venta. Por el contrario, en el sistema tradicional la inversión económica fue menor que en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, el riesgo económico fue mucho mayor ya que la inversión transformada a número de becerros que tuvo que vender el productor para solventar sus gastos fue mayor como consecuencia del peso de estos al ofertarlos al mercado (becerros de 168 kg a los quince meses de edad).

Cuadro 30. Costo total y número de becerros necesarios para la implementación de los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Sistema	U.A.	Sorgo		Ensilaje ³		Pradera ⁴		Cultivo de cobertura		Árboles ⁷		Postes para Cercos ⁸	Costo Total	Costo Equivalente en becerros
		ha	Costo	ha	Costo	ha	Costo	ha	Costo	ha	Costo			
Alternativo año 1	17.5	9	11 600 ¹	9	9 180	3	1650	3	3870 ⁵	3	900	4850	32 050	9.97 ⁹
Alternativo año 2	21.8	9	11 600 ¹	9	9180	3	1650	3	1800 ⁶	-	-	4850	29 080	8.68 ⁹
Alternativo año 6	32	9	11600 ¹	9	9180	3	1650	3	1800 ⁶	-	-	-	24 230	7.23 ⁹
Tradicional Años 1-X	26.8	24	22 080 ²	-	-	-	-	-	-	-	-	6500	28 580	12.70 ¹⁰

1. Siembra de sorgo con labranza mínima de conservación y fertilización nitrofosfórica para ensilaje.
2. Siembra de sorgo al voleo con labranza tradicional (dos pasos de rastra).
3. Renta de maquinaria para realizar la actividad y plástico para el silo.
4. Pradera ya establecida por lo que solo se considera el costo de mantenimiento.
5. Se considera el costo de semilla de la leguminosa, siembra y jornales para limpieza de la leguminosa en árboles y cosecha de semilla
6. Solo se consideran los jornales para limpieza de la leguminosa en árboles y cosecha de semilla (el productor ya es autosuficiente en semilla de leguminosa).
7. Costo de establecimiento de los árboles.
8. Costo para la compra de postes para reposición de cercos y mano de obra para establecimiento.
9. Becerro de 268 kg a los 15 meses de edad y un precio de \$12.50 por kg.
10. Becerro de 180 kg a los 15 meses de edad y un precio de \$12.50 por kg.

7.2.5. Índice de Dependencia de Insumos Externos

El índice de dependencia de insumos externos (IDIE) se calculó por unidad animal (debido a que es el eslabón final del proceso productivo y es de donde el productor obtiene los recursos en efectivo) para los distintos escenarios considerados en la evaluación. El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo para los años 1 y 2 tuvo una dependencia de insumos externos de 28.17 y 29.56% respectivamente, esta

dependencia del exterior se debió básicamente por la adquisición de insumos que utilizó en la siembra con labranza mínima de conservación, el ensilaje y el mantenimiento de la pradera (herbicidas, fertilizantes y plástico), así como por la compra de postes para la reposición de los cercos. El incremento del IDIE que se tuvo para el año 2 fue de 1.3% en este sistema, aún y cuando ya no se tuvo que comprar la semilla de la leguminosa, esto se debió a que hubo una mayor adquisición de suplementos alimenticios para el hato ganadero. Del costo total de los insumos externos por U.A, el 75.7% de éste fue para la adquisición de insumos para la producción agrícola (fertilizantes, herbicidas, hule, postes, etc.), y el restante 24.3% para se gasto en la compra de suplementos minerales, energéticos y proteicos (principalmente melaza, harina de pescado y pollinaza), lo que aseguró un incremento en los índices productivos pecuarios (Cuadro 31). Esta dependencia del exterior disminuirá para el año 6 debido a que en este año el modelo de sistema alternativo ya no dependerá de la compra de postes para reposición de los cercos. Para este año el índice de dependencia de insumos externos por unidad animal será de 24.86%, se logrará una disminución de la dependencia del exterior en más de 5 puntos porcentuales debido a que ya no se tendrán que comprar postes para cercos (Cuadro 31). Este indicador determina la importancia que tiene el componente forestal (árboles nativos multipropósito) en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, ya que este ya no demandara la extracción de postes del BTC, permitirá reducir el gasto en jornales y, por estos dos rubros, disminuir el IDIE.

La dependencia de insumos externos en el sistema tradicional para los distintos escenarios (años 1...6) fue de 51.20, cifra superior en casi el doble que en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo. La mayor inversión, en insumos externos, en el sistema tradicional, fue para la adquisición de esquilmos agrícolas y concentrados para la alimentación del ganado, ya que al obtener una producción insuficiente, el productor tuvo que recurrir a la compra de esquilmos fuera de la unidad productiva, esto incrementó los costos del sistema de producción. De la inversión en insumos externos en el sistema tradicional, el 63.55% se destinó para la adquisición de esquilmos agrícolas (renta de potreros y forraje henificado) de baja calidad para poder alimentar el ganado durante la época de secas, el 25.73% se destinó para la compra de insumos externos para la siembra del sorgo (el total es para la adquisición de semilla) y el 10.72% se destino

para la compra de postes para reposición de los cercos. Por la baja cantidad y calidad de los forrajes que consume el ganado en el sistema tradicional, los índices productivos pecuarios alcanzados también fueron bajos (Cuadro 31).

Cuadro 31. Niveles de inversión en insumos externos por unidad animal e índice de dependencia de insumos externos en los sistemas de producción evaluados en El Huajote, Concordia, Sinaloa durante 1999 y 2000.

Indicador	Sistema alternativo			Sistema tradicional Años 1 al 6
	Año 1	Año 2	Año 6	
Inversión total (\$ U.A. ⁻¹ año ⁻¹)	3597.14	2751.38	2579.36	3398.13
Inversión en insumos externos (\$ U.A. ⁻¹ año ⁻¹)	1013.14	813.3	641.28	1740.30
IDIE (%)	28.17	29.56	24.86	51.20

Mientras que en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo al tener asegurada la alimentación para el ganado a lo largo del año, el productor pudo invertir en la adquisición de suplementos alimenticios de mayor calidad (minerales, energéticos y proteicos) lo que le permitió mejorar los índices productivos. Por el contrario, el productor del sistema tradicional aseguró primero la alimentación animal mediante la compra de esquilmos agrícolas que por lo regular son de baja calidad y palatabilidad, lo que se refleja en bajos índices productivos pecuarios.

7.3. Área Social

La mayoría de los resultados presentados en este apartado corresponden a información que se obtuvo a nivel región, específicamente de los 11 GGAVATT's existentes en el sur de Sinaloa.

La organización para la producción de los productores agropecuarios existente en el sur de Sinaloa antes de que se conformaran los primeros GGAVATT prácticamente era nula; los únicos intentos que se dieron para “organizar” a los productores agropecuarios de la región fueron en torno a algunos de los programas gubernamentales que se desarrollaron en la región a partir de la década de 1970. El objetivo del Estado con estos programas nunca fue crear alternativas viables de organización para los campesinos, ya que la respuesta de los mismos fue la indiferencia, la aceptación de planes y proyectos

que no representaban sus intereses, realidad agravada por la aplicación de tecnologías no adecuadas a las condiciones reales de producción y a las características de la zona. Así se implementaron en la región programas como el de bordeo con el que se tuvo el propósito de captar agua de lluvias, retener humedad y aumentar así la producción; otro programa dirigido a incrementar la superficie y la producción de granos y el programa nacional de mecanización del campo (PRONAMEC).

Los programas de mecanización, impulsados por la SARH y Banrural, consistieron en el otorgamiento de créditos a grupos “colectivos” para la adquisición de maquinaria agrícola, especialmente tractores. La oferta se materializó en parte, sin embargo, al no existir una reglamentación clara para la gestión de esos bienes surgieron desacuerdos con el reparto de ingresos cuando algunos tractores eran arrendados a otros productores que no pertenecían a los grupos. Eso deterioró la “organización” que luego desapareció.

Estas y otras experiencias que se tuvieron sobre organizaciones colectivas para la producción provocaron en muchos campesinos una actitud de rechazo hacia ellas. Por esta razón, la mayoría de ellos prefieren trabajar de manera individual.

Tuvieron que pasar muchos años para poder borrar en los productores agropecuarios las amargas experiencias de organización colectiva en las que habían participado, ello se logró con mucho trabajo y esfuerzo por parte del Campo Experimental Sur de Sinaloa. El parteaguas que permitió avanzar en este aspecto fue sin duda la creación de módulos de validación y transferencia de tecnología (como parte del proyecto “Desarrollo Sostenible de los Agroecosistemas del Sur de Sinaloa”) en terrenos de productores cooperantes. Los avances alcanzados con estos módulos permitieron demostrar que es factible mejorar los índices productivos del sistema de producción y practicar un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

7.3.1. Los GGAVATT en Sinaloa

El modelo de organización GGAVATT se consideró como una alternativa viable en la región para la capacitación tendiente al cambio tecnológico. Esta estrategia dirigida hacia los grupos de productores agropecuarios fue complementaria a los módulos de validación que se han implementado y practicado en la zona de temporal de la región,

aunque estos son organizados a nivel familiar. En el caso de los GGAVATT intervienen grupos de ganaderos previamente organizados que presentan características similares de producción y que son compatibles entre sí.

La formación de los grupos GGAVATT es a través de una metodología específica que ha ayudado a transferir las innovaciones tecnológicas sobre producción, conservación y manejo de los recursos naturales que se ha diseñado en el Campo Experimental Sur de Sinaloa y validado en los módulos de productores.

La metodología GGAVATT se remonta a la década de 1970, cuando con la finalidad de transferir tecnología en los sistemas de explotación bovina de doble propósito (producción de leche y carne), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, por intermedio del Campo Experimental La Posta en Paso del Toro, Veracruz, realizó en el rancho Bella Esperanza en 1971, los primeros intentos para este propósito. En 1989 se constituye el primer grupo GGAVATT como tal y a partir de entonces se ha generado metodología de trabajo para los futuros GGAVATT's (INIFAP, CIRGOC, 1996)

El GGAVATT es un grupo organizado para la producción, en donde pueden participar todos aquellos productores agropecuarios entusiastas y receptivos a los cambios tecnológicos. Un grupo lo conforman de 10 a 15 productores cuyos ranchos tengan características y propósitos de producción similares.

El GGAVATT está integrado por un componente ganadero, por un componente técnico y por un componente institucional. El componente ganadero está formado por los productores del GGAVATT, y es el elemento más importante, las responsabilidades que adquiere son poner en práctica las innovaciones tecnológicas y asistir a las reuniones mensuales. El componente técnico lo constituye el asesor, quien debe ser un profesional con formación agropecuaria, las funciones del asesor técnico son capacitar al ganadero o productor en la aplicación de las innovaciones tecnológicas, inducir y auxiliar al productor en la aplicación de las innovaciones tecnológicas, conjuntar y procesar la información que le permita evaluar los avances y dirigir las juntas mensuales y capacitarse en las nuevas innovaciones que sean necesarias. El componente institucional lo constituye cualquier institución ligada al sector agropecuario, la función adquirida es

coordinar y supervisar el cumplimiento de los objetivos del grupo y capacitar al asesor, así como investigar nuevas innovaciones tecnológicas que den solución a la nueva problemática del GGAVATT (INIFAP, CIRGOC, 1996).

En 1996 se organizaron los primeros grupos GGAVATT's en el sur de Sinaloa. Fueron cinco comunidades del municipio de Concordia en las que se organizaron seis grupos GGAVATT, posteriormente dos de ellos se desintegraron ya que los intereses que perseguían fueron ajenos a los objetivos de la organización y del modelo. Estos cuatro grupos han estado funcionando adecuadamente y sus avances se han visto reflejados dentro de sus unidades productivas al adoptar nuevas innovaciones tecnológicas y al adquirir equipo e implementos agropecuarios.

Estos cuatro GGAVATT's dieron la pauta para que se fueran sumando más grupos a nivel región bajo esta metodología. El interés de los productores para organizarse mediante este modelo se refleja en la creación de 11 GGAVATT's hasta el año 2000 los que agrupaban 145 productores agropecuarios de temporal de 13 comunidades ubicadas en cuatro municipios de la región sur de Sinaloa (Cuadro 32).

Cuadro 32. Productores agrupados bajo el modelo GGAVATT hasta el año 2000 en la región sur de Sinaloa.

Nombre del GGAVATT	Comunidad	Municipio	Número de productores
Cerro de la Silla	San Ignacio	San Ignacio	16
Sedentarios	Coyotitán	San Ignacio	15
El Quelite	El Quelite	Mazatlán	7
El Sacrificio	Concordia	Concordia	10
La Fortuna	Agua Caliente de Garate	Concordia	12
Mesillas	Mesillas	Concordia	11
Zavala	Zavala	Concordia	13
El Rosario	El Rosario	El Rosario	15
Hacienda del Tamarindo	Hacienda del Tamarindo	El Rosario	15
Rincón de Higueras	Rincón de Higueras	El Rosario	12
Tres Pueblos Unidos	Apoderado, El Pozole y Chametla	El Rosario	19

Fuente. Información directa.

La organización de productores bajo este modelo (que como ya se indicó, tuvo su base metodológica en los módulos de validación y transferencia de tecnología) es el que mejores resultados ha obtenido en cuanto a desarrollo entre los productores agropecuarios de la región. Sus logros ya trascendieron y ya están impulsando la actividad agropecuaria del estado. Actualmente hay 29 grupos en todo el estado que agrupan 365 productores agropecuarios, los cuales manejan 22 000 hectáreas de temporal y 25 000 cabezas de ganado bovino de doble propósito. Estos grupos de productores agropecuarios son asesorados y capacitados permanentemente por 11 asesores técnicos del Programa Agropecuario Integral y cuatro investigadores del INIFAP. Sin embargo existen nuevos retos (comercialización de los productos y subproductos agropecuarios), los cuales tienen que ser resueltos para poder elevar su nivel de vida y así poder alcanzar un desarrollo sostenible.

Los 145 productores agropecuarios de los 11 GGAVATT's existentes en el sur de Sinaloa hasta el año 2000 manejaban 10 900 cabezas de ganado bovino de doble propósito criollo por cebú en 23 785 hectáreas en su mayoría de temporal (Cuadro 33).

Como se muestra en el Cuadro 33, los GGAVATT's de la región están conformados por productores de diferentes edades, con diferentes extensiones de terreno y cabezas de ganado. La edad promedio de los productores de los GGAVATT's es de 47.9 años, por lo que pueden considerarse productores jóvenes. En cuanto a superficie, los GGAVATT's del municipio de Concordia son los que manejan extensiones de terreno más pequeñas (en promedio 33.5 hectáreas por productor); los GGAVATT's restantes manejan extensiones entre 100 y 150 hectáreas por productor, con excepción del GGAVATT de El Rosario el cual maneja en promedio una superficie de 320 hectáreas por productor (sin tomar en cuenta la extensión de 7886 hectáreas que posee sólo un productor). Con respecto al número de cabezas de ganado, los GGAVATT's del municipio de Concordia son los que manejan hatos más pequeños (menos de 50 cabezas de ganado por productor), los productores del GGAVATT de El Rosario manejan en promedio 218 cabezas de ganado por productor; los GGAVATT's restantes cuentan con hatos de entre 100 y 150 cabezas de ganado bovino.

Cuadro 33. Recursos productivos manejados por los 11 GGAVATT's hasta el año 2000 en la región sur de Sinaloa.

GGAVATT	Productores	Edad promedio de productores	Superficie (ha) ¹	Cabezas de ganado
Cerro de la Silla	16	52.6	2699	920
Sedentarios	15	49.6	2314	1262
El Quelite	7	40.1	1397	848
El Sacrificio	10	44.6	409	401
La Fortuna	12	36.3	421	442
Mesillas	11	44.2	384	548
Zavala	13	49.9	304	293
El Rosario	15	45.3	12 370	3284
Hacienda del Tamarindo	15	50.7	1681	1115
Rincón de Higueras	12	48.5	909	439
Tres Pueblos Unidos	19	54.9	895	1348
TOTAL	145	47.9	23 785	10 900

¹ Incluye uso agrícola, frutícola, pecuario y forestal.

Fuente. Información directa.

El 52.4% de los productores de los GGAVATT son considerados pequeños ganaderos, ya que cuentan con menos de 50 cabezas de ganado, el 27.6% como medianos ganaderos (con mas de 50 y menos de 100 cabezas de ganado) y el 20% como grandes ganaderos (más de 100 cabezas de ganado) (Cuadro 34).

Cuadro 34. Estratos de productores según número de cabezas de ganado bovino para los GGAVATT's del sur de Sinaloa.

Estrato	Numero de cabezas de ganado bovino	Número de productores	Promedio de cabezas de ganado por productor
1	1-25 cabezas	34	16 cabezas
2	26-50 cabezas	42	38 cabezas
3	51-75 cabezas	26	62 cabezas
4	76-100 cabezas	14	89 cabezas
5	101-150 cabezas	13	122 cabezas
6	151-200 cabezas	4	173 cabezas
7	Más de 201 cabezas	12	323 cabezas
TOTAL	-	145	75 cabezas

7.3.2. Proporción de Superficie con Adopción de Tecnología

A nivel regional el proceso de incorporación de alguna de las innovaciones del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo ha sido lento debido a que los productores han preferido probar primero la innovación con la que se incurre un menor riesgo ambiental y económico. Sin embargo, una vez que verifican la bondad de las innovaciones este proceso de cambio tecnológico se da de una manera más rápida y los productores van incorporando el resto de las innovaciones a su sistema de producción de acuerdo a su posibilidad económica.

Los componentes del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo que más aceptación tuvieron por los productores agropecuarios de la región fueron el pasto Llanero, el sorgo Costeño 201, el ensilaje y la leguminosa mucuna.

En 1994 la superficie de praderas sembradas con Llanero fue de 1676 hectáreas. En el 2000 esta superficie se incrementó aproximadamente a 36 000 hectáreas (CESSI-CIRNO-INIFAP, 2000). El segundo componente que ha conseguido más aceptación por los productores es el uso de la variedad de sorgo de doble propósito Costeño 201 para la alimentación del ganado. Esta variedad se destina al ensilaje y también a la producción de semilla para su siembra en los terrenos de temporal. La superficie sembrada de esta variedad pasó de 3000 hectáreas en 1993 a aproximadamente 30 000 ha en el 2000 (CESSI-CIRNO-INIFAP). Estas adopciones no necesariamente fueron en los GGAVATT's, esto ha sido en gran parte por productores desorganizados que han adoptado estos componentes por sus ventajas.

El otro componente que los productores han adoptado con rapidez es el establecimiento de silos. En 1993 esta práctica era realizada solamente por 15 productores quienes manejaban un mismo número de silos con un volumen total de 900 toneladas; este número se incrementó a 350 silos durante el año 2000, con una capacidad total de 21 000 toneladas (CESSI-CIRNO-INIFAP, 2000). El 19% de los silos para este año fueron realizados por productores de los GGAVATT's.

Los productores agropecuarios que conforman los 11 GGAVATT's del sur de Sinaloa, también han adoptado de manera parcial algunos de los componentes tecnológicos que conforman el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

Hasta el año 2000, los productores agropecuarios de los GGAVATT's habían adoptado al menos uno de los siguientes componentes: labranza cero o mínima de conservación; praderas de Llanero, Callie y Buffel; leguminosas forrajeras como mucuna, chicharo gandul (*Cajanus cajan*), canavalia (*Canavalia ensiformis*) y leucaena; las variedades de sorgo doble propósito Costeño 201 y Fortuna; conservación de pasturas por medio de ensilaje y henificado; elaboración de bloques nutricionales y especies arbóreas de uso múltiple.

Los componentes que fueron adoptados de manera más rápida fueron las praderas; el uso de la semilla de sorgo de doble propósito Costeño 201; la conservación de pasturas por el método de ensilaje y henificado; el establecimiento de leguminosas forrajeras intercaladas con el sorgo o como cultivo de cobertura; la elaboración de bloques nutricionales; la siembra de sorgo bajo labranza cero o mínima de conservación y el establecimiento de especies arbóreas nativas multipropósito (Cuadro 35).

El Cuadro 35 muestra la poca adopción de los árboles nativos multipropósito, estos son los componentes más difíciles del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo para ser adoptados por los productores debido a que los resultados no se ven a corto plazo, sino a mediano y largo plazo. Para que la adopción de los árboles nativos multipropósito se de por un número mayor de productores en la región sur de Sinaloa, los resultados obtenidos a nivel experimental son primordiales. Específicamente, para que la adopción sea mayor en los GGAVATT's de la región, el papel del técnico en la promoción y la difusión de la importancia del cultivo de los árboles nativos multipropósito dentro de las unidades productivas es indispensable, y sin la ayuda de estos es muy difícil lograr avanzar en la adopción de estos componentes.

Cuadro 35. Adopción de los componentes tecnológicos del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo por los productores de los GGAVATT del sur de Sinaloa hasta el año 2000.

Componente tecnológico	Unidad
Praderas de Llanero	1900 hectáreas
Praderas de Callie, Buffel, Guinea	590 hectáreas
Labranza cero y/o mínima de conservación	120 hectáreas
Establecimiento de mucuna	120 hectáreas
Establecimiento de chicharo	50 hectáreas
Establecimiento de canavalia	15 hectáreas
Sorgo de doble propósito Costeño 201	1600 hectáreas
Silos de trinchera y tipo “torta”	65 silos
Henificado de forraje	150 toneladas anuales
Elaboración de bloque nutricionales	40 toneladas anuales
Establecimiento de arellano	32 hectáreas
Establecimiento de leucaena	8 hectáreas
Establecimiento de venadillo	1.5 hectáreas

Fuente: Loaiza, 2001, comunicación personal

Si no se promueve la adopción de los árboles nativos multipropósito en los GGAVATT's de la región por los técnicos, la presión que se seguirá teniendo en los recursos naturales de la región, específicamente en la vegetación será muy fuerte, ya que dependerán de este recurso para la extracción de postes, forraje, leña y madera. De igual manera, se requiere el apoyo incondicional de las instituciones de gobierno para que apoyen económicamente este tipos de programas que buscan disminuir la presión de los recursos naturales de la región. Es bien sabido que la participación directa de los productores en este tipo de programas es importantísima, ya que ellos son los responsables directos del éxito o fracaso de un programa de esta naturaleza. Los programas institucionales en los que no se involucra directamente a los productores interesados van al fracaso (ver diferentes Planes Institucionales).

Para la adopción de estos componentes tecnológicos, los investigadores del CESSI-INIFAP responsables de este modelo de organización en el sur de Sinaloa han capacitado a los productores agropecuarios y asesores técnicos mediante cursos, talleres, conferencias, demostraciones, recorridos de campo y asesoría directa. La asesoría

permanente y de buena calidad ha sido uno de los factores claves que explican los logros alcanzados por los productores miembros de los GGAVATT's.

7.3.3. Uso y Manejo del Agostadero

En el estado de Sinaloa el Bosque Tropical Caducifolio o Selva Baja Caducifolia es el tipo de vegetación más representativo ya que ocupa el 37.9% de la superficie total del estado. En la región sur de Sinaloa a estas áreas de bosque nativo también se le denomina “agostadero” por ser utilizado para pastoreo con ganado bovino y representan el 39.3% de la superficie total de la región. (SAGAR, 1997). Además de utilizarse el Bosque Tropical Caducifolio como agostadero, éste constituye un recurso natural que proporciona una serie de productos para el campesino de la región entre los que destacan la leña, los postes para cerca, horcones, puntales para cimbra, tutores para cultivos agrícolas y mangos para herramientas.

El agostadero en la región está conformado por 866 081 hectáreas todas de uso comunal (SAGAR, 1997). En la actualidad se encuentra sobreexplotado con fines forrajeros para el ganado, la extracción de madera, postes para cercos, tutores para hortalizas y leña para uso doméstico. No existe, en la mayoría de las comunidades, ninguna regulación para su explotación, ya que tradicionalmente se le considera y trata por los productores agropecuarios como un recurso común y de libre acceso.

El 86% (20 452 hectáreas) de la superficie total que manejan los productores de los GGAVATT's es de agostadero, también en este caso la mayoría de esta superficie es manejada como un recurso común y de libre acceso.

Una de las principales causas de degradación del agostadero es el sobrepastoreo por el ganado, ya que cada productor puede meter las cabezas de ganado que quiera porque no existe un reglamento que regularice esta situación. Como lo mencionó un productor *“...anteriormente metía el ganado al agostadero y se alimentaban durante todo el año en un rincón; ahora las mismas cabezas de ganado requieren tres veces más superficie para poder alimentarse durante la época de lluvias, ya ni que decir durante todo el año,*

y como eso de que es de uso común, nadie se hace cargo de él, ni lo reforestan, nada...”²².

Otra de las causas de degradación es la causada por el hombre para la extracción de madera para postes de cercas para las unidades de producción, por esta razón la madera de mejor calidad para este fin es la más demandada (en este caso el arellano, ya que la duración de esta especie es de más de 50 años). Otras especies como el mauto (*Lysiloma divaricata*) y el iguano (*Caesalpina eriostachys*) son de menor calidad por lo que su extracción es muy alta para satisfacer la demanda local. Los productores están conscientes de la presión que se ejerce sobre los agostaderos, pero reconocen que no se está haciendo algo para reducirla, como lo menciona un productor de los GGAVATT's “...si hay menos madera buena para postes, porque hay mucho pícaro, mucho pillo que dice: “voy a cortar cincuenta y corta ciento cincuenta” y se va pa' fuera... ya no volvió. Tiene que haber menos madera forzosamente porque pues ahora para ir a cortar un poste bueno hay que ir lejísimos, hasta las orillas y puede que no lo halle, no, no en aquellos años a la orilla de la carretera ahí estaba la madera y cortaban los palos. Ahorita si uno quiere cortar madera buena para cercar hay que buscar madera que dure muchos años, el arellano es una muy buena especie pero hay que buscarlo en el agostadero muy despacio pero si hay, hay partes muy en los rincones en unos cerros muy difíciles... pero si hay, esos palos duran muchos años. Los palos corrientes duran cuando mucho unos tres o cuatro años...”²³.

Los productores de los GGAVATT's están conscientes de la importancia de la protección, restauración, conservación y explotación racional de los agostaderos de la región, algunos ya están trabajando con este fin, otros ya cuentan con un reglamento para su explotación. Algunas comunidades como Mesillas y San Ignacio que todavía cuentan con buenos agostaderos tratan de cuidarlos al máximo como lo menciona un productor “...ahorita solamente se permite extraer los postes que sean necesarios para cercar la unidad productiva, aún y cuando exista madera buena para otros fines, no

²² Remigio Nava productor del GGAVATT “Tres Pueblos Unidos” de Chametla, El Rosario, Sinaloa.

²³ Miguel Castañeda productor del GGAVATT “Cerro de la Silla” de San Ignacio, Sinaloa.

dejan que se corte madera para vender, puro para el servicio de la comunidad, y nosotros estamos de acuerdo. Ahora ya tenemos más cuidado con el agostadero, yo lo cuido, si voy a cortar un palo y el que esta delgadito lo acuesto, tumbo el palo, lo vuelvo a parar y no lo daño...”²⁴. Otro productor menciona “...nosotros no vendemos postes y tampoco dejamos que otra gente lo haga. Solo tumbamos aquellos palos que ya están sazones, buscamos conservar un poco la vegetación que tenemos...”²⁵.

La reglamentación o no para el acceso de los recursos comunales en las diferentes comunidades de la región está dado por la decisión propia de los productores que las conforman. En las comunidades donde no está reglamentado el acceso a los recursos naturales comunales, los productores agropecuarios que cuentan con muchas cabezas de ganado (ganaderos empresariales) son los que salen beneficiados debido a que no existe un límite en cuanto al número de cabezas de ganado que pueden enviar a pastorear al agostadero.

Los pequeños y medianos ganaderos (menos de 50 cabezas de ganado bovino) organizados en los GGAVATT's que son los productores que pueden establecer en sus parcelas los árboles nativos multipropósito debido a que son los que están intensificando el sistema, con la superficie que establezcan (un promedio de 3 hectáreas para estas especies) será suficiente para cubrir su propia demanda. Si no se tuviera esta superficie para destinarla para la siembra de estas especies, otra practica viable es establecer los árboles nativos multipropósito en cercas vivas, esta practica resolvería el problema en aquellos productores que cuentan con poca superficie. Algunos de estos productores que estén en condiciones de establecer un poco más de superficie, en el mediano plazo tendrán la capacidad de vender postes a otros productores de la región; definitivamente esta medida no será suficiente para bajar la presión que se tiene en el agostadero por estos recursos. Los productores no organizados al revalorar la importancia de la conservación de los recursos naturales y al ver el ahorro que en términos monetarios se tiene en el mediano plazo al no tener que comprar postes para reposición de sus cercos, optarán por el establecimiento de los árboles nativos multipropósito en sus unidades

²⁴ Diego Lizárraga productor del GGAVATT “Zavala” de Zavala, Concordia, Sinaloa.

²⁵ Miguel A. Valdez productor del GGAVATT “Mesillas” de Mesillas, Concordia, Sinaloa.

productivas. Para que la siembra de estas especies llegue a tener más éxito, debe de ir acompañado de un programa gubernamental que incentive el establecimiento de esta práctica agroforestal.

7.3.4. Factibilidad de Adopción de Alguno de los Componentes Forestales

En este apartado se hace mención de un concepto que resume lo que se busca con la adopción de alguna especie forestal nativa multipropósito, la forestación social. Este término se introdujo quizá por vez primera, en la India, en el año de 1973. Según Cernea (1999) la forestación social busca que se motiven a grandes cantidades de personas a sembrar árboles, que se promueva el tipo de cultivo de árboles más adecuados para proporcionar leña, madera, hierbas e ingresos para los pequeños productores y que proporcionen mayores beneficios a los estratos más pobres.

Los productores agropecuarios son la pieza clave de un programa como la forestación social, ya que de ellos depende que éste prolifere o fracase en la medida en que se de su intervención. Los productores agropecuarios de los GGAVATT's se han concientizado de la continua degradación de la que han sido objeto los agostaderos de la región y están convencidos de que se deben tomar medidas preventivas para ir recuperando poco a poco este recurso natural.

La medida más adecuada para las condiciones naturales, económicas y sociales de la región, es que el productor agropecuario establezca en su unidad productiva además de las innovaciones tecnológicas de los componentes agrícola y pecuario, las del componente forestal propuesto como parte del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo; de este componente el productor obtendrá postes, tutores, madera y forraje, con lo que se evitará que se sigan sobreexplotando los agostaderos de la región.

De la muestra total de los productores de los GGAVATT's entrevistados ($n = 30$ entrevistas), el 100% de los productores mencionaron que están interesados en adoptar al menos una de las especies multipropósito nativas que constituyen el componente forestal, ello debido a que el productor agropecuario ha visto que es más factible manejar el hato ganadero dentro de su misma unidad productiva evitando así el abigeato (muy común en la zona) y el sobrepastoreo del agostadero. De la misma manera están

convencidos de que cada vez tiene que recurrir más frecuentemente al agostadero y a distancias mas largas para cortar postes de mala calidad. La extracción de postes y vara blanca junto con el sobrepastoreo del ganado son las principales causas de sobreexplotación del agostadero.

La especie forestal nativa multipropósito que tuvo más aceptación por los productores de los GGAVATT's para ser establecida, ya sea como cerca viva o dentro de un área compacta, fue el arellano. Todos los productores reconocieron que esta especie es la que más demanda ha tenido para la utilización de postes para cercos rústicos, a tal grado de que actualmente es difícil encontrarla dentro de los agostaderos.

El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo busca con el componente forestal que el productor agropecuario sea autosuficiente en madera para postes, madera para ebanistería, proporcionarle un banco de proteína para el ganado, recuperar las áreas abandonadas a la producción y la fijación de nitrógeno atmosférico, es decir, realizar un manejo forestal sostenible dentro de su misma unidad productiva.

El arellano es sin duda una de las especies más sobreexplotadas del agostadero, a tal grado que algunos productores ya no lograron conocerla como especie característica de este tipo de vegetación. Tal como lo menciona un productor, *“...a mí todavía me tocó conocer el arellano, no produce pastura, la vainita no estoy seguro si se la come el ganado, pero es un árbol muy bueno para madera... Por esta zona nunca ha habido en abundancia ya que se sobreexplotó, donde si me tocó ver grandes bancos de arellano fue en Villa Unión, se lo acabó la gente, allí de veras había... Como madera para postes es muy buena, un palito como de ocho centímetros de diámetro te dura unos 60, 70 años...”*²⁶.

La mayoría de los productores mencionaron que a ellos les interesaría plantar el arellano como cerca viva, de esa manera no tendrían que estar reponiendo los postes del cerco año con año, lo que evitaría que se siga sobreexplotando el agostadero. Un productor participante en uno de los GGAVATT's mencionó *“... a mí más que nada me interesaría como cerca viva, sería muy interesante, yo voy a ver eso en el GGAVATT, si*

²⁶ Diego Lizárraga productor del GGAVATT “Zavala” de Zavala, Concordia, Sinaloa.

ellos no le entran y o si le voy a entrar si Dios quiere porque yo siento que es un punto que a futuro es muy bueno y no le cuesta mucho, con quien se puede ver eso, a mí si me interesa eso, si hubiera algo yo vería de acomodar la plantita, a lo mejor no muchas hectáreas, a nivel comunidad sería bueno, mi papá es el presidente de la comunidad sería cuestión de ver, yo pienso que hay mucha gente que le interesa eso, todas esas milpas que dices tú que están erosionadas se podrían sembrar porque el arellano se da muy bien, antes donde quiera había... Ya hay muy poquitos porque la gente los ha talado, pero no es porque no se de...”²⁷.

Este tipo de innovaciones forestales dentro del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo tienen por objetivo recuperar las parcelas o áreas más erosionadas e improductivas de la unidad productiva. De igual manera, trata de evitar la tala inmoderada de las especies más demandadas del agostadero por los productores agropecuarios, al respecto, menciona un productor “...sí me gustaría que hubiera un programa de esos para plantar árboles... Pienso que el mejor árbol como para uno es el arellano, yo lo plantaría como cerca alineado, también como para ponerlo en el monte virgen... Aquí lo que más se desarrolla en los terrenos de la comunidad es el arellano y el venadillo, estoy pensando en plantar arellano y algo como venadillo y cedro, ese tipo de árboles, incluso hay tierras, buenos terrenos en donde prospera el venadillo...”²⁸.

La necesidad de obtener productos maderables y forrajeros de manera constante es uno de los objetivos del productor por lo que le interesa plantar diferentes especies forestales, pero al mismo tiempo, tiene conciencia de la conservación del agostadero, y dentro de este, de recuperar especies valiosas para su producción.

A la fecha, 16 productores de los GGAVATT's, que representan el 11% del universo de estudio, ya establecieron cada uno en promedio dos hectáreas compactas de arellano, lo que arrojó un total de 32 hectáreas cultivadas con esta especie. Con un manejo adecuado, a mediano plazo (cinco años) se obtendrán postes y estacones, evitando así la sobreexplotación del agostadero. Ocho productores que representan el 5.5% de los productores de los GGAVATT's, adoptaron ocho hectáreas de leucaena. Los

²⁷ César Osuna productor del GGAVATT “El Quelite” de El Quelite, Mazatlán, Sinaloa.

²⁸ J. Dionicio Herrera productor del GGAVATT “Sedentarios” de Coyotitán, San Ignacio, Sinaloa

productores obtendrán de esta especie forraje rico en proteína para el ganado, además cosecharán leña para autoconsumo. Con un manejo sostenido, esta especie producirá año con año forraje y leña. El venadillo que es la especie en la que los beneficios se ven a largo plazo, fue establecida por un productor (0.7% del universo de estudio) en 1.5 hectáreas.

Al interior de los GGAVATT's ya se establecieron un total de 41.5 hectáreas compactas con árboles nativos multipropósito, lo que permitirá que los productores agropecuarios ya no extraigan productos del agostadero, evitando así que el área más problemática del sistema agrosilvopastoril que al ser un recurso en el que se involucran decisiones de carácter comunitario y, que en algunas comunidades no se tiene control sobre este se siga sobreexplotando.

7.3.5. Participación de Productores en Aspectos Organizativos

El GGAVATT es una forma de organización que los productores agropecuarios adoptaron como suya. A la fecha se han logrado avances importantes en la participación colectiva de los productores, además la decisión de organizarse, participar y permanecer en el grupo organizado es del propio productor. En el crecimiento y consolidación de esta nueva forma de organización han influido los avances alcanzados con los módulos de validación y transferencia de tecnología, así como los propios investigadores que la han estado promoviendo, tal y como lo menciona un productor “... *pues hemos visto como se ha trabajado en los módulos, además nos invitó a participar el ingeniero, lo hemos visto que es una persona muy seria, muy responsable y trabajadora ...*”²⁹

Esta nueva forma de organización no se trata de un modelo impuesto, en el que se les prometen incentivos para poderlos agrupar, prueba de ello es el testimonio de los productores “...*siempre he estado yo convencido de que el darnos todo no sirve de nada, al campesino darle todo no sirve, a la gente hay que enseñarla a trabajar, a que haga las cosas mejor y eso es lo que a mí me gustó, enséñenme no quiero que me den, y todo mundo ya está convencido de eso, préstamos con intereses bajos, enséñenos...*”³⁰. Otro

²⁹ César Osuna productor del GGAVATT “El Quelite” de El Quelite, Mazatlán, Sinaloa.

³⁰ Ricardo Rojas productor del GGAVATT “Zavala” de Zavala, Concordia, Sinaloa.

productor constata lo anterior “...estamos tratando de salir adelante, hacer las cosas mejor; yo no quiero que me den, quiero aprender, que me enseñen un poquito más de las siembras y de otras cosas...”³¹

Los modelos de organización impulsados por el Estado en los años de 1980, dejaron marcados a los productores de la región, pero se está demostrando que trabajando de manera seria y honesta se puede lograr que los productores trabajen en grupos organizados. Este es el sentir de varios productores “...pienso que estando unidos y agrupados puede haber mejores apoyos que de manera individual y aparte pues recibe una orientación por parte de los técnicos y yo pienso que es mejor...”³². En este sentido otro productor señaló “...como se dice que en grupos se hacen las cosas más grandes, yo siempre he querido ir progresando que tengamos maquinarias para trabajar más a gusto, picadoras y para que nos enseñen más cosas sobre el manejo del ganado...”³³. Otro productor lo constata “...como le digo para ser uno más, haber si tiene uno más unión, para tener más maquinaria, para producir más, uno solo no puede hacer nada...”³⁴.

El mecanismo de participación de los productores dentro de la organización son las reuniones mensuales. La reunión mensual es la herramienta para que los productores de los GGAVATT's participen y tomen sus decisiones como organización. En ella se sigue un orden del día que comprende: lista de asistencia, lectura de la minuta de la junta anterior, revisión de acuerdos, evaluación y seguimiento de las actividades programadas y programación de nuevas actividades. La junta mensual es la oportunidad para que los productores agropecuarios intercambien puntos de vista sobre cómo resolver los problemas comunes de su sistema de producción. La participación de los asesores técnicos y los investigadores se limita a proporcionar información, asesoría y capacitación; en todo el proceso, el peso de las decisiones recae en los productores. La junta se realiza en el rancho de alguno de los productores miembros del GGAVATT.

³¹ Hector Motta productor del GGAVATT "La Fortuna" de Agua Caliente de Garate, Concordia, Sinaloa.

³² Rafael Sánchez productor del GGAVATT "Rincón de Higuera de Rincón de Higuera, El Rosario, Sinaloa.

³³ Remigio Nava productor del GGAVATT "Tres Pueblos Unidos" de Chametla, El Rosario, Sinaloa.

³⁴ Jorge López productor del GGAVATT "Mesillas" de Mesillas, Concordia, Sinaloa.

El eje central de esta organización es la capacitación que mes con mes los investigadores o asesores técnicos dan a los productores. Esta capacitación regularmente se da en el módulo de validación y transferencia de tecnología piloto que cada GGAVATT tiene. En este módulo el resto de los productores se capacita en innovaciones como conservación y manejo de los recursos naturales, productividad agrícola, pecuaria y forestal, salud y nutrición animal, reproducción, procedimientos técnico-administrativos, establecimiento y manejo de praderas, establecimiento y manejo de leguminosas forrajeras, industrialización y comercialización de los productos y subproductos agropecuarios, todo ello con el objeto de incrementar la rentabilidad, producción y productividad agrícola, pecuaria y forestal de manera sostenible y sin deterioro de los recursos naturales.

Sin duda alguna gran parte del éxito de este modelo de organización se debe principalmente a que mediante un proceso de capacitación, se aplican los conocimientos científicos e innovaciones tecnológicas generadas por las instituciones con el asesoramiento directo en los ranchos por los asesores técnicos. Los asesores técnicos, que en promedio atienden a tres o cuatro GGAVATT's son los responsables de conducir, evaluar y dar seguimiento al proceso productivo de los productores miembros de esta organización. Esta nueva forma de organización en el estado es reconocida por las instituciones del sector agropecuario como una nueva forma de dar asistencia técnica efectiva a los productores agropecuarios de Sinaloa.

Otro factor de éxito de este modelo de organización es la participación de la mayoría de las instituciones relacionadas con el sector agropecuario, las que de manera conjunta con los investigadores, asesores técnicos y productores agropecuarios tratan de resolver la problemática del sistema agrosilvopastoril.

Parte del éxito de este modelo de organización también se debe a la asignación permanente por parte del Estado (a través del Programa Agropecuario Integral –DPAI-) de cuatro asesores técnicos a los 11 GGAVATT's de la región, estos son los responsables de la asesoría técnica a los productores agropecuarios.

La participación en este modelo de organización no solo se limita a los productores agropecuarios, actualmente las esposas de los productores ya están participando de

manera entusiasta en parte del proceso productivo del sistema agrosilvopastoril. En la actualidad en uno de los GGAVATT del municipio de Concordia, ya existe una organización bien consolidada formada por esposas de los productores. Esta organización está trabajando en un taller de productos lácteos que ellas mismas organizaron, en esta pequeña empresa se industrializan y comercializan los productos y subproductos derivados de la leche (quesos de diferentes maduraciones, yogurt, cajeta y otros); a nivel local ya cuentan con su propio mercado. Así mismo, en tres GGAVATT's de los municipios de El Rosario y San Ignacio, se está trabajando para crear tres talleres más para la industrialización y comercialización de productos lácteos.

Con esta nueva forma de organización se han logrado resolver muchos de los problemas que inciden en el sistema agrosilvopastoril, sin embargo es necesario continuar trabajando conjuntamente productores, investigadores, asesores técnicos e instituciones (educativas y de gobierno) para resolver algunos puntos críticos que impiden que el productor agropecuario sea eficiente completamente en su sistema de producción. Un punto crítico importante es la comercialización de la leche y la carne, por lo que se deben buscar mecanismos eficientes de organización que le permitan a los productores agropecuarios participar directamente en el mercado sin la necesidad de tener que recurrir a los intermediarios. Claro está que ellos por si solos no podrán resolver esta problemática, se requiere la participación directa del Estado para que se involucre activamente en los problemas que aquejan a los productores agropecuarios de la región.

7.4. Análisis Integrado de los Indicadores

La integración de los indicadores analizados en la evaluación de la sostenibilidad del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo tiene la finalidad de presentar, a través de una grafica, la valoración obtenida de manera clara y precisa para cada uno de los sistemas evaluados. La integración de los indicadores permite, de igual manera analizar y concluir cuales son los puntos críticos de cada sistema evaluado sobre los que se tendrán que tomar medidas para corregirlos.

En la evaluación de la sostenibilidad, los sistemas evaluados fueron el sistema agrosilvopastoril tradicional contra el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo,

los cuales se compararon con indicadores “ideales” u “óptimos”, es decir, los niveles a los que pueden llegar los indicadores que se están evaluando manejando las innovaciones tecnológicas propuestas y de acuerdo con las condiciones ambientales, productivas, económicas y sociales de la región de estudio. Los valores definidos para los indicadores del sistema “ideal” u “óptimo” se establecieron de acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación realizada en la región o en otras similares y con conocimiento del autor, los investigadores del CESSI-INIFAP y varias investigaciones realizadas durante la vida del proyecto. Se debe entender que la evaluación de la sostenibilidad se obtiene para una zona y sistema de producción específicos y que es una evaluación temporal y espacial, por lo que sí se desea extrapolar a otras zonas geográficas se requieren realizar los ajustes necesarios.

El valor “ideal” u “óptimo” de cada uno de los indicadores se estandarizó para que alcanzará un 100%. De este valor se partió para asignarle el porcentaje a cada uno de los indicadores de los sistemas evaluados dependiendo de la meta que es posible alcanzar bajo las actuales condiciones y que fue definida para cada uno de los indicadores. Independientemente de la valoración cualitativa o cuantitativa, todos los valores son expresados en porcentaje. Para el caso de indicadores cualitativos, bajo corresponde a 0%, medio corresponde a 50% y alto corresponde a 100%. El porcentaje obtenido para estos indicadores mide el grado de eficiencia o avance alcanzado.

El valor de 100% corresponde a la meta “ideal” que el sistema podría alcanzar, el valor 50% corresponde al punto en que es necesario que el productor tome algunas medidas correctivas que modifiquen este problema y así poder asegurar la sostenibilidad del sistema. Si un indicador está por debajo de este límite implica que el sistema está dentro de lo insostenible. Los indicadores que están entre el 50 y el 75% significa que se tendrán que tomar medidas preventivas para asegurar que el indicador no decaiga por debajo del 50% y ponga en riesgo la sostenibilidad hasta ahora alcanzada. Mientras que los indicadores que están por arriba del 75% indican que el sistema no presenta ninguna dificultad con este indicador, aunque se tiene que seguir trabajando para alcanzar la sostenibilidad.

La mayoría de los indicadores evaluados se comportaron de manera positiva, es decir entre más alto es su valor significa que esta mas cercano al optimo posible. Algunos otros indicadores como erosión, escurrimiento superficial e índice de dependencia de insumos externos son negativos, en el sentido de que cuanto más alto es su valor significa que hay mayor deterioro del recurso o bien la situación del productor no es la deseable.

Los valores otorgados como óptimo para cada uno de los indicadores, y el valor obtenido por sistemas de producción se muestran en el Cuadro 36.

Los valores calculados para los sistemas de manejo mostrados en el Cuadro 36, se obtuvieron en la mayoría de los casos por relación lineal simple con base en los valores óptimos para cada uno de los indicadores evaluados. A continuación se describe el procedimiento que se siguió para determinar los valores óptimos.

El **rendimiento de forraje** de materia seca para las diferentes especies evaluadas se obtuvo con información de investigación realizada en la zona de estudio.

La **producción de postes de arellano** se calculó con base en la densidad de población de arellano por hectárea (1100 plantas, cada planta dará 2 postes en promedio) que se manejan en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

El valor óptimo para determinar la **diversidad biológica** de los sistemas de manejo evaluados se obtuvo tomando como base el número de especies (seis especies) que maneja el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

Los valores para los **indicadores pecuarios** se obtuvieron considerando las características genéticas y el manejo del hato que los productores realizan, así como las condiciones ambientales de la zona.

En **producción de leche**, se decidió usar como valor óptimo el producido por los productores que han adoptado los componentes tecnológicos que afectan la productividad y calidad de forraje, así como la alimentación del ganado, ya que se desconoce cual es el potencial productivo genético de las diversas cruzas de ganado que manejan los productores.

Cuadro 36. Valores de los indicadores de sostenibilidad para los sistemas evaluados en el sur de Sinaloa.

Indicador de sostenibilidad	Valor óptimo	Sistema Alternativo	Sistema Tradicional
Rendimiento de sorgo [t de materia seca ha ⁻¹]	10.0 t de materia seca ha ⁻¹	8.2 (82%)	4.2 (42%)
Rendimiento de pradera [t de materia seca ha ⁻¹]	10.0 t de materia seca ha ⁻¹	9.5 (95%)	0 (0%)
Rendimiento de leucaena [t de materia seca ha ⁻¹]	2.0 t de materia seca ha ⁻¹	1.6 (80%)	0 (0%)
Rendimiento de mucuna [t de materia seca ha ⁻¹]	3.0 t de materia seca ha ⁻¹	2.4 (80%)	0 (0%)
Producción de leña (t de materia seca ha ⁻¹)	1.5 t de materia seca ha ⁻¹	1.5 (100%)	0 (0%)
Producción de arellano [postes ha ⁻¹]	2200 postes ha ⁻¹	2200 (100%)	0 (0%)
Diversidad biológica [número de especies/sistema]	6 especies vegetales	6 (100%)	1.0 (17%)
Producción de leche [L vaca ⁻¹ año ⁻¹]	1560 L vaca ⁻¹ año ⁻¹	1560 (100%)	830 (53.2%)
Estabilidad de producción de leche	Alta	Alta (100%)	Media (50%)
Meses de producción de leche por año	12 meses por año	12 (100%)	10 (83%)
Producción de carne [kg/becerro destetado]	268 kg de peso vivo	268 (100%)	180 (69.8%)
Edad al primer parto [meses]	30 meses	33 ((84%)	40 (45%)
Porcentaje de pariciones	85%	85 (100%)	55 (15%)
Período interpartos [meses]	14 meses	14 (100%)	20 (40%)
Pérdida de suelo [t ha ⁻¹ año ⁻¹]	2.85 t ha ⁻¹ año ⁻¹	2.85 (100%)	22.7 (0%)
Costo ecológico [kg suelo perdido para producir kg forraje]	0.0 kg de suelo perdido	0.23 (94%)	4.0 (0%)
Escurrimiento superficial [mm de lluvia perdida ha ⁻¹]	0.0 mm de lluvia ha ⁻¹	100 (91%)	378 (65%)
Relación B/C	1.5	1.23 (46%)	0.8 (0%)
Retorno a la mano de obra (RMO) [\$ día ⁻¹]	\$92.82 día ⁻¹	92.82 (100%)	34.79 (37.5%)
Retorno a la tierra (RT) [\$ año ⁻¹]	\$1672.5 ha ⁻¹	1672.5(100%)	417.5 (25%)
Costo de inversión inicial [becerros]	Ocho becerros a la venta	8.8 (90%)	12.04 (49.5%)
Índice de dependencia de insumos externos (IDIE) [%]	0%	28.8 (71.2%)	51.2 (48.8%)
Adopción de al menos una especie. forestal [%]	146 productores	20 (13.7%)	0 (0%)
Organización de productores	2080 (10% de los productores agropecuarios de la región) productores organizados en GGAVATT's	146 (7.02%)	0 (0%)

El valor de **producción de carne** se calculó con base en el peso de los becerros a los 15 meses de edad, que es cuando normalmente los productores los venden. El valor óptimo se alcanzó con el valor del peso de los becerros del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

Para calcular el valor óptimo de la **edad de las vacas al primer parto**, se consideró que la edad ideal bajo este sistema de manejo es cuando las vacas hallan cumplido los 30 meses de edad. El valor más bajo(0%) es cuando las vacas estén pariendo hasta los 48 meses de edad. Con base en estos valores se calculó el porcentaje para los sistemas de manejo evaluados.

El valor óptimo para el **porcentaje de pariciones** se obtuvo considerando que de cada 10 vientres en producción 8.5 estén pariendo. Para obtener el valor menos deseable se consideró que del mismo número de vientres, sólo cinco de ellas alcancen a parir.

El valor para el **período interpartos** se calculó considerando que cada vientre en producción este pariendo cada 14 meses. Se consideró como el valor más bajo cuando los vientres están pariendo cada 24 meses.

Los valores de **pérdida de suelo, costo ecológico y escurrimiento superficial** tienen un comportamiento negativo, ya que obtener un valor mayor indicará mayor degradación del recurso, por lo que entre más bajos sean estos valores indica que el recurso se está degradando a tasas menores. Los porcentajes para estos indicadores se obtuvieron con base en la eficiencia de los indicadores con respecto a los óptimos fijados.

El valor óptimo de **pérdida de suelo** se fijó en $2.85 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, este valor se obtuvo con base en investigación regional tomando como referencia la integración de los componentes del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo. Como valor menos deseable se consideró a la pérdida de suelo que se obtiene con el manejo del sistema tradicional.

El **costo ecológico** se calculó considerando como valor óptimo tener que perder 0.0 kg de suelo para producir 1.0 kg de forraje de materia seca. El peor valor se consideró a los

kg de suelo que se pierden en el sistema tradicional para poder producir 1.0 kg de forraje de materia seca.

El valor para **escurrimiento superficial** se calculó considerando que el sistema más eficiente es aquel que logra capturar el total de las lluvias que caen en la región. De esa premisa se partió para calcular los porcentajes con base en eficiencia de captación los sistemas de producción evaluados.

En la **relación beneficio/costo** no se consideró necesario calcular ya que el indicador por si mismo señala cuanto se recupera de cada peso invertido

Los valores para los indicadores de **retorno a la mano de obra (RMO)** y **retorno a la tierra (RT)** se calcularon considerando los costos de oportunidad que se tienen en la zona de estudio.

El valor obtenido para el **costo de inversión inicial** se calculó considerando el número de becerros machos que el productor puede vender para que su unidad productiva no se descapitalice. Se estimó que el productor puede vender hasta ocho becerros por año; de este valor se partió para calcular los porcentajes para cada sistema de producción. Entre más número de becerros se necesiten vender para establecer el sistema productivo, se es menos eficiente y por lo tanto hay una mayor descapitalización de la unidad productiva vía venta de ganado. Para que el sistema productivo deje de existir como tal, se requiere de la venta de 16 animales, por lo que este se considera como el valor mas bajo.

El valor óptimo para el **índice de dependencia de insumos externos** es aquel en el que el sistema de producción no depende del exterior (comportamiento negativo) para llevar a la practica su sistema de producción, por lo contrario, el peor valor es para el sistema que depende completamente del exterior.

El valor para **adopción de al menos una especie forestal** se obtuvo considerando como universo a los 146 productores que participan en los GGAVATT's del sur del estado

El valor para **organización de productores** se obtuvo considerando que sería deseable que al menos el 10% de los productores con menos de 50 cabezas de ganado de los 20 800 productores de la región sur del estado se organicen en GGAVATT's.

Con base en el Cuadro 36, se procedió a graficar los valores de los indicadores de sostenibilidad evaluados para los sistemas de producción (Figura 26). Para la realización de la grafica de valoración para cada uno de los indicadores, se utilizó la técnica mixta de la amiba (Brink *et al.*, 1991), la cual da la oportunidad de observar y determinar de manera clara y precisa cuales son los puntos críticos de cada sistema, sobre los que se tendrán que realizar acciones para corregir esta debilidad.

La Figura 26 muestra primeramente en sentido de las manecillas del reloj los indicadores técnicos-ambientales-productivos que participaron en la evaluación de la sostenibilidad, posteriormente se graficaron los indicadores económicos, para terminar con los indicadores sociales.

Algunos indicadores de sostenibilidad del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se ubicaron en el nivel de los valores óptimos de la grafica tipo amiba, lo que indicó que estos ya alcanzaron la meta planteada al inicio de la evaluación, por lo que no presentan problemas de llegar a ser puntos críticos, sin embargo, se debe seguir trabajando sobre ellos como hasta ahora, para que en el futuro no se conviertan en un punto débil del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

Con base en la Figura 26, se identificaron los puntos críticos de los sistemas agrosilvopastoril tradicional y del modelo alternativo, así como las bondades que presentaron los indicadores evaluados.

De manera general, la Figura 26 muestra que el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue el que más bondades presento en casi todos los indicadores evaluados con respecto al sistema tradicional. Es decir, el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo muestro una tendencia más clara de avanzar hacia la sostenibilidad técnica-productiva-ambiental, económica y social, la cual fue definida para las condiciones específicas del sur de Sinaloa como el sistema ideal u “optimo”.

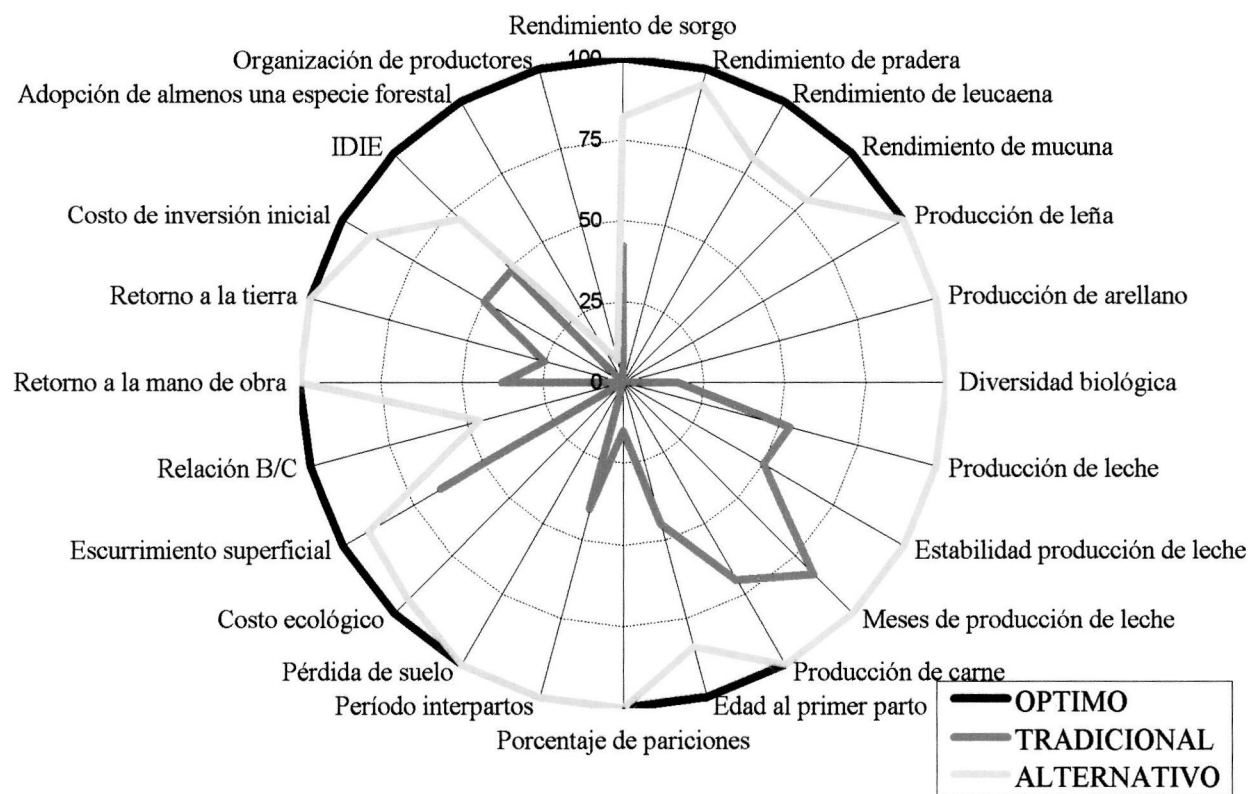


Figura 26. Evaluación de la sostenibilidad para dos sistemas agrosilvopastoriles en el sur de Sinaloa.

El modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en casi todos los indicadores evaluados fue más sostenible que el sistema tradicional; en algunos de ellos, como los de productividad agrícola, pecuaria y forestal y algunos de los índices de eficiencia económica dicho sistema ya alcanzó los límites planteados en el sistema “óptimo”. Sin embargo, en otros indicadores como algunos de los económicos y sociales el sistema presenta problemas, por lo que se deben tomar medidas para evitar que estos caigan por abajo del nivel hasta ahora alcanzado.

Los indicadores que aun no alcanzan el óptimo en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fueron aquellos relativos a la productividad agrícola tales como: rendimiento de sorgo, rendimientos de leucaena y mucuna, lo anterior se debió a que en el 2000 fue el año más seco que se ha presentado en la región en los últimos cuarenta años y los rendimientos fueron de 30% menos que los que se pueden alcanzar en años normales. Sin embargo, estos indicadores pueden ser superados en la medida en que haya una precipitación del al menos 500 mm y la distribución de la lluvia sea en los meses de julio a octubre para que se alcancen mejores rendimientos.

El índice de dependencia de insumos externos es un indicador que puede ser un problema para el sistema agrosilvopastoril alternativo y convertirse en un punto crítico, ya que está por abajo del umbral en el que se tienen que tomar medidas preventivas para corregirlo. Parte de esta dependencia de insumos externos se debe a la demanda de postes que este sistema tiene, pero será a partir del año 6 cuando el arellano entre en producción que este sistema reducirá su dependencia.

Algunos indicadores del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo como producción de leche, producción de carne y pérdida de suelo alcanzaron los niveles considerados como óptimos, ello como consecuencia de las innovaciones tecnológicas manejadas por este sistema, lo que se tradujo en una mayor producción de forraje y por consiguiente una mayor cantidad de alimento de muy buena calidad para el ganado, lo que incremento los índices productivos pecuarios; además con el establecimiento y manejo de estas innovaciones tecnológicas se aseguró un eficiente manejo y conservación de los recursos naturales con los que cuenta el productor.

En el indicador de beneficio/costo, el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo tuvo algunos problemas ya que se ubicó por debajo de los límites fijados como el óptimo ($b/c = 1.5$). El comportamiento de este indicador se debió al gasto que se realiza año con año (y hasta el año cinco) en este sistema para la compra de postes para la reposición de cercos, así como a la inversión inicial muy elevada que se realizó durante el primer año para la implementación de las innovaciones tecnológicas. Es a partir del año tres cuando el indicador B/C empieza a recuperarse hasta llegar al año seis cuando no presente ningún problema, ya que en este año el productor ya no invertirá en la compra de postes para cercos.

El costo de inversión inicial fue un punto crítico para el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, ya que para la implementación de las innovaciones tecnológicas tuvo que invertir más de lo que normalmente puede destinar. Es decir, en este sistema se está sufriendo una ligera descapitalización vía venta de becerros ya que está vendiendo 0.8 becerros más de los que se producen. Este problema será solucionado a partir del año seis, que será cuando los costos de inversión inicial se disminuyan como consecuencia de las especies arbóreas nativas multipropósito.

En los indicadores que definitivamente se tiene que continuar trabajando es en los indicadores sociales, ya que aún y cuando se tienen avances importantes en los aspectos de organización y adopción de alguna especie forestal, todavía falta mucho que hacer. Estos dos indicadores fueron los puntos críticos más importantes del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo, pero si se continua trabajando como hasta ahora (promoción, apoyo a la transferencia y organización de productores) en el mediano plazo estos indicadores dejarán de ser un punto crítico para el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo.

En general el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo fue un sistema más sostenible que el tradicional para las condiciones específicas en las que se realizó la evaluación. Todos los indicadores que tomaron parte en la evaluación de sostenibilidad (con excepción de los de B/C, IDIE, costo de inversión inicial, adopción de al menos una especie forestal y organización de productores) se ubicaron en el umbral en el que el sistema no presenta ninguna dificultad, aunque se tiene que seguir trabajando para poder

alcanzar la sostenibilidad técnico-productiva-ambiental, económica y social que tiene el sistema “óptimo”.

Por otro lado el sistema tradicional fue altamente insostenible en la mayoría de los indicadores evaluados. Todos los indicadores de este sistema, con excepción de los de producción de carne y escurrimiento superficial se ubicaron en el umbral en el que es necesario que el productor realice medidas correctivas urgentes que modifiquen este problema y así poder alcanzar la sostenibilidad. Es decir, los indicadores que se ubicaron en el umbral en el que se tienen que realizar medidas correctivas son los puntos críticos o débiles del sistema con los que se corre el riesgo de que este colapse o pierda viabilidad tanto ambiental como económica y social.

Los únicos indicadores en los que el sistema agrosilvopastoril tradicional no presentó el mismo riesgo fueron los de producción de carne y escurrimiento superficial, aunque en estos, el productor tiene que tomar medidas preventivas para asegurar que los indicadores no decaigan por abajo del 50% y pongan en peligro el poco nivel de sostenibilidad que se tiene toda vía. Sin embargo, estos indicadores están a punto de convertirse en puntos críticos para el sistema tradicional si no se toman las medidas necesarias para bajar el nivel de insostenibilidad en el que los demás indicadores hasta ahora se encuentran.

Todos los indicadores de productividad agrícola fueron altamente críticos para el sistema tradicional, ya que el riesgo ambiental y económico en el que incidió este sistema fue extremadamente alto al depender solamente de una especie vegetal.

La degradación de los recursos naturales como suelo y vegetación en el que incurrió el sistema agrosilvopastoril tradicional fue altamente preocupante, ya que las pérdidas de suelo y por consiguiente el costo ecológico que se obtuvieron en este sistema fueron alarmantes para la sostenibilidad ambiental; es decir, el riesgo ambiental en el que incidió este sistema fue muy alto, lo que puso al sistema tradicional en una situación de degradación ambiental irreversible y por consiguiente la permanencia del sistema.

Los indicadores sociales también fueron puntos altamente críticos para el sistema tradicional, esto como consecuencia de las políticas que sobre asistencia técnica tenía

anteriormente el Estado, lo que dejó a los productores muy marcados en el aspecto de la organización para la producción. También este nulo avance en esta área en el sistema tradicional se reflejó en el número de innovaciones tecnológicas que estos productores adoptaron, ya que en la medida en que ellos realicen un cambio de manejo de los recursos naturales renovables (suelo, agua y vegetación) que ellos manejan, evidentemente esto traerá implícito un cambio social, y por consiguiente un incremento del nivel de vida.

VIII. CONCLUSIONES

En México y el mundo existen muy pocos estudios de evaluación de la sostenibilidad para sistemas de producción; y son todavía mucho menos los desarrollados para sistemas complejos como los agrosilvopastoriles, en donde el hombre maneja simultáneamente la producción agrícola, pecuaria y forestal para producir varios productos finales. Lo que se busca con este tipo de estudios es determinar un procedimiento flexible y al mismo tiempo específico para las condiciones ambientales y socioeconómicas encontradas en la región geográfica de estudio.

Los resultados obtenidos en esta evaluación de sostenibilidad son, por lo tanto, solamente válidos para las condiciones ambientales y socioeconómicas específicas de la región sur de Sinaloa, en donde se desarrolla el sistema agrosilvopastoril.

Con esta investigación se demostró que con la integración de las innovaciones tecnológicas incluidas en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo (árboles nativos multipropósito, pradera, cultivos de cobertura, fertilización nitrofosfórica, sorgo asociado con mucuna bajo labranza de conservación) es factible devolverle la productividad a las áreas degradadas de las unidades productivas. Así mismo, la implementación del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo disminuirá al mínimo la dependencia del Bosque Tropical Caducifolio.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que, modificando el sistema agrosilvopastoril tradicional, a través de la aplicación de las innovaciones tecnológicas que se manejan en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se obtienen resultados positivos a corto plazo en la conservación y manejo de los ya degradados recursos naturales renovables.

La evaluación de la sostenibilidad del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo demuestra que es una propuesta viable y con mejores resultados que el sistema tradicional al realizar un manejo racional y sostenido de los recursos naturales y al obtener alimentación suficiente y de buena calidad para el ganado a lo largo del año, con lo que se evita el uso de los agostaderos comunales.

La evaluación de sostenibilidad del sistema agrosilvopastoril tradicional permitió determinar los puntos críticos que ponen en riesgo su permanencia en el corto, mediano y largo plazo. La determinación de estos puntos críticos permitió identificar medidas preventivas y/o correctivas antes de que el sistema de producción pierda viabilidad técnico-productiva-ambiental, económica y/o social.

De acuerdo a los indicadores evaluados para las áreas técnico-productiva-ambiental, económica y social y con referencia a los valores “óptimos” escogidos, es posible deducir que en general el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo es más sostenible que el sistema agrosilvopastoril tradicional.

Con la evaluación de la sostenibilidad en las áreas técnico-productiva-ambiental, económica y social, quedó demostrado que el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo es factible de ser adoptado y que guarda relación con el medio ambiente y con las necesidades de los productores agropecuarios de la región. La investigación encontró que los productores ya empezaron a adoptar las innovaciones tecnológicas del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo por las bondades mostradas tanto en el mejoramiento del sistema productivo como en sus niveles de vida; así mismo estas innovaciones ayudan a la conservación de los recursos naturales renovables que manejan.

Las innovaciones tecnológicas que más tiempo tardaran en ser adoptadas por los productores son sin duda los árboles nativos multipropósito en áreas compactas o como cercas vivas ya que sus resultados se ven hasta el mediano y largo plazo. Los productores al cultivar estas especies nativas pasaran de ser recolectores y causantes de la degradación del bosque a productores de árboles que proporcionen diferentes

satisfactores y servicios como son: leña, postes, madera, fijación de nitrógeno y captura de carbono.

El esquema organizativo “Grupo de Ganaderos para la Validación y Transferencia de Tecnología” (GGAVATT), en la región sur de Sinaloa se está consolidando como un sistema de transferencia de tecnología eficiente para los productores agropecuarios, ya que los impactos que se han tenido en el incremento de la productividad agropecuaria y la conservación y manejo de los recursos naturales han sido muy alentadores. Por lo anterior, se espera que este modelo contribuyan al desarrollo y disseminación del modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo. Si esta expectativa se cumple, los productores agropecuarios mejorarán el nivel de vida, con lo que se propiciará el arraigo al campo de individuos que generen y promuevan el desarrollo rural.

Aunque las ventajas de este modelo de organización han sido muchas, se requiere que los técnicos encargados del asesoramiento de estos grupos tengan una visión más integral y que no sólo se centren en cuestiones de productividad agropecuaria, si no que también tengan una visión que integre aspectos ambientales, económicos y sociales.

Es importante que para que la adopción de las innovaciones tecnológicas por los productores agropecuarios tengan un mayor impacto, se deben de buscar algunos mecanismos que premien a los productores que realizan prácticas justas con el aprovechamiento y manejo de recursos naturales.

Aún y cuando con la evaluación de la sostenibilidad se constata que con las innovaciones tecnológicas planteadas en el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo se tienen avances importantes en las áreas ambiental, económica y social, es necesario seguir realizando investigación que tienda a la restauración de los recursos naturales de las zonas más vulnerables. Es imprescindible la necesidad de estudios futuros sobre el aprovechamiento más racional del Bosque Tropical Caducifolio considerando las especies forestales nativas evaluadas en esta investigación así como otras especies importantes como la vara blanca, la amapa, el tepemezquite, entre otras. Así mismo, se requiere seguir investigando en la búsqueda de otras practicas sostenibles que permitan seguir mejorando el modelo de sistema agrosilvopastoril alternativo en cuando a captación de humedad, uso y manejo de leguminosas, rotación de cultivos, etc.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Altieri M., A. 1994. *Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable*. In: Agricultura técnica 54, núm. 4. D. F., México. pp: 371-386.
- Altieri M., A. 1995. *Agroecología: Creando sinergias para una agricultura sostenible*. Cuaderno de trabajo no. 1. Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales. Patzcuaro, Michoacán, México. 63 pp.
- Altieri M., A., P. Rosset, and L. Thrupp. 1998. *The potential of agroecology to combat hunger in the developing world*. 2020 vision brief 55, International Food Policy Research Institute. Washington, D. C., EE. UU. 45 pp.
- Álvarez F., F. J. 1984. *Utilización de la leucaena como forraje para la alimentación de bovinos en México*. FIRA Boletín Informativo. Núm. 153, Volumen XVI, Marzo. D. F., México 38 pp.
- American Society of Agronomy. 1989. *Decisions reached on sustainable agriculture*. Agronomy News, enero. EE. UU.
- Arce M., J., J. M. Aguilar-Patiño y R. Hernández R. 1990. *Estudio fenológico de cuatro especies de plantas maderables para tutorar hortalizas*. Memoria de servicio social. Escuela Superior de Agricultura. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sinaloa, México. 28 pp.
- Arvizu G., A. 1994. *Determinación de los efectos de la política económica y sectorial en el sistema agrosilvopastoril vaca-cría del sur de Sinaloa, para el periodo 1992-1993*. Tesis de licenciatura. Departamento de Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. 183 pp.
- Bremner J., M. (1965) *Total nitrogen*. In: Methods of soil analysis. (Part. 2). Black C., A. (ed.) American Society of Agronomy. Agronomy 9. Madison, Wisconsin. EE. UU. pp: 1149-1178.

- Brink Ten, B. J. E., S.H. Hosper y F. Colin. 1991. *A quantitative method for description and assessment of ecosystems: the AMOEBA*. Marine Pollution Bulletin 23. EE. UU. pp: 265-270.
- Campo Experimental Sur de Sinaloa-Centro de Investigaciones Regionales del Noroeste-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CESSI-CIRNO-INIFAP). 2000. Informe del proyecto Desarrollo Sostenible de los Agroecosistemas del Sur de Sinaloa. Documento interno. Inédito. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Center for International Forestry Research (CIFOR). 1999. *The criteria & indicators*. Toolbox series. Jakarta, Indonesia.
- Cernea M., M. 1991. *Los protagonistas sociales de las estrategias participativas de forestación*. In: Cómo sobreviven los marginados. Lomnitz L. (ed.) Editorial Siglo XXI. D. F., México. pp: 393-449.
- Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. Agrupación Sierra Madre, S. C. D. F., México. 847 pp.
- Chi M., E. E. y E. Ortiz S. 1997. *Composición botánica de la dieta de bovinos en pastoreo en el sur de Sinaloa*. Tesis de licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. 80 pp.
- Conway, G. R. and J. A. McCracken. 1990. *Rapid rural appraisal and agroecosystem analysis*. In: Agroecology and small farm development. Altieri M., A. y S. B. Hecht (eds.) CRC, Press Inc. Florida, EE. UU.
- Conway, G. R. 1994. *Sustainability in agricultural development: Trade-offs between productivity, stability and equitability*. Journal for farming systems and research-extensions 4, núm. 2. EE. UU. pp: 1-14.
- Comisión Técnico Consultiva para los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1992. *Condición actual de los recursos naturales y su potencial forrajero en el municipio de Concordia, Sinaloa*. SARH. Mazatlán, Sinaloa, México. Inédito. 34 pp.

- Cuevas R., V. 1994. *Organización económico-social para el desarrollo sostenible: Estudio de caso de las comunidades de El Huajote y Malpica, Mpio. de Concordia, Sinaloa*. Tesis de licenciatura. Departamento de Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. 159 pp.
- Dumanski, J. 1994. *Sustainable land management for the 21 century*. International workshop on sustainable land management for the 21 century. University of Lethbridge. Canadá.
- Espinoza E., H., J. M. Rivera D. y J. F. Tah I. 1994. *Levantamiento fisiográfico e inventario de áreas erosionadas en el sur de Sinaloa*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año I. Perales R., M. A. y L. E. Fregoso T. (comps.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 49-98.
- Espinoza E., H., J. M. Rivera D. y J. F. Tah I. 1996. *Levantamiento fisiográfico e inventario de áreas erosionadas en el sur de Sinaloa. Segunda parte*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año II. López H., A. y O. Palacios V. (eds.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 65-90.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1994. *FESLM: an International framework for evaluating sustainable land management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Soil Resources Report. Rome, Italy.
- Fregoso T., L. E., J. E. Reyes J. Y J. L. Guzmán R. 1994. *Módulos de validación y transferencia de tecnología*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año I. Perales R., M. A. y L. E. Fregoso T. (comps.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 227-264.
- Fregoso T., L. E., M. A. Perales R., C. O. Martínez A., V. Cuevas R., J. E. Reyes J., T. Moreno G., O. Palacios V. Y J. L. Guzmán R. 2001. *Evaluación de la sostenibilidad de sistemas de manejo de recursos: el caso del sistema agrosilvopastoril del sur de Sinaloa (1993-1996)*. In: Claverán A., R. y F. O. Rulfo V. (eds.) Productividad y conservación: Agua y Suelo: Avances de

- investigación en agricultura de conservación II. SAGARPA. INIFAP. CENAPROS. Morelia, Michoacán, México. pp: 17-68.
- Fuentes, C. 1999. *México y la globalización*. In: Periódico Noroeste. Octubre 11. Mazatlán, Sinaloa, México. pp: 2.
- García G., A. E. R. García R. y Q. López T. (1996). *Análisis bromatológico y digestibilidad in situ en forrajes cultivados y nativos de agostadero del sur de Sinaloa*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año II (1994- 1995). López H., A. y O. Palacios V. (eds.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 181-185.
- Gliessman S., R. 1991. *Agroecología: Investigando las bases ecológicas para una agricultura sostenible*. In: Agroecología y desarrollo. Revista del Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo (CLADES). Altieri, M. A. y A. Yurjevic (eds.). Año 1, número 1 (marzo). Santiago, Chile. pp: 45-47.
- Gobierno del estado. 2000. *Síntesis ambiental de los municipios de Sinaloa*. <http://www.sinaloa.gob.mx/municipio>.
- Gómez A., J. R. (1997) Introducción al muestreo. Tesis de maestría en ciencias especialista en estadística. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México, México. 258 pp.
- González E., A., E. Guizar N. y A. Díaz E. 1996. *Composición botánica del Bosque Tropical Caducifolio en el municipio de Concordia, Sinaloa*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año II (1994- 1995). López H., A. y O. Palacios V. (eds.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 135-149.
- Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales (GIDSA). 1996. *Semillas para el futuro*. Morelia, Michoacán, México. 68 pp.
- Guevara, F., T. Carranza, R. Puentes y C. González. 2000. *La sustentabilidad de maíz-mucuna en el Sureste de México (primer ciclo de evaluación)*. In: Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural.

- Masera, O y S. López-Ridaura (eds.). Editorial Mundi-Prensa. D. F., México. pp: 207-270.
- Guizar N., E., A. González E. y A. Díaz E. 1994. *Composición botánica del Bosque Tropical Caducifolio en el municipio de Concordia, Sinaloa*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año I. Perales R., M. A. y L. E. Fregoso T. (comps.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 99-110.
- Guizar N., E. y A. Sánchez V. 1991. *Guía para el reconocimiento de los principales árboles del alto balsas*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. 207 pp.
- Guzmán R., J. L. y L. E. Fregoso T. 1994. *Efecto de la fertilización nitrofosfórica en los cultivos de maíz y sorgo bajo labranza de conservación*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año I. Perales R., M. A. y L. E. Fregoso T. (comps.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 201-216.
- Hecht, S. 1991. *La evolución del pensamiento agroecológico*. In: Agroecología y desarrollo. Revista del Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo (CLADES). Año 1, núm. 1, marzo. Santiago, Chile. pp: 2-15.
- Hogstedt, C. 1998. *Development, environment, health and pesticide research*. In: International conference on pesticide use in developing countries: Impact on health and environment. Febrero 23-27. Book of abstracts. San José, Costa Rica. pp: 2-7.
- International Center for Research in Agroforestry (ICRAF). 1994. *The agroforestry and the ICRAF*. Nairobi, Kenya. <http://www.icraf.org>.
- INEGI. Varios años. *Censos de población y vivienda de los años 1930, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980*. D. F., México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 1990. *IX Censo general de población y vivienda del estado de Sinaloa*. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 1994. *Plano definitivo del ejido El Huajote. Programa de certificación de derechos ejidales y titulación de solares urbanos (PROCEDE)*. Culiacán, Sinaloa, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 1997. *Anuario estadístico del estado de Sinaloa*. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 402 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 1998. *Estadísticas del medio ambiente natural*. Aguascalientes, Aguascalientes, México. <http://www.dgcnesyp.inegi.gob.mx>.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 2000. *Cartografía escala 1:250 000 de: geología, fisiografía, uso del suelo y vegetación, hidrología de aguas superficiales y climas*. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). 2000. *X Censo General de población y vivienda del estado de Sinaloa*. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP) (1996). *El modelo GGAVATT, una estrategia para incrementar la producción pecuaria*. Folleto técnico núm. 1. INIFAP-CIRGOC. División pecuaria. Marzo. Villa Hermosa, Tabasco, México. 12 pp.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources – International Development Research Center (UICN-IDRC). 1995. *Assessing progress toward sustainability: A new approach*. In: A sustainable world: Defining and measuring sustainable development. California, EE. UU. pp: 152-172.
- Jarque, C. 1999. *Los desastres exhiben la pobreza en toda su dimensión y dramatismo*. In: Periódico Noroeste. Octubre 12. Mazatlán, Sinaloa, México. pp: 6.
- Krishnamurthy, L.. 2000. *Diseño y manejo de sistemas agroforestales con una gran diversidad de especies para la producción sostenible*. In: Revista de la red de gestión de recursos naturales-Fundación Rockefeller. Desarrollo sostenible. Segunda época, número 21, octubre-diciembre. D. F. México. pp: 32-43.

- Krotschech, C. 1997. *Measuring Eco-sustainability: comparison of mass and/or energy flows based highly aggregated indicators*. In: Environmetrics, Vol. 8. EE.UU. pp: 661-681.
- Lewandowski I., M Hardtlein and M. Kaltschmitt. 1999. *Sustainable crop production. Definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability*. Crop Science 39. EE. UU. pp: 184-193.
- Lizárraga T., M. A. 1994. *Don Ricardo Vizcarra Vizcarra, precursor de la industria mueblera*. In: Presagio. Revista sinaloense. Culiacán, Sinaloa, México. pp 32-35.
- Loaiza M., A. 1994. *Evaluación de tres pastos promisorios bajo diferentes niveles de fertilización nitrogenada en el sur de Sinaloa*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año I. Perales R., M. A. y L. E. Fregoso T. (comps.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 195-200.
- Loaiza M., A, C. O. Martínez A., J. E. Reyes J. y J. L. Guzmán R. 1996. *Investigación sobre tecnología de producción*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año II. López H., A. y O. Palacios V. (eds.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 31-36.
- Loaiza M., A y C. O. Martínez. 1999. *Extracción de productos del agostadero del sur de Sinaloa*. In: Revista de la red de gestión de recursos naturales-Fundación Rockefeller Agostaderos. Segunda época, número 15, abril-junio. D. F. México. pp: 63.
- Loaiza M., A. 2001. Avances de investigación sobre el modelo GGAVATT en Sinaloa. CESSI-CIRNO-INIFAP. Mazatlán, Sinaloa, México. Inédito. 15 pp.
- Martínez A., C. O. J. L. Guzmán R. y H. Espinoza E. 1996. *Estimación de la pérdida de suelo y agua por erosión hídrica bajo cinco sistemas de manejo del suelo en el sur de Sinaloa*. In: Memoria del XXVII Congreso nacional de la ciencia del suelo. La investigación edafológica en México. Ordaz C., V., G, Alcantar y C. Castro (eds.). Ciudad, Obregón, Sonora, México. pp: 156.

- Martínez A., C. O. y J. L. Guzmán R. 1997. *Estimación de la pérdida de suelo y agua por erosión hídrica en el sur de Sinaloa. 1995-1996*. In: Memoria del XXVIII Congreso nacional de la ciencia del suelo. La investigación edafológica en México. Ordaz C., V., G., Alcantar, C. Castro y M. Mejia (eds.). Villa Hermosa, Tabasco, México. pp: 172.
- Martínez A., C. O. y J. L. Guzmán R. 1999. *Estimación de la pérdida de suelo y agua por erosión en el sur de Sinaloa. 1995-1997*. In: Memoria del 29 Congreso nacional de la ciencia del suelo. Tapachula, Chiapas, México. pp: 158.
- Martínez A., C. O. y J. L. Guzmán R. 1999. *Efecto de la fertilización en sorgo de temporal bajo labranza de conservación en el sur de Sinaloa*. In: Memoria del 29 Congreso nacional de la ciencia del suelo. Tapachula, Chiapas, México. pp: 195.
- Martínez A., C. O.; V. Cuevas R.; A. Loaiza M.; J. E. Reyes J., T. Moreno G.; O. Palacios V. y J. L. Guzmán R. 1999. *Desarrollo sostenible del sistema agrosilvopastoril en el sur de Sinaloa. Propuesta del proyecto INIFAP-UACH*. Red de Gestión de Recursos Naturales-Fundación Rockefeller. Serie: estudios de caso sobre participación campesina en generación, validación y transferencia de tecnología. D. F., México. 96 pp.
- Martínez A., C. O. J. E. Reyes J., A. Loaiza M., T. Moreno G. y T. Moreno G. 2001. *Erosión y productividad en cinco sistemas de manejo del suelo en el sur de Sinaloa*. Folleto técnico no. 2. CESSI-CIRNO-INIFAP. Mazatlán, Sinaloa, México. 32 pp.
- Martínez S., G. y F. Medina S. 1998. *Estudio Fitosociológico en agostaderos del sur de Sinaloa*. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. 119 pp.
- Masera, O., M. Astier y S. López-Ridaura. 1999. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada A. C. Editorial Mundi-Prensa. D. F., México. 109 pp.
- Mata G., B. 2000. *Globalización y pobreza rural en México*. In: Revista de la red de gestión de recursos naturales-Fundación Rockefeller La globalización y el campo. Segunda época, número 18, enero-marzo. D. F., México. pp: 5-20.

- Millennium Institute. 1997. *Threshold 21, software for authorized use*. Millennium Institute. Virginia, EE. UU.
- Mitchell G., A May and A. McDonald. 1995. *PICABUE. A methodological framework for the development of indicators of sustainable development*. International journal for sustainable development, world ecology 2. EE. UU. pp: 104-123.
- Moreno D., R. 1978. *Clasificación de pH del suelo, contenido de sales y nutrimentos asimilables*. INIA-SARH. D. F., México.
- Moreno G., T., V. Cuevas R., J. E. Reyes J., A. Loaiza M., J. L. Guzmán R., O. Palacios R. y C. O. Martínez A. 1996. *Transferencia de tecnología del sistema propuesto*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año II. López H., A. y O. Palacios V. (eds.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 19-22.
- Moreno H., A. 1994. *Alternativas de comercialización de ganado bovino en el sistema agrosilvopastoril (vaca-cría) del sur de Sinaloa*. Tesis de licenciatura. Departamento de Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. México. 167 pp.
- Muller, S. 1995. *Evaluating the sustainability of agriculture at different hierarchical levels: A framework for the definition of indicators*. Scientific workshop on indicators of sustainable development. Wuppertal, Germany. 41 pp.
- Muro G., D. 1987. *El proceso de producción de la vara blanca (Croton spp.) en el estado de Sinaloa*. Memoria del seminario de titulación. Especialidad de Bosques. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. 85 pp.
- Nair R., P. K. 1991. *State of the art of agroforestry systems*. Department of forestry, University of Florida. Gainesville, Florida, EE. UU. pp: 5-29
- Negreros C., P., J. C. González N., y L. Merino P. 2000. *Evaluación de la sustentabilidad del sistema de manejo forestal de la Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya de Quintana Roo*. In: Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. Masera, O y S. López-Ridaaura (eds.). Editorial Mundi-Prensa. D. F., México. pp: 83-142.

- Olsen, S. R. y L. E. Sommers. 1982. *Phosphorus*. In: *Methods of soil analysis*. A L. Page et al. (comps.). Agron. 9 Part 2. 2nd. Madison, Wisconsin, EE. UU. pp: 403-430.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1989. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Colección FAO: Agricultura. Núm. 22. Roma Italia. 65-99.
- Oropeza R., M. A. 1993, *Zonificación agroecológica del sur de Sinaloa (maíz y sorgo)*. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, México. 135 pp.
- Ortiz, M., M. Anaya y J. Estrada. 1994. *Evaluación, Cartografía y Políticas Preventivas de la Degradación de la Tierra*. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo y Comisión Nacional de Zonas Áridas. D. F., México.
- Pennington, T. y J. Sarukhan. 1968. *Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. D. F., México. 413 pp.
- Perales R., M. A. 1994. *Desarrollo económico sostenible del sur de Sinaloa. Estudios de caso*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año I. M. A. Perales R. y L. E. Fregoso T. (comps.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 111-161
- Perales R., M. A. y L. E. Fregoso T. 1994. *Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa* (comps.). Informe de labores año I. UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. 277 pp.
- Perales R., M. A., L. E. Fregoso T., C. O. Martínez A., V. Cuevas R., A. Loaiza M., J. E. Reyes J., J. L. Guzmán R., T. Moreno G. y O. Palacios V. 2000. *Evaluación del sistema agrosilvopastoril del sur de Sinaloa*. In: Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural. Masera, O., S. López-Ridaura (eds.) Mundi-Prensa. D. F., México. pp: 143-206.
- Proyecto Desarrollo Sostenible de los Agroecosistema del sur de Sinaloa. 1992. *Propuesta del proyecto*. Mazatlán, Sinaloa, México.

- Ramírez A., O. y M. Sosa M. 1994. *Caracterización económica de productores para el desarrollo sostenible de las comunidades de El Huajote y Malpica, municipio de Concordia, Sinaloa (estudio de caso)*. Tesis de licenciatura. Departamento de Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, México. 277 pp.
- Reyes J., J. E., A. Loaiza M., J. L. Guzmán R., V. Cuevas R., T. Moreno G., O. Palacios V. y C. O. Martínez A. *Validación y transferencia de tecnología*. In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe de labores año II. López H., A. y O. Palacios V. (eds.). UACH-INIFAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, México. pp: 9-18.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. D. F., México. pp: 189-203.
- Schmidt-Bleek, F. 1997. *MIPS y Factor 10 para una economía sustentable y productiva*. Chile sustentable. Documento de trabajo. Santiago, Chile. 17 pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). 1997. *Informe general del sector agropecuario en el estado de Sinaloa*. Delegación Estatal en Sinaloa. Culiacán, Sinaloa, México.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO). 1997. *Informe general del sector agropecuario en el estado de Sinaloa*. Delegación estatal en Sinaloa. Culiacán, Sinaloa, México.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2001. *Estadísticas básicas de superficie sembrada de riego y temporal para el DDR-Mazatlán*. Mazatlán, Sinaloa, México. Inédito.
- Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1998. *Biodiversidad en México*. D. F. México.
- Secretaría de Educación Pública-Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria-Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación. (SEP-DGETA-FAO). 1977. *Pastizales naturales*. Serie de manuales para la educación agropecuaria. D. F., México. 69 pp.
- Sevilla-Guzmán, E. y A. M. Alonso M. 1994. *Sobre el discurso ecotecnocrático del desarrollo sostenible para los ricos y la respuesta ecológica*. In: Foro alternativo:

las otras voces del planeta. Encuentro mundial de movimientos sociales y ONG's en contestación al 50 aniversario del FMI, BM y GATT. 26 de septiembre al 1 de octubre. Madrid, España. pp: 58-75.

Sevilla-Guzmán, E. 1996 *Agroecología en Europa: Una experiencia educativa surgida desde Latinoamérica*. In: Nuevos horizontes en agricultura. Agroecología y desarrollo sostenible. Pérez-Moreno, J. y R. Ferrera-Cerrato (eds.). Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillos, México, México. pp: 1-34.

Spanagenberg, J. 1997. *Integración de criterios en el concepto de sostenibilidad*. Chile sustentable. Documento de trabajo. Santiago de Chile. 20 pp.

Stockle, C. O., R. I. Papendick, K. E. Saxton, G. S. Campbell and F. K. van Evert. 1994. *A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems*. American journal of alternative agriculture. EE. UU. pp: 75-94.

Unión Ganadera Local de Concordia (UGLC). 2000. *Padrón de ganaderos del municipio de Concordia*. Concordia, Sinaloa, México. Inédito.

Unión Ganadera Local de Mazatlán (UGLM). 2001. *Evolución del precio de la leche en planta*. Mazatlán, Sinaloa, México. Inédito.

Wackernagel, M. 1994. *Ecological Footprint and appropriated carrying capacity: a tool for planning toward sustainability*. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy. University of British Columbia. EE. UU. 523 pp.

Walkley, A. and T. A. Black. 1934. *An examination of the Degtjareff Method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method*. Soil Sci. EE. UU. pp: 29-38.

Williams, J. R., P. T. Dyke, W. W. Fuchs, V. W. Benson, O. W. Rice and E. D. Taylor. 1990. *EPIC-Erosion, productivity Impact Calculator: 2. User Manual*. A. N. Sharpley and J. R. Williams (eds). U. S. Department of Agriculture Technical Bulletin No. 1768. EE. UU. 127 pp.

World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. *Our common future*. Oxford University Press, Londres, Reino Unido.

- Wischmeier, W. H. and D. D. Smith. 1978. *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning*. U. S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook no. 537. EE. UU. 58 pp.
- World Resources Institute. 1990. *World Resources 1990-1991*. A report of the World Resources Institute in collaboration with the United Nations Environment Program and the United Nations Development Program. New York, EE. UU. 365 pp.
- World Wild Life Fund for Nature (WWF). 1993. *Sustainable Use of Natural Resources: Concepts, Issues and Criteria*. Switzerland.

X. ANEXOS

10.1. Evaluación agronómica por especie

Evaluación agronómica regional de _____ bajo condiciones de
temporal, en la localidad de _____

Corte No. _____ Fecha de corte. _____

[illegible]

Trat. = Tratamiento

F. V. = Forraje verde

F. S. = Forraje seco

M. S. = Materia seca

I, II, ... X = Repeticiones

Pobl. = Población

10.2. Formato para datos de pérdida de suelo y agua utilizando lotes de escurrimiento

Registro de datos colectados en lotes de escurrimiento

Institución: _____ No. de lote: _____

Año de observación: _____ Tamaño del lote: _____

Tratamiento: _____ Repetición: _____

[illegible]

10.3. Seguimiento económico a las unidades de producción

Cuestionario a aplicar a los sistemas de producción tradicional y modelo alternativo en el sur de Sinaloa para obtener el seguimiento económico

Comunidad: _____ Fecha: _____

I.- Características generales del productor y la unidad de producción

1.- Nombre del productor: _____ 2.- Edad: _____ 3.- Estudios: _____

4.- Ingresos extra-finca del productor:

Actividad	Meses	Ingreso por mes	Ingreso por año

5.-Estructura de unidad familiar:

Parentesco	Sexo	Edad	Escolaridad	Dependen	Trabajan*	Aportan (\$/año)

* Donde y tiempo

II. Características y uso de los recursos naturales

1.- Tenencia de la tierra (ha)

Tipo de propiedad	Riego	Temporal	En descanso y motivo	Arriendo ha* (paga)	Arriendo ha** (cobra)

* Cuantas ha renta y cuanto paga por ha

** A como cobra ha rentada

2.- Calidad del recurso

Nombre paraje	Nombre común del suelo	ha	Como lo considera			Usos por ha (tiempo)		
			Bueno	Malo	Regular	Agrícola	Ganadero	Mixto

2.1.- Características del suelo (pedregosidad, textura, pendiente, fertilidad, etc.).

3.- Proceso de producción agrícola

3.1. Cultivo: _____ ha. cultivadas: _____ Ciclo: _____ Duración ciclo: _____

3.2. Preparación del terreno

Labores y cantidad que se realiza	Mes	Tracción	Características			Jornales ha ⁻¹		Costo ha ⁻¹	
			Propia	Alquilada	Otro	Familiar	Asalariado	Yunta	Tractor

3.3. Siembra:

Fecha de siembra: _____ Dosis (kg./ha): _____ Variedad: _____

Precio semilla (\$/ha): _____ Lugar de compra: _____

Resiembra: Cantidad/ha: _____

Método de siembra: Manual () Yunta () Tractor ()

En caso de siembra con yunta:

Jornales/ha: _____ Familiar () Asalariado () Costo de yunta: _____

En caso de siembra con tractor: Renta de tractor: _____

3.4. Escardas

Escardas	Fecha	Yunta o tractor (hr ha ⁻¹)	Jornales ha ⁻¹		Costo ha ⁻¹	
			Familiar	Asalariado	Yunta	Tractor

Deshierbes No: _____ Jornales/ha: _____ Costo/ha: _____

4.- Uso de agroquímicos

4.1. Uso de herbicida: Sí () No ()

No. de veces	Producto utilizado	Precio unitario (\$)	Dosis ha ⁻¹	Jornales ha ⁻¹		Costo ha ⁻¹ por aplicación
				Familiar	Asalariado	

4.2. Uso de fertilizantes Sí () No ()

No. de veces	Producto utilizado	Precio unitario (\$)	Dosis ha ⁻¹	Método aplicación	Jornales ha ⁻¹		Costo ha ⁻¹ por aplicación
					Familiar	Asalariado	

4.3. Uso de insecticidas (o veneno) Sí () No ()

No. de veces	Producto utilizado	Precio unitario (\$)	Dosis ha ⁻¹	Método Aplicación	Jornales ha ⁻¹		Costo ha ⁻¹ por aplicación
					Familiar	Asalariado	

4.4. Costo de transporte

Fertilizantes		Insecticidas		Herbicidas	
Bodega a casa	Casa a campo	Bodega a casa	Casa a campo	Bodega a casa	Casa a campo

4.5. Riegos. Sí () No ()

No. de riegos	Jornales ha ⁻¹ riego ⁻¹	Gastos de gasolina por riego	Otros gastos
	Familiares y/o asalariados		

5.- Actividades de cosecha

Producto*	Actividad	Forma cosecha Manual o mecánica	Jornales ha ⁻¹		Fecha cosecha	ha	t ha ⁻¹	\$ t ⁻¹
			Familiar	Asalariado				

* Maíz, frijol, sorgo grano, fruta, sorgo forraje, esquilmos, paja, etc.

6.- Destino de la producción

Producto y Subproducto*	Destino producción			Lugar de comercialización	Costo cosecha	Costo Flete
	Autoconsumo	Venta	Ganado			

* Maíz, frijol, sorgo grano, fruta, sorgo forraje, esquilmos, paja, etc.

III.- ASPECTOS GENERALES DE LA GANADERIA

1.- Estructura del hato

Bovinos	No. cabezas	Raza	Porcinos	No. cabezas	Animales de tracción	No.
Vientres			Vientres		Caballar	
Toros			Sementales		Mular	
Vaquillas			Cebados		Asnal	
Beceros			Lechones			

2.- Sistema de producción ganadero

Sistema	ha	Tiempo (meses que lo utilizan)	Tipo de propiedad			
			Propio/comunal	Rentado (\$)	Arrenda (\$)	Otro
Agostadero						
Pradera						
Potrero						

3.- Alimentación del ganado bovino

Alimento	Tiempo (días)	Dieta diaria	Costo dieta	Jornales		Costo por jornal
				Familiar	Asalariado	

3.1.- Tiempo que dura en dar la alimentación: _____ Familiar () Asalariado ()

3.2. Tiempo que dura en dar el agua: _____ Familiar () Asalariado. ()

4.- Alimentación ganado menor

Especie	Alimento	Consumo día ⁻¹ (kg)	Tiempo	Costo
Cerdos				
Aves				
Animales de trabajo				

5.- Sanidad

Enfermedad	Producto y dosis	Veces al año	Jornales		Aplicación (\$)
			Familiar	Asalariado	
Bovinos					

Cerdos					
Aves					

6.- Prácticas de manejo del hato

Actividad	Veces año ⁻¹	Jornales	Costos	Tiempo
Separar crías				
Ordeña				
Herrado				
Otro				

7.- Producción de la unidad ganadera

Producto	Cantidad	Tiempo año ⁻¹	Precio	Destino de la producción	
				Autoconsumo	Intermediario
Leche					
Becerras					
Becerras					
Toretas					
Vaquillas					
Vacas de desecho					
Cerdos					

IV.- ACTIVOS FIJOS Y SEMIFIJOS DE INVERSION

1.- Tipo de activos, precio y forma de adquisición

Concepto	No.	Características		Tiempo de uso	Fuente de financiamiento
		Marca	Hp		
Tractor					
Sembradora					
Arado de discos					
Arado de rejas					
Rastreadora					
Mochila					
Corrales					
Cercos					
Bascula					
Molino					
Bodegas					
Bebederos					
Comederos					
Camioneta					
Equipo bombeo					
Otros					

2.- Costos de mantenimiento

Actividad	No. labores	Jornales		Material utilizado	Costo de material
		Familiar	Asalariado		

3.- Costo de producción de la maquinaria utilizada en la producción

Concepto	Tiempo	Cantidad	Precio
Diesel			
Aceite			
Grasa			

Gasolina			
Llantas			
Otros			

V.- EGRESOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCION

1.- Cuanto gasta en alimentación?

Por semana: _____ Por quincena: _____ Por mes: _____

2.- Cuanto gasta en vestido?: Por semestre: _____ Por año: _____

3.- Cuanto gasta en calzado?: Por semestre: _____ Por año: _____

4.- Cuanto gasta en transporte?: Por semestre: _____ Por año: _____

5.- Cuanto gasta en educación?: Por semestre: _____ Por año: _____

6.- Cuanto gasta en vivienda?

Por renta cada mes: _____ Por mantenimiento (casa propias): _____

7.- Cuanto gasta en salud al año, por gastos de medicamentos?: _____

8.- Cuanto gasta en pago de predial por año?: _____

9.- Tiene gastos por cuotas de cooperación?

Sí () en que rubros y cuanto: No ()

a) Cooperación para obras de la comunidad: _____

b) Cuota al ejido: _____

c) Otro (especifique): _____

10.- Cuanto gasta en pago de servicios?

Agua: _____ Electricidad: _____ Drenaje: _____

11.- Gastos por motivos de fiestas?

Por bodas: _____ Por XV años: _____ Bautismos: _____

Fiesta del pueblo: _____ Otro: _____

VI. OTROS PRODUCTOS

1.- Cuantos ingresos recibe por venta de productos del huerto familiar por año?

2.- Compran o venden leña para cocina?

Sí compra, cuanto gasta? _____

Sí vende, cuanto ingreso tiene al año? _____

3.- Realiza venta de madera o postes perimetrales, si la respuesta es sí, cuanto ingreso obtiene al año? _____

10.4. Guía de entrevista abierta a aplicar a informantes claves sobre el uso del agostadero

No de Cuestionario _____ Fecha ____/____/____

Entrevistado: _____ Localidad : _____ Mpio: _____

1. En que tiempo se desarrolló la ganadería en la comunidad?
2. Cuáles son las causas de que algunos productores tengan ganado y otros no?
3. Qué importancia ocupa el agostadero en el desarrollo de la ganadería?
4. Cómo y cuando se decidió la asignación de los terrenos al agostadero?
5. El agostadero en la comunidad se encuentra reglamentado?
6. Sí no está, considera usted que debería reglamentarse?
7. Si está reglamentado, considera que la reglamentación sea efectiva?
8. Qué tipo de problemas encuentra en la reglamentación?
9. Qué futuro le ve a la ganadería y al agostadero en la comunidad, permanecerá o tenderá a desaparecer?
10. Si ya no se permitiera la entrada del ganado al agostadero, que pasaría?
11. Existen normas para que el agostadero permanezca como tal en la comunidad?
12. Qué uso se le daría a las tierras al acabarse la actividad agropecuaria?
13. Qué tipo de ganado tiene y donde lo maneja?
14. Desde cuando cree que existan problemas de zanjas en las tierras y de menos lluvia y como los solucionaron?
15. Qué otros problemas (además de las zanjas y menos lluvia) existen actualmente en la comunidad o que diferencia se da actualmente?
16. Desde cuando se usa el agostadero como tal?
17. Siempre se le ha dado el mismo manejo?
18. Dentro de la comunidad quien es el encargado de su reglamentación?
19. Se respetan las normas establecidas sobre su uso y manejo?
20. Dentro de la comunidad como se da su explotación, quien extrae que?
21. Quien tiene más derecho al agostadero, los productores con más ganado o todos por igual, quien saca más beneficio del agostadero?
22. Realizó desmontes del agostadero cuando existió el programa de desmontes, para que se realizaron?

23. Usted como y cuando hace uso del agostadero?
24. Cómo explota este recurso y que extrae de este y en que cantidad?
25. Dentro de la comunidad hay gente que se dedique a la explotación de este recurso y que es lo que extrae?
26. Cree que el agostadero se ha conservado?
27. Además de utilizar el agostadero para la alimentación del ganado, que otros usos han existido dentro de la comunidad?
28. Cree que este mejor el agostadero ahora?
29. Que problemas considera usted que existan actualmente en el agostadero?
30. Cree que exista una demanda muy fuerte en el agostadero por el ganado?
31. Los ganaderos de la región actualmente mandan mayor cantidad de ganado al agostadero?
32. Si es así, que problemas piensa usted que traerá consigo en el agostadero esta mayor demanda?
33. Si no es así, porque piensa usted esta disminución en el número de cabezas que los ganaderos mandan al agostadero?
34. Ha existido algún conflicto en estos terrenos y como se han solucionado?
35. Conoce las especies forestales Venadillo, Arellano y Leucaena?
36. Conoce cuales son sus usos?
37. Desde cuándo considera que el venadillo, arellano y leucaena han disminuido en el agostadero?
38. Conoce usted la cantidad de madera o postes que se extraen de estas especies del agostadero?
39. Considera que las especies Venadillo, Arellano y Leucaena sean las adecuadas para reforestar y recuperar las áreas improductivas de la comunidad?
40. Sí no es así, cuáles considera usted que sean las adecuadas?
41. Quien piensa usted que saca más provecho del agostadero, los ganaderos, los agricultores o los muebleros?
42. Cree qué un programa de manejo de plantaciones forestales (árboles nativos y que tengan algún uso para su unidad de producción) en combinación con cultivos anuales (sorgo, maíz o pastos) pueda ser aceptado por ustedes ?

10.5. Guía de entrevista abierta a aplicar a muebleros del municipio de Concordia

No de Cuestionario _____ Fecha ____/____/____

Entrevistado: _____ Localidad : _____ Mpio: _____

1. Considera importante industria mueblera?
2. Desde cuando existe esta actividad en la región?
3. Se ha incrementado el número de talleres familiares con el tiempo?
4. Desde cuando usted se dedica a esta actividad productiva?
5. Cuántas personas emplea permanentemente?
6. Qué cantidad de madera emplea por mes y de que especies?
7. De dónde traen la madera?
8. Conoce las especies forestales venadillo, guanacastle, amapa y cedro?
9. Conoce cuales son sus usos?
10. Desde cuándo considera que estas especies han disminuido del agostadero?
11. Conoce usted la extracción de estas especies en el agostadero?
12. Considera que las especies Venadillo, Arellano y Leucaena sean las adecuadas para reforestar y recuperar las tierras con muchas zanjas de la comunidad o de la región?
13. Si no es así, que tipo de árboles considera usted que sean los adecuadas?
14. La extracción de madera en el agostadero está reglamentada?
15. Si no está, considera usted que debería reglamentarse?
16. Si está reglamentado, considera que la reglamentación sea efectiva?
17. Que personas de la comunidad o de la región cree que realicen una mayor extracción de madera de venadillo, guanacastle, amapa o arellano del agostadero?
18. Cuando la industria mueblera se iniciaba, toda la madera para la producción de muebles era local o de donde venía?
19. Si era así que tipo de especies explotaban?
20. Cual de estas era la preferida por ustedes?
21. Si no es así de que lugares traían la madera?
- 22.Cuál era la especie que más demanda tenía por ustedes?

23. Desde cuando considera usted que la industria mueblera dependa del exterior para la adquisición de madera?
24. Desde cuándo no se consigue el Venadillo para trabajarlo en la región?
25. Porque anteriormente preferían trabajar el Venadillo?
26. Actualmente esta especie no se consigue localmente, si existiera en la región la siguieran prefiriendo?
27. Conoce usted si en algunas regiones del estado, existan algunos lugares o sitios donde se encuentre esta especie?
28. Sí existen estos sitios con venadillo, cree que se este explotando adecuadamente?
29. Qué considera que sea más barato para usted, sembrar las especies madereras aquí en la región o seguir trayéndolas de otros lados?
30. Qué opinión tiene de la plantación de venadillo que se realizó en Concordia?
31. Cuáles considera que fueron las causas de fracaso o éxito en dicho programa?
32. Quiénes participaron en dicho programa?.

10.6. Guía de entrevista a aplicar a productores de los GGAVATT's en el sur de Sinaloa

No de Cuestionario _____ Fecha ____/____/____

Entrevistado: _____ Localidad : _____ Mpio: _____

I. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

1. Cuántas personas dependen económicamente de usted?

Menores de edad () Mayores de edad ()

2. Que actividades productivas realiza?

Área	Especie o cultivo	Importancia (%)
Agrícola		
Pecuaria		
Forestal		
Otras		

3. Fuera de la unidad de producción ¿qué otra actividad económica realiza y que importancia tienen estas (%)?

Ninguna ()

Asalariado fijo () % de participación _____

Asalariado eventual () % de participación _____

Negocio particular () % de participación _____

Otra () % de participación _____

II. ASPECTOS DE TENENCIA Y USO DE LA TIERRA

4. Cuanta tierra (ha) renta por año a partir de que entró al Ggavatt? _____

5. Durante que meses renta la tierra? _____

6. Que superficie (ha) de potreros compra al año? _____

7. Durante que meses tiene los animales en el potrero? _____

8. Cuantos animales maneja en los potreros comprados? _____

9. Durante que meses tiene los animales en el agostadero? _____

10. Cuantos animales maneja en el agostadero? _____

11. Cómo realiza el manejo del hato durante el año a partir de que entró al Ggavatt?

Tipo de tierra	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Agrícola												
Agostadero												
Sabana												

12. Qué superficie de su terreno tiene zanjas. De esta superficie la sigue manejando igual o cambio de uso (a pradera)? _____

13. Que otros problemas tienen en su parcela como compactación, infertilidad del suelo, sequedad del terreno u otros relacionados con deterioro de suelo y agua. Cuanta superficie de esta con problemas considera usted que no debería de utilizar para la agricultura o ganadería?, si la utiliza a pesar de los problemas, porque la utiliza?

14. Cuáles son las tierras que considera que son las más malas de las que usted tiene? Porqué considera que sean de mala calidad?

15. Considera que las innovaciones implementadas han mejorado la calidad del suelo?;

Sí () No ()

16. Si no es así, cuales son las mejoras que usted estaría dispuesto a implementar?

17. Conoce usted las innovaciones tecnológicas que se han implementado para mejorar el suelo, aumentar la retención de humedad en el suelo, evitar el sobrepastoreo en el agostadero?

Sí () No ()

18. Porqué no ha implementado las innovaciones tecnológicas?

III. ASPECTOS DE TECNOLOGIA AGRICOLA Y PECUARIA

3.1. PRADERA

19. Qué tipo de pastos tiene en su unidad productiva y tiempo de establecidos?

1. _____ ha _____ tiempo de establecidos _____
2. _____ ha _____ tiempo de establecidos _____
3. _____ ha _____ tiempo de establecidos _____

20. Los estableció por su cuenta o bajo que programa?. Qué costo tuvo por hectárea y de este cuanto le subsidiaron (semilla, cercas, otros)?.

3.2. CULTIVOS

21. Qué cultivos siembra y cuanta superficie?. Cambio de cultivos a partir de que entró al Ggavatt?

1. _____ ha _____
2. _____ ha _____
3. _____ ha _____

22. Qué medio utiliza para preparar el terreno?.

Mecanizado () Tracción animal () Mixto ()

23. Cuántas hectáreas fertiliza? _____

24. Con qué producto? _____

25. Cómo controla las malas hierbas? _____

26. Cómo controla las plagas? _____

27. Con qué medios de producción cuenta (si no tiene, los renta)?

Tractor () Picadora () Desvaradora ()

3.3. ALIMENTACION Y MANEJO DEL HATO

28. Cómo conserva su forraje?

Ensilado () Henificado () Otro _____

29. Qué tipo de suplementación alimenticia ofrece al ganado?

No ofrece ()

Mineral () Cada cuando _____

Energética () Cada cuando _____

Proteica () Cada cuando _____

30. Animales que suplementa

Vacas en ordena () Vacas gestantes ()

Vacas secas () Vaquillas ()

Becerras ()

31. Época del año que suplementa

Secas () Lluvias () Todo el año ()

32. Cómo alimenta su ganado?: En pastoreo () En corral ()

33. Realiza alguna preparación de la alimentación?

Picado () Mezcla() Otra ()

34. Con qué identifica a los animales

No lo hace () Arete () Fierro ()

35. Cómo hace el descorne de los animales?: Con pasta () Despunte ()

36. En la ordeña utiliza el amamantamiento restringido?:

Sí () No ()

37. Lleva registros productivos?: Sí () No ()

38. Lleva registros económicos?: Sí () No ()

39. Registra los pesajes de leche y carne?: Sí () No ()

40. A qué edad desteta los becerros? _____

41. Cuantas ordeñas hace al día? _____

42. Cuantas vacas ordeña? _____

43. Cuantos litros de leche obtiene por vaca? _____

44. A quien le vende la leche? _____

45. A como le pagan el litro de leche? _____

46. Cuantos becerros saca al año? _____

47. A como le pagan el kilogramo de carne en pie? _____

48. A quien le vende los becerros? _____

49. Cuantas vacas vende al año? _____

50. A quien se las vende? _____

51. Desde que participa en el Ggavatt que cambios ha tenido en la producción, ha aumentado?

	Antes del Ggavatt	Ahora en el Ggavatt
Leche (L/vaca)	_____	_____
Meses de ordeña	_____	_____
Peso de becerros al venderlos	_____	_____
Cambio de época del año en que	_____	_____
Vende (meses) los becerros	_____	_____
Número de becerros que vende	_____	_____

3.4. SANIDAD

52. Contra qué vacuna y cada cuánto lo hace?

53. A qué animales desparasita?

1. Chicos: Interna () Externa ()

2. Grandes: Externa () Externa ()

54. Cuántos animales se le murieron el año pasado?

Adultos _____ Becerros _____

55. Cuales son las enfermedades más comunes?

56. Se han presentado abortos en su hato?: Sí () No ()

57. Desinfecta el ombligo de su becerro?: Sí () No ()

IV. COMPOSICION DEL HATO

58. Cómo esta conformado su hato?

Tipo	Cantidad	Raza
Sementales	_____	_____
Vacas en ordeña	_____	_____
Vacas horras	_____	_____
Novillonas (1-2 años)	_____	_____
Novillonas (2-3 años)	_____	_____
Novillos (1-2 años)	_____	_____
Novillos (2-3 años)	_____	_____
Becerros (0-1 años)	_____	_____
Becerras (0-1 años)	_____	_____
Caballos	_____	_____

V. INSTALACION Y EQUIPO

59. Qué instalaciones tiene?

Corral de manejo	()	Pozo	()
Corral de ordeña	()	Baño garrapatizida	()
Silos	()	Comederos	()
Bebederos	()	Cerco eléctrico	()
Bodega	()	Otros	_____

60. Qué equipo tiene?

Mochila aspersora ()

Bomba ()

Vehículo ()

Tipo postería ()

Alambrado ()

Especie de postes ()

Molino ()

Otros _____

61. De esto que tiene, que adquirió a partir de que entró al Ggavatt?, Cómo obtuvo el financiamiento para comprarlo?

VI. COMERCIALIZACION

62. A quien vende la leche?

Autoconsumo () Cuántos litros _____

Botero () A que precio _____

Quesero () A que precio _____

Directo al consumidor () A que precio _____

La transforma en queso _____

Cuantos litros de leche vende al día _____

63. A quien vende la carne?

Intermediario () Cuál _____

Frigorífico () Cuál _____

A que precio vende por kilo _____

64. Cuántos animales vendió el año pasado (2000)?

Tipo	Cantidad	Precio por kilogramo	Total
Vacas vientre			
Novillonas			
Toretas			
Becerras			

65. Produce quesos?: Sí () No ()

66. Cuantos litros de leche procesa al día?: _____

67. Quien lo produce?

Usted mismo () Esposa () Hijo(a) () Otra persona ()

68. Destino del queso?

Autoconsumo () Venta local () Venta foranea ()

69. Precio del queso?: _____

VII. MANO DE OBRA Y CREDITO

70. Qué tipo de mano de obra emplea: Familiar () Asalariada ()

71. Cuanta mano de obra emplea al año (jornales)? _____

72. De donde proviene la mano de obra?: Local () Foránea ()

73. Desde que entro al Ggavatt utiliza más mano de obra o menos? Aproximadamente cuantos jornales?

74. Utiliza algún tipo de crédito?: Sí () No ()

75. Qué tipo de crédito emplea?

Social (Banrural, otros) () Privado ()

76. Cuáles son las fuentes de financiamiento?

Procampo() Alianza para el campo () Otro _____

77. En que programas específicos ha participado de los de Alianza para el Campo y Procampo (tipo de equipo y cuanto (\$) recibió)?

78. Fue oportuno el apoyo recibido? Qué problemas tuvo para obtenerlo?, Qué porcentaje de sus costos significa el apoyo obtenido de Procampo o de Alianza para el Campo

79. Sí no recibiera PROCAMPO, continuaría realizando o implementando innovaciones tecnológicas?: Sí () No ()

VIII. ORGANIZACION

80. Porque decidió agruparse dentro de la organización del GGAVATT?

81. Ha funcionado como organización para la producción el GGAVATT?

82. Desde cuando pertenece al GGAVATT?: _____

83. Anteriormente perteneció a alguna otra organización?: Sí () No ()

84. A cuál organización? Qué beneficios obtuvo o que problemas le encontró?

85. Que beneficios ha obtenido como miembro del GGAVATT?

86. Usted participa en las decisiones que toma el grupo de los Ggavatt?

Sí () No ()

87. Quién propone las soluciones a los problemas que se plantean en las reuniones?

88. Que pasa si alguien no respeta los acuerdos a los que llegaron en la reunión?

89. Cómo controlan el funcionamiento de la maquinaria (mantenimiento, pago de créditos, calendario de uso)?

90. Si alguien abandona el Ggavatt como se le repone lo que invirtió en maquinaria?

91. Usted cree que los hijos se interesen mas en quedarse produciendo aquí como usted a partir de que se organizaron en los Ggavatt's o prefiere emigrar?

92. En que otra organización (productiva, de crédito o política) participa usted de manera individual?

93. Usted estaría de acuerdo que miembros de los Ggavatt participaran en puestos públicos como la presidencia municipal, la asociación ganadera u otras?. Qué ventajas o desventajas le vería a esa participación?

94. Usted considera que hubiera obtenido los mismos beneficios derivados de la adopción tecnológica si no hubiera participado en el Ggavatt?: Sí () No ()

95. Le ve alguna ventaja a la capacitación?. Qué es lo que más le ha servido de la capacitación que ha recibido?. Considera que todos los productores de la comunidad o ejido deberían capacitarse?. En que otros aspectos le interesaría capacitarse?

96. Qué tipo de organización sería conveniente para mejorar la comercialización de la leche, quesos y ganado?

97. Considera que están mejor o peor sin los apoyos que antes daba el gobierno como el crédito de Banrural, asistencia técnica de la SARH, CONASUPO, etc?

Sí () No ()

98. Porqué considera que el gobierno quito estos apoyos a los campesinos?

99. Qué tipo de apoyos necesitarían los productores por parte del gobierno?

100. Considera usted que desde que modificaron el artículo 27 la gente ha vendido sus tierras? Más o menos cuantos de la comunidad o ejido las han vendido? Porqué las han vendido?

IX. ASPECTOS FINANCIEROS (CREDITOS) (aplicar solo si el entrevistado ha usado crédito de Banrural, FIRA o privado)

101. Utiliza algún tipo de crédito (de avío, refaccionario)?: Sí () No ()

102. Qué requisitos tuvo que cubrir para obtenerlo?

103. Lo pudo pagar? Sí () No () Como lo pagó?, Recibió algún descuento?

104. A que tasa pagó el crédito? _____

105. Para que lo utilizó? _____

106. Si no hubiera tenido crédito hubiera hecho lo que hizo con el crédito? Sí () No ()

107. Ha seguido utilizando crédito? Sí () No ()

108. Quién le ha prestado? Bajo que condiciones? Ha tenido problemas para cubrirlo?

109. Qué solución propondría usted para conseguir crédito?

110. Usted cree que las cajas de ahorro (tradicionales no las transas) son una alternativa para el crédito? Sí () No ()

111. Conoce a alguien que le hayan quitado propiedades por causa del crédito?

112. Como le hace para cubrir los gastos de producción que no puede cubrir con lo que gana de las cosechas?

113. Si obtuviera crédito en que lo utilizaría?

X. MANEJO DE VEGETACION

114. El uso del agostadero está reglamentado para su uso?:

Sí () No ()

115. Si no está, considera usted que debería reglamentarse?

Sí () No ()

116. Si está reglamentado, considera que la reglamentación sea efectiva?

Sí () No ()

117. Esta reglamentación se respeta?: Sí () No ()

118. Qué tipo de problemas encuentra en el uso del agostadero?

119. Considera que deberían de meterse más o menos cabezas de ganado al agostadero?: Sí () No ()

120. Cuál es el máximo número de cabezas de ganado que pueda enviar cada productor al agostadero?

121. Que productos obtiene del agostadero?

Leña () Forraje() Postes perimetrales ()

Tutores para hortalizas () Madera para construcción ()

122. Que cantidad y con que frecuencia obtiene estos productos del agostadero?

123. Para donde destina estos productos?

Autoconsumo () Venta ()

XI. MANEJO DE SUELO Y AGUA

124. Tiene problemas de abastecimiento de agua para los animales?

 Sí () No ()

125. Se ha agudizado la escasez de agua: Sí () No ()

126. Porqué considera que se haya agudizado esta escasez de agua?

127. A partir de que año considera usted que se haya agudizado este problema?

128. Con las adopciones tecnológicas, considera usted que se haya mejorado este problema de captación y retención de humedad?: Sí () No ()

129. Sí no es así, que propondría para solucionar el problema de sequía y de conservación de humedad en el suelo?

130. Porqué no ha llevado esta actividad a la práctica (la que el proponga en la pregunta anterior, si no propone nada, eliminar esta pregunta)?

131. Ha notado que hay sequías más prolongadas, menos cantidad de lluvia, más calor, etc.)?: Sí () No ()

132. Desde cuando, y que considera que se deba hacer para afrontar este problema?

133. Como va heredar sus tierras y a quien?

134. Considera que valga la pena mejorar sus tierras antes de heredarlas?

Sí () No ()

XII. REFORESTACION

135. Que tanto como miembro del GGAVATT estará interesado en la implementación de un programa de reforestación y en que tipo de tierras?

136. Estaría dispuesto a implementar este programa aún y cuando no exista apoyo federal? Sí () No ()

137. Cree usted que como miembro del GGAVATT pueda conseguir algún apoyo para la implementación de un programa de reforestación que diversifique la producción y su ingreso (menciona venta de leña, obtención de forraje, venta de postes)?

138. Como miembro del GGAVATT, considera usted que sea factible la implementación de este programa de reforestación, aún cuando los beneficios NO sean a corto plazo SINO a mediano y largo plazo? La gente de la comunidad estaría dispuesta a participar? Sí () No ()

139. Conoce algún programa de reforestación que se haya llevado a cabo en la región o la comunidad?, Quién lo llevó a cabo?, Que resultados se obtuvieron?, Participó alguien de la comunidad en el programa?, Quién decidió implementarlo?
