01682

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCION OVINA SOSTENIBLES EN LOS ALTOS DE CHIAPAS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS VETERINARIAS

PRESENTA:

JOSE NAHED TORAL

MEXICO, D. F., NOVIEMBRE DE 1999.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

274758

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCION OVINA SOSTENIBLES EN LOS ALTOS DE CHIAPAS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS VETERINARIAS

PRESENTA:

JOSE NAHED TORAL

DIRECTOR: DR. QUITO LOPEZ TIRADO

MEXICO, D. F., NOVIEMBRE DE 1999.

ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCION OVINA SOSTENIBLES EN LOS ALTOS DE CHIAPAS

Esta tesis fue realizada por José Nahed Toral bajo la dirección del Comité Tutorial indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS VETERINARIAS

Comité Tutorial:

Director: Dr. Quito López Tirado _____

Asesor: Dr. Andrés Aluja Schunemann _____

Asesor: Dr. Luis E. García Barrios _____

Asesor: Dr. Germán Mendoza Martínez _____

Asesor: Dr. Manuel R. Parra Vázquez _____

Asesor: Dr. Fernando Pérez-Gil Romo _____

Asesor: Dr. Roque Ramírez Lozano _____

México, D. F., noviembre de 1999.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud y respeto a las pastoras y a los productores de las comunidades de Los Altos de Chiapas, quienes me transmitieron su valioso conocimiento para integrar este documento, y a la vez constituyeron la razón principal para su realización.

Manifiesto mi especial y más sincero agradecimiento al Dr. Quito López Tirado por su enorme responsabilidad y decidido compromiso académico como director de la presente tesis. Agradezco a mis asesores, Dr. Andrés Aluja Schunemann, Dr. Germán Mendoza Martínez, Dr. Luis E. García Barrios, Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, Dr. Manuel R. Parra Vázquez., y Dr. Roque Ramírez Lozano, por sus importantes criticas, observaciones, sugerencias y revisión del documento.

Agradezco al M. C. Sergio Cortina V., M. C. Trinidad Alemán S., Dr. Pedro Quintana A., y Dr. Benito Salvatierra I., el haber compartido conmigo los conocimientos de su especialidad, así como por sus importantes aportaciones en el desarrollo de algunas partes de la presente tesis.

Mi agradecimiento a la M. C. Blanca M. Díaz H., M. C. Hector Plascenia V., M C., Antonio López M., M. C. Adriana Castro R., Dra. Reyna Moguel V., M. C. Rosy Zúñiga., M. C. Ignacio Marsh F., M. C. David Alvarez S., M. C. Guillermo Jiménez F., M. C., Luciano Pool N., M. C. Lorena Soto P., M. C. Heriberto Gómez C., Dr. Guillermo Montoya G., M. C. Ben de Jong., M. C. Susana Ochoa G., M. C. Daniel Grande C., M. C. Leonor Sangines G., y M. C. Ramón Mariaca, por haberme atendido siempre en numerosas consultas.

Agradezco también al M.V.Z. Angel A. Sánchez C., M. C. Luis Villafuerte Z., M. C. Noé S. León M., Ing. Carlos Aguilar L., Lic. Lorenzo Hernández L., M.V.Z. Juan López M., Téc. Angel Martínez Vázquez., Lic. José Mijangos S., Téc. Delfino Méndez T., Ing. Jesús Carmona T., M. C. Patricia Figueroa O., M. C. Araceli Burgueta C., M. C. Teresa Ramos M., Lic. Maritza Cordero G., Lic. Laura C. Gordillo G., Ma. Eugenia Nájera I., Elvira C. López B., Ma. Lourdes Herrera G., por el apoyo técnico, siempre cordial y desinteresado que me brindaron.

Expreso mi agradecimiento al Dr. Pablo Farías Campero, al Dr. Pablo Liedo Fernández, al Dr. Mario González Espinosa, al Dr. Francisco J. Trigo Tavera, y al Dr. Javier Flores Covarrubias, por todo el apoyo institucional que me brindaron durante mis estudios de doctorado.

Mi reconocimiento y gratitud a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Autónoma de México; El Colegio de la Frontera Sur; a la Fundación Rockefeller; al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; al Sistema de Investigación Benito Juárez; y al Instituto Nacional de la Nutrición, por los diversos tipos de apoyos que me brindaron para la realización de la presente tesis.

Agradezco infinitamente a todas las personas e instituciones que de una u otra forma participaron en la realización del presente trabajo y que involuntariamente pude haber omitido en la larga lista de colaboradores y facilitadores del mismo, a todos ellos, gracias.

DEDICATORIA

A mi esposa Olga Aide y a mis hijos José Carlos, Daniela Alejandra y Eduardo, con mucho cariño, por quienes luché para alcanzar este objetivo y de quienes he recibido los más grandes estímulos y apoyos de mi vida.

A mis padres Isidoro y Timotea con especial cariño; en reconocimiento a su ejemplo e incansable apoyo en todo momento. A mis hermanos Lucía, Hipólito, Gloria, Felix y Victor; y a todos mis sobrinos.

A doña Victoria, a Sary y a Luz, con mucho afecto y estimación.

INDICE GENERAL

Página

INDICE DE CUADROS ix

INDICE DE FIGURAS xii

RESUMEN xv

ABSTRACT xvi

I. INTRODUCCION 1

II. CONCEPTUALIZACION DEL SISTEMA 5

2.1. Identificación y límites geográficos del sistema 5

2.2. Análisis de los componentes del sistema 7

2.2.1. Clima 7

2.2.2. Suelos 10

2.2.3. Planta 11

2.2.4. Ovino 15

2.2.5. Aspectos socioeconómicos y culturales de la producción ovina .. 16

2.2.6. Aspectos de políticas de desarrollo que influyen en la producción ovina 18

2.3. Integración conceptual del sistema 19

III. OBJETIVOS E HIPOTESIS 28

3.1. Objetivos 28

3.1.1. Objetivo general 28

3.1.2. Objetivos particulares 28

3.2. Hipótesis 29

IV. PRINCIPIOS BIOLOGICOS DE LA PRODUCCION ANIMAL 30

4.1. Animal 30

4.1.1. Actividad 30

4.1.1.1. Consumo 31

4.1.1.2. Consideraciones prácticas del consumo 33

4.1.2. Crecimiento y desarrollo 35

4.1.2.1. Bases fundamentales del crecimiento 35

4.1.2.2. Control nutricional y hormonal del crecimiento 37

4.1.2.3. Crecimiento y producción de lana 39
4.1.3. Reproducción 41
4.1.4. Lactación 43
4.1.5. Senectud 45
4.1.6. Salud, enfermedad y muerte 46
4.2. Vegetal 47
4.2.1. Fotosíntesis 47
4.2.2. Agua y nutrientes minerales del suelo 50
4.2.3. Factores climáticos y de manejo 55

V. PRINCIPIOS TECNOLOGICOS DE LA PRODUCCION ANIMAL 58
5.1. Algunos antecedentes y características tecnológicas de la producción animal 58
5.2. Panorama internacional de la ovinocultura 59
5.2.1. Sistemas de producción nómadas y trashumantes 60
5.2.2. Sistemas de producción extensivos 61
5.2.3. Sistemas de producción semi intensivos 61
5.2.4. Sistemas de producción intensivos bajo pastoreo 62
5.2.5. Sistemas de producción intensivos estabulados 63
5.3. Panorama nacional de la ovinocultura 64
5.4. Tecnología y criterios para desarrollar la producción animal campesina 66

VI. MATERIALES Y METODOS 68
6.1. Generalidades 68
6.2. Delimitación de la zona borreguera 68
6.3. Socioeconomía de las unidades de producción borregueras 69
6.4. Estructura y función del sistema de producción ovina 72
6.4.1. Clima 72
6.4.2. Suelo y uso del suelo 72
6.4.3. Planta 74
6.4.3.1. Producción primaria aérea neta y producción de biomasa de pastizales en pastoreo 74
6.4.3.1.1. Producción primaria aérea neta en exclusión . 74
6.4.3.1.2. Producción de biomasa de pastizales en pastoreo 75
6.4.3.1.3. Diseño de la investigación 75
6.4.3.2. Productividad primaria aérea neta (PVPAN) 76

6.4.3.3. Producción primaria aérea neta de pastizales inducidos fertilizados 76
6.4.3.4. Composición florística..... 78
6.4.4. Animal 78
6.4.4.1. Dinámica de la estructura del rebaño, crecimiento de corderos y variación del peso vivo 78
6.4.4.2. Consumo de nutrimentos 79
6.4.4.3. Evaluación de las parasitosis 79
6.4.5. Comercialización de la producción ovina 80
6.4.6. Manejo del sistema de producción ovina 81
6.4.7. Síntesis del sistema de producción ovina 81
6.4.8. Alternativas y escenarios 82

VII. RESULTADOS Y DISCUSION 84
7.1. La zona borreguera de la región de Los Altos de Chiapas 84
7.2. Socioeconomía de las unidades de producción 88
7.3. Estructura y función del sistema de producción ovina 96
7.3.1. Clima 96
7.3.2. Suelo 102
7.3.2.1. Clasificación de los suelos a nivel regional y de la zona borreguera 102
7.3.2.2. Uso del suelo 107
7.3.2.3. Caracterización química y física de los suelos en los pastizales evaluados 112
7.3.3. Planta 114
7.3.3.1. Producción primaria aérea neta y producción de biomasa de pastizales en pastoreo 114
7.3.3.2. Producción primaria aérea neta de pastizales inducidos bajo fertilización 122
7.3.3.3. Contenido de proteína cruda de la biomasa y balance parcial de nitrógeno de pastizales fertilizados 128
7.3.3.4. Relación beneficio-csoto de la producción de biomasa de pastizales fertilizados 131
7.3.3.5. Composición florística de los pastizales 135
7.3.4. Animal 139
7.3.4.1. Consumo de nutrimentos y producción de estiércol 139
7.3.4.2. Dinámica de la estructura del rebaño 143
7.3.4.3. Comportamiento reproductivo 146

7.3.4.4. Crecimiento animal 149
7.3.4.5. Variación del peso vivo y producción de lana de ovinos adultos 151
7.3.4.6. Evaluación parasitaria 153
7.3.5. Comercialización 158
7.3.5.1. Comercialización de ovinos en pie y de la carne ovinos . 158
7.3.5.2. Comercialización de la fibra de lana 163
7.3.5.3. Comercialización de textiles de lana 166
7.3.6. Manejo del sistema y dinámica de uso de la tierra 168
7.3.7. Síntesis del sistema 173

VIII. ALTERNATIVAS 179

8.1. Estrategia metodológica 179
8.1.1. Fase de diagnóstico cualitativo 181
8.1.2. Fase de diagnóstico cuantitativo 181
8.1.3. Fase de evaluación de alternativas 183
8.2. Fase de evaluación de alternativas del proyecto ADESA 184
8.2.1. Sociedad de productores agropecuarios "San Juan" de Bautista Chico, Chamula, Chiapas 187
8.2.1.1. Etapa de investigación-experimentación 188
8.2.1.2. Etapa de organización y capacitación 188
8.2.1.3. Etapa de evaluación técnica, económica y social 191
8.2.2. Asociación de productores y productoras afiliados al Frente Independiente de Pueblos Indios 192
8.2.2.1. Etapa de diagnóstico participativo y cursos-taller de capacitación 193
8.2.2.2. Etapa de investigación experimental participativa 194
8.3. Evaluación del impacto de las alternativas tecnológicas 201
8.3.1. Evaluación por parte de las pastoras 205
8.3.2. Evaluación por parte de los técnicos extensionistas 205
8.3.3. Evaluación por parte de los investigadores y técnicos de ECOSUR 210
8.4. Escenarios 214
8.4.1. Escenario probable 214
8.4.2. Escenario deseable 215

IX. CONCLUSIONES 218

X. LITERATURA CITADA 221

INDICE DE CUADROS

Cuadro **Página**

1. Dosis de fertilización empleadas para evaluar la producción primaria aérea neta de pastizales naturalizados de Los Altos de Chiapas 76

2. Indicadores que caracterizan a los municipios de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 86

3. Población animal por municipio en la región de Los Altos de Chiapas 87

4. Disponibilidad de recursos de mayor importancia de unidades de producción (U de P) borregueras, localizadas en ocho comunidades de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 89

5. Actividades económicas de mayor importancia de unidades de producción (U de P) borregueras, localizadas en ocho comunidades de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 89

6. Arbol de decisión empleado para tipificar y caracterizar a unidades de producción (U de P) de ovinos en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 93

7. Resultados obtenidos del análisis de la clasificación de unidades de producción borregueras en Los Altos de Chiapas 94

8. Tipo de tenencia de la tierra en los municipios de las subzona borreguera de la región de Los Altos de Chiapas 111

9. Características químicas y físicas de suelos de pastizales evaluados en ladera en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 113

10. Efecto de la frecuencia de corte en la producción primaria aérea neta anual y la productividad primaria aérea neta de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas . 118

11. Efecto de la estación del año y de la defoliación de cada seis semanas sobre la producción (PPAN) y productividad (PVPAN) primaria aérea neta de pastizales inducidos, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas .. 119

12. Resultados obtenidos al comparar las distancias promedio de las curvas de producción primaria (crecimiento acumulado; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), fertilizados con distintos niveles de nitrógeno, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 124

13. Resultados obtenidos al comparar las distancias promedio de las curvas

de producción primaria (crecimiento acumulado; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), fertilizados con distintos niveles de fósforo, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 125

14. Resultados obtenidos al comparar las distancias promedio de las curvas de producción primaria (biomasa regenerada; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), fertilizados con distintos niveles de nitrógeno, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 127

15. Resultados obtenidos al comparar las distancias promedio de las curvas de producción primaria (biomasa regenerada; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), fertilizados con distintos niveles de fósforo, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 127

16. Balance parcial de nitrógeno en (biomasa total regenerada) pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), con frecuencia de corte mensual (septiembre-abril) y con diferentes dosis de fertilización (kg/ha), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 130

17. Relación beneficio-costo en la biomasa regenerada de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), con frecuencia de corte mensual (septiembre-abril) y diferente dosis de fertilización (kg/ha), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 132

18. Relación beneficio-costo en el crecimiento acumulado de forraje en ocho meses, de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo) y con diferente dosis de fertilización (kg/ha), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 133

19. Presencia de especies vegetales en pastizales naturalizados de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 136

20. Consumo de materia seca y aporte de estiércol de ovinos adultos por estación del año y sexo, en Bautista Chico, Chamula, Chiapas 140

21. Tamaño y estructura de los rebaños de la comunidad de Bautista Chico, Chamula, Chiapas 144

22. Edad e intervalo de peso de borregas paridas y no paridas, y su relación cualitativa con el porcentaje de natalidad, en 12 rebaños de la comunidad de Bautista Chico, municipio de San Juan Chamula, Chiapas . 147

23. Parásitos gastroentéricos, hepáticos y pulmonares identificados en ovinos criollos adultos según la estación del año, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 154

24. Criterios empleados por los productores (%) para la venta de ovinos, en

la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 160

25. Márgenes de ganancia (comercialización) de ovinos en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 161

26. Matriz de interacción de algunas variables históricas que afectan al sistema de producción ovina en la región de Los Altos de Chiapas 175

27. Matriz de interacción de algunas variables biológicas y ambientales (ciclo anual) que afectan al sistema de producción ovina en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 176

28. Unidades de análisis y fases de la investigación utilizadas por el proyecto Desarrollo de la Producción Agrícola en 1982 (actualmente División de Sistemas de Producción Alternativos 180

29. Evaluación de problemas y criterios para seleccionar alternativas para el desarrollo del sistema de producción ovina en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 185

30. Evaluación de alternativas tecnológicas propuestas por el proyecto ADESA, con base en los criterios de las pastoras de comunidades indígenas de Los Altos de Chiapas 206

31. Evaluación de alternativas tecnológicas propuestas por el proyecto ADESA, con base en los criterios de técnicos de instituciones de desarrollo 208

32. Evaluación de alternativas tecnológicas propuestas por el proyecto ADESA, con base en los criterios de técnicos e investigadores de ECOSUR 211

INDICE DE FIGURAS

Figura **Página**

1. Agrupación de los problemas prioritarios del sistema de producción ovina de Los Altos de Chiapas de acuerdo con sus niveles de motricidad y dependencia 22

2. Modelo conceptual que sintetiza las relaciones básicas del sistema de producción ovina de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 25

3. Proporción del aumento de peso de diferentes partes y tejidos del cuerpo en la oveja, mostrando su orden de desarrollo de acuerdo con su precocidad (alta o baja) y/o nivel de nutrición 37

4. Delimitación de la zona borreguera de la región de Los Altos de Chiapas ... 85

5. Delimitación de las subzonas borregueras de la región de Los Altos de Chiapas 91

6. Temperaturas medias anuales en la región de Los Altos de Chiapas 97

7. Precipitación pluvial total anual de la región de Los Altos de Chiapas 98

8. Régimen térmico y de humedad en la estación Chamula de la Región de Los Altos de Chiapas 99

9. Régimen térmico y de humedad en la estación San Cristóbal de la Región de Los Altos de Chiapas 99

10. Régimen térmico y humedad en la estación Chilil de la Región de Los Altos de Chiapas 100

11. Unidades de suelos de Los Altos de Chiapas 103

12. Unidades de suelos en Los Altos de Chiapas según las principales características que influyen en su aptitud 105

13. Suelos de Los Altos de Chiapas con una fase lítica 106

14. Areas agrícolas e intensidad de uso del suelo en la región de Los Altos de de Chiapas 109

15. Efecto del mes de cosecha y tiempo de crecimiento en la producción primaria aérea neta de pastizales excluidos y la producción de biomasa en pastizales pastoreados, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 115

16. Efecto de la localización del pastizal (bloque) en la productividad primaria aérea neta anual de pastizales excluidos y la producción de biomasa de pastizales pastoreados en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas ... 117

17. Cambios mensuales en la cantidad y la calidad de la biomasa de pastizales inducidos en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 120

18. Efecto de la interacción entre distintos niveles de fertilización nitrogenada (kg/ha) y cortes sucesivos mensuales (en distintas subparcelas) en la producción primaria (crecimiento acumulado; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 123

19. Efecto de la interacción entre distintos niveles de fertilización fosfatada (kg/ha) y cortes sucesivos mensuales en distintas subparcelas sobre la producción primaria (crecimiento acumulado; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 124

20. Efecto de la interacción entre distintos niveles de fertilización nitrogenada (kg/ha) y la frecuencia de corte mensual (en la misma subparcela) sobre la producción primaria (biomasa regenerada; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 126

21. Efecto de la interacción entre distintos niveles de fertilización fosfatada (kg/ha) y la frecuencia de corte mensual (en la misma subparcela) sobre la producción primaria (biomasa regenerada; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 126

22. Contenido de proteína cruda de la biomasa acumulada (crecimiento acumulado) en el quinto mes de cosecha (enero) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), con diferentes dosis de fertilización (kg/ha), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas 128

23. Frecuencia mensual de empadre y pariciones de borregas en la comunidad de Bautista Chico, Chamula, Chiapas, y su relación cualitativa con el forraje disponible y el consumo de materia seca (CMS). 146

24. Curva de crecimiento de corderos observada en la comunidad de Bautista Chico, municipio de San Juan Chamula, Chiapas 149

25. Peso vivo de corderos en diferentes etapas fisiológicas en la comunidad de Bautista Chico, Chamula, Chiapas 150

26. Cambios de peso vivo de ovinos adultos en la comunidad de Bautista

Chico, Chamula, Chiapas 151

27. Producción diaria de lana de ovinos adultos en la comunidad de Bautista Chico, Chamula, Chiapas 151

28. Modelo conceptual de la comercialización de ovinos en la zona borreguera de la Región de Los Altos de Chiapas y a nivel extraregional. 159

29. Modelo conceptual de la comercialización de lana y artesanías de textiles de lana en la zona borreguera de la Región de Los Altos de Chiapas y a nivel extraregional 164

30. Modelo conceptual de las rutas de pastoreo de ovinos en la región de Los Altos de Chiapas 170

31. Modelo conceptual del cambio de uso del suelo en la región de Los Altos de Chiapas 171

32. Tendencia histórica de algunas variables que afectan al sistema de producción ovina de Los Altos de Chiapas 174

33. Priorización de las necesidades sentidas de dos grupos de mujeres en las comunidades de Bawistik y Cuchulumtic, municipio de San Juan Chamula, Chiapas 190

RESUMEN

A pesar de que en México existe una demanda latente de alternativas tecnológicas por los productores campesinos, los resultados de la investigación agronómica tienen una limitada aplicación. Fue por ello, que en la presente investigación se planteó como objetivo, aportar conocimientos de importancia tecnológica, ecológica y socioeconómica sobre el sistema de producción ovina en Los Altos de Chiapas, y a la vez, proponer y evaluar algunas alternativas para su desarrollo sostenible. La producción ovina constituye una actividad económica fundamental para los tzotziles, debido a que aporta más del 30 % del ingreso global de las unidades de producción familiar que la practican. La estrategia de manejo integral de la producción ovina se estudió mediante el enfoque de sistemas, a través del cual se evaluó la dinámica de diferentes procesos, y se identificaron limitantes sanitarias, nutricionales, reproductivas, climáticas, edáficas, de manejo, y de comercialización, que conducen a: a) una baja producción primaria de los pastizales; b) un bajo nivel y alta variabilidad estacional de la producción de carne, lana y estiércol; c) la pérdida de la estabilidad del sistema; y d) una baja productividad de la fuerza de trabajo. El manejo actual del sistema apunta hacia el deterioro irreversible de los recursos naturales y hacia una pérdida de la capacidad de autoabasto de los distintos tipos de unidades de producción borregueras identificadas. Para superar dichas limitantes se identificaron, se seleccionaron y se evaluaron algunas alternativas. Todas ellas enfrentan problemas de viabilidad económica y de factibilidad social. La utilización de suplementos nutricionales para los ovinos en pastoreo (con bloques alimenticios y con follaje de especies arbóreas) no tuvo éxito, al no considerarse en el proceso los problemas económicos, socioculturales y políticos intracomunitarios. El intermediarismo y la falta de apoyo institucional (asesoría, capacitación, organización y financiamiento) son factores externos que no permiten el desarrollo del sistema. El deterioro económico de las unidades de producción borregueras de la región, hace poco probable que sobrevivan en un mercado abierto. Revertir este deterioro requiere que los productores reciban asesoría y capacitación, se capitalicen y reinviertan recursos al sistema para propiciar el cambio técnico hacia la intensificación productiva, y se logre la eficiencia, la competitividad y la sostenibilidad del sistema de producción ovina.

Palabras clave: Sistema de producción, ovinos, alternativas de producción, tecnología, sostenibilidad, Altos de Chiapas mexicano.

ALTERNATIVES FOR DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE SHEEP PRODUCTION SYSTEMS IN THE HIGHLANDS OF CHIAPAS, MEXICO

ABSTRACT

Although Mexico has a great need of technological alternatives aimed at improving peasant agricultural systems, results from agronomic research have had limited applications. This study was carried out in order to gain better understanding of the technological, ecological and socioeconomic factors determining the actual and potential development of sustainable sheep production systems in the Highlands of Chiapas. Sheep production is an important economic activity of the Tzotzil people, sometimes comprising more than 30% of the income of those families engaged in this activity. We undertook a systemic approach in order to obtain an holistic view of the system. We followed the dynamics of the most important processes involved in the production cycle and identified a series of climatic, edaphic, sanitary, nutritional, reproductive and marketing restrictions which conduce to: a) low primary production of grasslands; b) low average levels and high seasonal variations of meat, wool and manure production; c) loss of system stability; and d) low productivity of human labor. Present day management of the system points towards a loss of natural resource and of capacity for self-sustainment among sheep producing families. In the quest for alternative production conditions a group of animal feeding technologies were identified, selected and evaluated. The use of feeding blocks and of fodder obtained from local trees failed to be adopted by shepherds because of unsuspected economic, sociocultural and political intracomunal problems. Middle man and lack of institutional and financial support from the government are external restrictions to a positive development of the system. Ever-increasing poverty reduces the possibility for these peasant economies to survive in the face of an open market. To revert the deterioration of sheep production systems it is imperative that producers receive training and financial support in order to reinvest resources into the system as to redirect it towards a more intensive, competitive and sustainable condition.

Key words: production systems, sheep, production alternatives, technology, sustainability, mexican Chiapas Highlands.

I. INTRODUCCION

En los últimos cincuenta años, la investigación agronómica convencional en México, -cuya acepción más amplia abarca los aspectos agrícolas, pecuarios y forestales- ha sido disciplinaria y tecnológica, se desarrolla en espacios geográficos muy restringidos, y sus resultados han tenido una limitada aplicación. Ello obedece a que dicho enfoque de investigación no considera los ambientes ecológicos y socioeconómicos de la producción en espacios geográficos definidos, -ignora que las técnicas agropecuarias tradicionales, que aún predominan en áreas campesinas, tienen algo que ofrecer a la solución de los problemas actuales- y a que la mayoría de las investigaciones se realizan en campos experimentales, sin considerar la variación de la circunstancia real de los agricultores. Estas características de la investigación agronómica no contribuyen a generar y/o adecuar tecnologías apropiadas a cada circunstancia, conllevan a la falta de representatividad espacial y limitan fuertemente el alcance y significado de las investigaciones.

Hasta antes de 1975, las investigaciones sobre agricultura con un enfoque integral en México, fueron escasas, discontinuas, dispersas y marginales. Las primeras evidencias acerca de la importancia que había adquirido la investigación con dicho enfoque en algunos grupos de investigadores del país, se presentaron en el primer seminario sobre agroecosistemas de México, organizado por el maestro Efraím Hernández Xolocotzi en el año de 1976. Posteriormente, en 1978 se llevó a cabo por segunda vez dicho seminario, y en el mismo contexto, en 1980 se realizó el primer seminario sobre producción agrícola en Yucatán.

Estos antecedentes motivaron el desarrollo de diversas experiencias de investigación (CIMMYT, 1980; Toledo y Barrera-Bassols, 1984; Villarreal y Byerly, 1984), en las cuales los problemas de la producción campesina son entendidos de manera integral, como requisito previo a la formulación de propuestas para su transformación. Así también, se organizaron foros de discusión académica, entre los cuales se realizó el primer seminario sobre sistemas de producción pecuaria en 1982, en el que se dieron a conocer las primeras investigaciones integrales en producción animal de diferentes regiones del país. A raíz de este seminario, la

mayoría de los congresos especializados de producción pecuaria que se realizan en México, comenzaron a incluir una sección de exposición, discusión y análisis de sistemas de producción, según la especie animal a que se refiera el congreso.

En esta perspectiva, la presente investigación aborda las fases de análisis y síntesis (Aracil, 1979; Park y Seaton, 1996) del sistema de producción ovina, de los indígenas tzotziles de la región de Los Altos de Chiapas, las cuales permiten caracterizar cualitativa y cuantitativamente al sistema a través del análisis dinámico de algunos ciclos productivos completos, de comprender los problemas que obstaculizan su desarrollo, de asignar prioridades a la investigación y aportar información que contribuya a la planificación y desarrollo de sistemas de producción ovina sostenibles. En este mismo contexto, el concepto alternativas se aborda en su acepción amplia, de tal forma que se rebasan los aspectos exclusivamente tecnológicos.

Para este propósito, la Teoría General de Sistemas (Bertalanffy, 1976) ha resultado ser una valiosa herramienta, ya que bajo este enfoque se intenta incorporar en el estudio todos los elementos que influyen sobre una decisión o respuesta, o sobre la comprensión de un fenómeno dentro de límites definidos (Morley, 1979). La aplicación del enfoque de sistemas es particularmente importante cuando se estudian sistemas complejos, como el caso de la agricultura de los tzotziles. Dicho proceso de producción se caracteriza por el uso integral y diversificado de los recursos, y por el manejo de distintos sistemas de producción con arreglos espaciales complejos, enlazados por flujos de energía y circulación de materiales. La cría de ovinos se encuentra integrada a tales sistemas productivos y constituye una actividad económica fundamental debido a que contribuye con mas del 30 % del ingreso global (monetario y autoconsumo) de la unidad de producción (Parra-Vázquez *et al.*, 1993). Este sistema de producción se maneja bajo un esquema de manejo agrosilvopastoril caracterizado por el pastoreo extensivo de pastizales con diverso historial de uso, por relaciones de interdependencia con asociaciones de cultivos para la producción de granos básicos (principalmente maíz y frijol), así como con otros sistemas agrícolas (principalmente hortícolas) y agroforestales a través del uso rotativo del suelo, por

la utilización de residuos agrícolas, arvenses de la milpa y follaje de especies arbóreas y arbustivas forrajeras que forman parte de las comunidades vegetales de bosques y acahuales (Nahed *et al.*, 1997), por el abonado con estiércol de ovinos y por el uso compartido de los medios y la fuerza de trabajo.

Dado que en la región la escasez de tierra ocasiona una competencia permanente por el uso del suelo entre pastizales, por un lado, y las parcelas agrícolas y áreas forestales, por el otro, los resultados de esa contradicción han sido: la expansión de las áreas de pastoreo a costa del bosque, la disminución de la productividad agrícola, el grave sobrepastoreo y la erosión de los suelos. Además de lo anterior, el elevado número de animales distribuidos en minúsculos rebaños, que sobrepasa la capacidad de sostenimiento de los pastizales; la disponibilidad escasa y estacional de forraje a causa de la irregularidad de los factores climáticos, pobreza de los suelos y bajo índice de área foliar durante la estación de crecimiento debido a la excesiva carga animal; el alto gasto energético de los animales por los largos recorridos durante el pastoreo, y el elevado tiempo dedicado al pastoreo, así como, la escasez de recursos de las familias, resultan en una baja productividad de los ovinos, deterioro de los recursos, baja productividad de la fuerza de trabajo y el deterioro de las condiciones de vida de la población (Nahed y Parra, 1984).

Ante esta compleja problemática, es necesario identificar los factores que podrían propiciar el desarrollo sostenible de los sistemas productivos, así como, plantear estrategias de producción congruentes con el uso racional de los recursos naturales, que tengan la capacidad de aumentar la producción y la eficiencia económica (Trujillo, 1990) a lo largo del tiempo. Tales estrategias deberían basarse en una concepción que tienda a neutralizar o minimizar los efectos de las perturbaciones ocasionadas por los fenómenos naturales y el hombre (Gligo, 1990), y que además, permitan distribuir la productividad de una manera justa entre la sociedad (Conway, 1985). Lograr el desarrollo sostenible de los sistemas de producción es uno de los desafíos actuales de los productores, y los investigadores tienen el compromiso de contribuir a conseguirlo. En esa perspectiva, el análisis de las relaciones entre productores, uso de los recursos

naturales, y diversidad y complejidad de los sistemas integrales, puede contribuir a definir estrategias de desarrollo sostenible de los sistemas de producción (Spedding, 1995; Altieri, 1992).

Con base en estos antecedentes, en el presente trabajo de investigación se planteó como objetivo aportar conocimientos de importancia tecnológica, ecológica y socioeconómica sobre el sistema de producción ovina de los tzotziles de Los Altos de Chiapas, identificar sus mecanismos de funcionamiento, explicar las causas de los problemas que determinan su desarrollo, y proponer y evaluar alternativas de producción sostenibles.

II. CONCEPTUALIZACION DEL SISTEMA

De acuerdo con Aracil (1979), la etapa de conceptualización es la primera en el proceso metodológico para el estudio de sistemas dinámicos. Esta consiste en obtener una perspectiva y comprensión de un fenómeno del mundo real y comprende principalmente tres fases: 1) identificación y límites geográficos del sistema; 2) análisis de los componentes del sistema y 3) integración conceptual del sistema. En ésta investigación, la etapa de conceptualización del sistema de producción ovina se basó en la revisión de literatura, opinión de expertos y experiencias propias.

2.1. Identificación y límites geográficos del sistema

El sistema de producción ovina que aborda ésta investigación fue descrito en estudios previos por Nahed y Parra (1984), cuyas funciones importantes para los tzotziles son: 1) ecológica, ya que permite el flujo de nutrimentos y la circulación de materiales entre los sistemas de producción, mediante la rotación en el uso del suelo, el aprovechamiento del follaje de algunas especies leñosas, arvenses de la milpa y los esquilmos agrícolas que complementan la alimentación de los ovinos y, el uso de estiércol para la fertilización de cultivos agrícolas, especialmente de pequeños predios cultivados intensivamente con hortalizas; 2) económica, dado por el aporte monetario a través de la venta de animales y obtención de lana para la producción de artesanías para la venta; y 3) sociocultural, por la utilización de la lana para elaborar su indumentaria tradicional.

La delimitación geográfica inicial de las fronteras de dicho sistema se circunscribió al área denominada subregión San Cristóbal de Las Casas, ubicada dentro de la región de Los Altos (Mera, 1989), una de las ocho regiones agrícolas del estado de Chiapas (Mauricio *et al.*, 1982), y obedeció a la importancia económica y sociocultural que guarda la producción ovina para las familias indígenas, así como a la compleja problemática que la aqueja. Por abarcar la mayor parte de la superficie de la región de Los Altos, y por localizarse en las mayores altitudes a nivel regional, a la subregión San Cristóbal se le identifica comúnmente como la región de Los Altos de Chiapas (Díaz, 1996). Con base en

ello, en lo sucesivo se denominará a la subregión San Cristóbal como la región de Los Altos de Chiapas.

La región de Los Altos de Chiapas se ubica entre los paralelos 16° 30' y 17° de Latitud Norte, y entre los meridianos 92° y 93° de Longitud Oeste. Comprende 15 municipios con una superficie aproximada de 3,456.5 km^2 (Gobierno del Estado de Chiapas, 1994). La población es mayoritariamente indígena, perteneciente a los grupos étnicos Tzotzil y Tzeltal. De acuerdo con Mera (1989) la altitud en la región de Los Altos oscila entre los 1200 y 2400 msnm, siendo sus mayores elevaciones los volcanes Zontehuitz (2876 msnm) y Huitepec (2760 msnm). Aunque la mayor parte de la topografía de la región es abrupta, es posible observar una diversidad de relieves. Müllerried (1957) y Mera (1989) la describen como un altiplano escalonado en altitudes, donde se distinguen series de promontorios regularmente paralelos entre los que se presentan valles, mesetas, y declives con pendientes suaves y fuertes. Estas diversas formas de relieve fueron agrupadas por Mera (1989) conforme a patrones de recurrencia de geoformas simples, y distingue cinco sistemas terrestres: a) el sistema Cárst-Chamula, definido por una secuencia regular de conos y depresiones, es el más importante, puesto que abarca más de la mitad de la superficie regional; b) el de los Poljés, que comprende los valles más amplios donde se asientan las poblaciones de San Cristóbal de Las Casas y Teopisca; c) el de Conos Cineríticos, constituido por dos formaciones volcánicas periféricas a la ciudad de San Cristóbal; d) el de Pliegues Fallados, donde se tienen materiales clásticos -lutitas y areniscas- hacia el norte de la región; y e) la Falla Escalonada, que representa la vertiente meridional de Los Altos hacia la depresión central.

En los capítulos de materiales y métodos y, de resultados y discusión, se expone con mayor detalle la delimitación geográfica de las fronteras de la zona borreguera de la región de Los Altos de Chiapas, basada en factores físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales.

2.2. Análisis de los componentes del sistema

La descripción de cualquier sistema empieza con el análisis de las características de cada componente básico del mismo. A esta fase de la investigación se le conoce como analítica (Bello, 1971), y consiste en el fraccionamiento de un fenómeno en sus partes para el estudio separado de cada una de ellas.

El comportamiento productivo actual del sistema de producción ovina de Los Altos de Chiapas es el resultado de un complejo proceso histórico de interacciones físico-biológicas (regulado por un gran número de factores pertenecientes a cuatro componentes básicos: el clima, el suelo, el pastizal y el ovino) y de manejo integral de los recursos (suelo, agua, flora local, agroforestal, agropecuario, medios y fuerza de trabajo) por parte del productor, el cual es condicionado por factores económicos, sociales, culturales: mágico-religiosos, y de políticas de apoyo institucional.

A continuación se describen los componentes básicos en el sistema de producción ovina y los principales factores que intervienen en el. Un análisis más detallado de estos componentes producto de observaciones directas, mediciones en campo e interpretaciones propias, se presenta en el capitulo de resultados y discusión.

2.2.1. Clima

El clima es un factor externo al sistema de producción ovina, en consecuencia, es una entrada a dicho sistema. Helman (1977) señala que los factores (causas) que definen el clima son fenómenos astronómicos, geográficos y meteorológicos, los cuales determinan las particularidades de sus elementos (efectos). Dentro de los elementos que integran el clima se encuentran primordialmente la presión atmosférica, la humedad del aire, la precipitación, la radiación solar, los vientos y la temperatura (Johnson y Hahn, 1982).

De acuerdo con Díaz (1996), por su ubicación geográfica, la región de Los Altos de Chiapas pertenece a la macroregión climática tropical del hemisferio norte, lo cual le confiere ciertas características de índole general, pero

considerando su posición relativa en el territorio chiapaneco, las altitudes que se tienen, y su orografía accidentada, la región posee una gama de particularidades que originan diversas variantes climáticas a su interior. Así, se señala que el clima va de los templados a los semicálidos, con gradientes de humedad de los subhúmedos a los húmedos (Mera, 1989).

De acuerdo con la clasificación climática de Köeppen, modificada por García (1988), en Los Altos el clima templado subhúmedo C (w_2) (w) es el más importante por su mayor ocurrencia a regional; se presenta desde los 1600 msnm en adelante con una temperatura media anual que oscila entre los 14 y 18 °C; la precipitación media anual varía de 1200 a 2000 mm. Alrededor de este clima principal, con el descenso altitudinal, se extiende una franja semicálida subhúmeda (A)C(w), con excepción de una porción del norte donde sigue prevaleciendo un clima templado pero húmedo C(m); se presenta en alturas mayores de 1500 msnm pero menores de 1800 msnm y con una variación de temperatura media anual de 18 a 20 °C; la precipitación media anual varía de 1200 a 2000 mm. A estas variantes le continúa hacia el norte y noreste un clima semicálido húmedo (A)C(m) en transición hacia las regiones montañosas del estado, orientadas a barlovento con respecto a los vientos provenientes del Golfo de México, se presenta entre los 1000 y 1500 msnm, con temperatura media anual de 18 a 20 °C; y una precipitación media anual de 1 500 a 2 000 mm (Mera, 1989; Díaz, 1996).

Estas características climáticas están determinadas por los siguientes factores:

1. La región recibe los rayos del sol verticalmente dos veces al año, lo que propicia que la marcha anual de la temperatura presente dos máximos: el primero ocurre en mayo, antes del establecimiento de la temporada lluviosa y del solsticio de verano; y el segundo se atenúa o desaparece por efecto de la temporada lluviosa de verano (Díaz, 1996). Así, la temperatura media anual de la región varía entre los 14 y los 22 °C (CETENAL e Instituto de Geografía de la UNAM, 1970); sin embargo, en el período seco, durante los meses de

diciembre a marzo, las temperaturas mínimas absolutas fluctúan entre los 4 °C y los -8 °C

2. Durante la primera mitad caliente del año, con el desplazamiento hacia el norte del anticiclón del Atlántico Septentrional o zona subtropical de alta presión, la región, al igual que el resto del país, queda bajo la influencia de la Zona de los Alisios -vientos cálidos que a su paso por el Golfo de México se cargan de humedad y soplan hacia el ecuador con una dirección de NE-SW-, y de la Zona Intertropical de Convergencia, dando lugar al establecimiento de la temporada lluviosa del año que inicia desde mayo y termina en octubre (Díaz, 1996).
3. Con el cambio de las condiciones atmosféricas durante el otoño e invierno, las lluvias se abaten considerablemente, y la escasa precipitación que se presenta, resulta nuevamente de los alisios del noreste, y de los "nortes" característicos de esta época (Díaz, 1996).
4. Debido a las características topográficas de la región, el clima sufre modificaciones por que los vientos y lluvias de los alisios que entran por el noreste desde enero hasta marzo, son detenidos por las montañas del norte; estas corrientes al ascender, se enfrían ocasionando precipitaciones, dejando parte de su humedad en esta zona, y al perder parte de su carga continúan ascendiendo a través de la barrera montañosa. Cuando llegan a alcanzar los valles de Teopisca y San Cristóbal, recuperan la humedad perdida, tomándola del medio, de ahí continúan su trayectoria y cuando llegan a alcanzar las cumbres del Zontehuitz o Huitepec vuelven a ocasionar precipitaciones por enfriamiento (Mera, 1989).
5. La característica más destacada del régimen pluvial es la alternancia de una estación lluviosa de junio a septiembre, con más de la mitad de la precipitación anual (entre 55.6 y 77.7%), con una seca de diciembre a marzo, con menos del 15% -el resto de la lluvia cae en los meses de octubre y noviembre- (Mera, 1989; Díaz, 1996), la cual es resultante del desplazamiento de las zonas lluviosas y de sequía hacia los polos durante el verano y hacia el Ecuador durante el invierno del hemisferio respectivo (Díaz, 1996).

2.2.2 Suelos

Los suelos constituyen un componente abiótico del sistema de producción ovina y de los otros sistemas productivos que los campesinos manejan. Provienen en su mayoría del desgaste y disolución de las calizas y rocas clásticas, así como de cenizas volcánicas. De acuerdo con la clasificación FAO/UNESCO (1970), los tipos de unidades de suelos de la región de Los Altos son Acrisoles, Feozem, Fluvisoles, Gleysoles, Litosoles, Luvisoles, Planosoles, Regosoles y Rendzinas. En la región, existe una clasificación Tzotzil de suelos basada en la combinación de la textura (pesada = Chablum, media = C'Unlum y ligera = Yi'Allum) y el color (negro = Ic', amarillo = C'An, rojo = Tsajal, gris = Sacxich y blanco = Sac) de los mismos; con estas características es posible diferenciar los siguientes tipos de suelos: Ic'Alchablum, C'Analchablum, Tsajalchablum, Ic'Alc'Unlum, C'Analc'Unlum, Tsajalc'Unlum, Sacxichlum y Saclum (Pool-Novelo *et al.*, 1991).

Por las condiciones de relieve y topografía, en su mayoría los suelos de Los Altos de Chiapas están en pendientes pronunciadas, son poco profundos y con grandes porcentajes de obstrucción por gravas de cantos rodados o por pedacería de caliza, que afloran al erosionarse el material que los cubre (Mera, 1989). Estas observaciones fueron corroboradas en un muestreo realizado en 37 pastizales localizados en siete comunidades de la región, con la finalidad de conocer la clase de capacidad de uso[1] de los mismos. Se encontró que el 2.7 % presenta una clase de capacidad de uso de II; el 24.3 % de III; el 18.9 % de IV; el 43.2 % de V y el 10.8 % de VI. Los factores limitantes que determinan la clase de capacidad de uso son la pendiente del terreno en un 70.2 %; la profundidad efectiva en un 21.6 %; la obstrucción por pedregocidad en un 5.4 % y el drenaje en un 2.7% (Nahed, 1989). Lo anterior significa que los suelos de los pastizales presentan, en su mayoría, características poco favorables para desarrollar una ovinocultura

[1] Sistema de clasificación de tierras según la aptitud relativa de los suelos para los cultivos, el pastoreo u otros propósitos. Se basa en todas las características del terreno que puedan tener acción significativa en su aptitud productiva, y las limitantes (pendiente, profundidad efectiva, obstrucción y drenaje entre otros) que restringen el uso del suelo. Estas son las características principales para establecer la clasificación. Las clases de capacidad de uso de los suelos se expresan con números romanos (del I al VIII) y son más favorables o de mayor aptitud cuando el valor de la clasificación numérica es menor, y viceversa (Ortiz-Villanueva y Ortiz-Solorio, 1990).

intensiva en forma convencional. Sin embargo, existe la posibilidad de intensificar la producción en un ámbito agrosilvopastoril debido a que la región ha sido considerada con vocación eminentemente forestal (González-Espinoza *et al.*, 1991).

Por otro lado, Alvarez-Solís *et al.* (1998) reportaron que cuando el suelo es desprovisto de la cubierta vegetal para incorporarlo al cultivo, los riesgos de pérdida de suelo se acentúan, independientemente del sistema agrícola en que se utilicen las parcelas.

El drenaje es subterráneo en las áreas cársticas, formándose pequeños cuerpos lacustres en las dolinas cercanas debido a la acumulación de agua y al drenaje lento. El drenaje superficial es de dos tipos, el radial dado en áreas volcánicas y, el segundo tipo relacionado con el drenaje subterráneo; es decir, donde el material geológico cambia y es posible el drenaje superficial natural, tal como sucede en el borde sureste de la región donde desembocan los afluentes del río Huixtán que nace al noreste-este de San Cristóbal de Las Casas y que hacia el sur cambia su nombre por río Tzaconejá, que desemboca hacia los afluentes del río Usumacinta (Mera, 1989).

Las evaluaciones químicas de suelos efectuadas en el paisaje cárstico que ocupa el 65 % del territorio regional, en los sistemas terrestres Cárst-Chamula y Conos Cineríticos muestran que los suelos son ricos y muy ricos en nitrógeno total, pero en algunos casos extremadamente ricos en materia orgánica, conduciendo a una relación carbono/nitrógeno de alta a media; el pH de los suelos es de moderado a fuertemente ácido, condición que puede estar asociada con problemas de fijación y baja disponibilidad de fósforo (Pool *et al.*, 1991; Alvarez-Solís *et al.*, 1998).

2.2.3. Planta

En el caso particular de la región de estudio, referimos este componente biótico del sistema de producción ovina estrictamente a la producción de forraje, en donde además de las especies producidas en los pastizales, se analizan también las arvenses de la milpa, el follaje de arbustos y árboles, y los residuos de

las cosechas que entran al sistema ovino y que contribuyen con importantes cantidades de biomasa para la alimentación animal.

Pastura. La pastura o cubierta vegetal de los pastizales existentes en Los Altos de Chiapas tiene la característica de ser inducida y naturalizada. Una primera clasificación de estos pastizales realizada por Nahed (1989) los agrupa en: 1) inducidos o introducidos permanentes, 2) inducidos por cultivo de año y vez, 3) inducidos sin mantenimiento y 4) inducidos en acahual. Estos pastizales se encuentran sometidos a una dinámica de manejo rotacional, los cuales son roturados después de tiempos variables de descanso para establecer cultivos agrícolas. En general, las especies de gramíneas que se han identificado en estos pastizales son *Pennisetum clandestinum, Aegopogon cenchroides, Agrostis hiemalis, Agrostis perennans, Cynodon dactylon, Eragrostis intermedia, Poa annua, Setaria geniculata, Sporobolus indicus, Sporobolus poiretii, Stipa ichu, Trisetum deyeuxioides y Vulpia myuros.* De otras familias botánicas se han identificado *Trifolium amabile, Trifolium repens, Gnaphalium americanum, Conyza coronopifolia, Hustonia serphyllacea y Viola aff. humilis* (Nahed *et al.*, 1991).

En la región, la productividad primaria de los pastizales cambia de acuerdo al tiempo de descanso del terreno, esto es sin roturación ni cultivo agrícola. Así, en un estudio de tres pastizales, se encontró que con un año de descanso y excluidos del pastoreo se produjo 1,135 kg MS ha^{-1} de gramíneas y 2,750 kg MS ha^{-1} de otras especies; en cambio, las parcelas a los dos años de descanso produjeron 3,405 kg MS ha^{-1} de gramíneas y 4,210 kg MS ha^{-1} de otras especies (Nahed *et al.*, 1991). La productividad primaria también se afecta por la condición topográfica del terreno y por la exclusión del pastizal. Urquijo *et al.* (1991) obtuvieron 259 y 2,360 kg MS ha^{-1} en pastizales de ladera y dolina respectivamente; y 694 y 1,928 kg MS ha^{-1} en pastizales permanentes bajo pastoreo y exclusión respectivamente. La calidad de la biomasa que producen los pastizales cambia también en función de las variaciones climáticas a través del

año. Así, la variación anual de la proteína es de 6 % en abril a 11 % en agosto, y para pared celular es de 50 % en abril a 65 % en junio.

Arvenses. Las arvenses son especies vegetales que crecen espontáneamente en terrenos cultivados. Distintos grupos de productores las utilizan comúnmente como fuente de forraje para la alimentación animal (Hernández y Azurdia, 1987; Cornick y Kirkby, 1981), y algunas de ellas han sido seleccionadas y cultivadas como forrajeras de corte (Hernández y Azurdia, 1987; Wheeler, 1981). Para los productores de Los Altos de Chiapas, las arvenses constituyen un recurso fitogenético de suma importancia debido a su uso alimenticio, forrajero, medicinal y ornamental (Soto-Pinto, 1990).

Las parcelas cultivadas aportan en cada ciclo anual cantidades variables de arvenses dependiendo de su historial de uso y manejo. Así, las parcelas provenientes de pastizal de 3 años de descanso o más produjeron en promedio mayor biomasa por unidad de área (1.1 ton ha^{-1}) que las parcelas con 4 años de cultivo continuo (0.34 ton ha^{-1}); además, las parcelas no roturadas al momento de su incorporación al cultivo aportaron mayor biomasa (1.1 ton ha^{-1}) por unidad de área que las parcelas con roturación (0.1 ton ha^{-1}), como lo reportan García-Barrios *et al.* (1991). Estos autores observaron que bajo las cuatro condiciones de manejo señaladas, la composición florística de las arvenses fue similar, aunque la abundancia de especies agresivas y más competitivas con el maíz varió entre ellas. Las especies reportadas son *Coniz sp, Houstonia sp, Pteridium sp, Stipa ichu, Setaria geniculata, Bulpia myuros, Sporobolus poiretii, Sporobolus indicus, Agrostis hiemalis, Aegopogon cenchroides* y *Pennisetum clandestinum.*

En otras observaciones realizadas (Nahed *et al.*, 1991) resaltan la importancia de Dalea (*Dalea leporina*) y "Napush" (*Brassica campestris*) como arvenses forrajeras de uso relativamente común por los indígenas. La cosecha de Dalea, al deshierbar el cultivo de maíz en parcela experimental, produjo 1,200 kg MS ha^{-1}, en tanto que al ser establecida en monocultivo para forraje de corte produjo 8,038 kg MS ha^{-1}. Su alto contenido de proteína (23.6 %) y energía bruta (3.955 kcal/g), así como su baja concentración de pared celular (33.6%), y alta

digestibilidad *in vitro* (81.9%), la colocan como la leguminosa naturalizada con mayor potencial para ser cultivada como forrajera de corte en la región. Por otro lado, durante el deshierbe que realizan los productores al cultivo de maíz, se recolectan cerca de 600 kg ha^{-1} de "Napush", que se utiliza para la alimentación humana y como forraje por ser muy apetecido por los ovinos; su contenido de proteína es alto (23.2%) y el de pared celular aceptable (45%). Ambas especies tienen un fuerte potencial como forrajeras de corte.

Residuos de cosecha. El residuo de cosecha más importante para los productores de Los Altos es el rastrojo de maíz debido a la gran superficie que ocupa este cultivo y al alto rendimiento de rastrojo (2.6 ton MS ha^{-1}). Este se utiliza para la alimentación animal mediante el rastrojeo de invierno al término de la cosecha, o bien, para incorporarse directamente al suelo como mejorador de la estructura y fertilidad. Pese a que el aporte de energía bruta (3.1795 kcal/g) del rastrojo de maíz en la región es aceptable, su baja calidad está determinada por el contenido bajo de proteína (3.02 %), alto porcentaje de pared celular (75.6 %) y baja digestibilidad *in vitro* (53.4%) (Nahed *et al.*,1991).

Otros residuos de cosecha con cierta importancia son el follaje del frijol bótil (*Phaseolus coccineus* spp. *coccineus*) y de papa (*Solanum tuberosum*), que también son empleados en la alimentación de ovinos, en tanto que el grano y el tubérculo se utilizan para la alimentación humana (Nahed *et al.*,1991)

Follaje de árboles y arbustos. En distintas partes del mundo las especies leñosas de uso múltiple se encuentran integradas en mayor o menor medida a los sistemas de producción animal en pastoreo. El follaje de los árboles y arbustos constituyen un componente primordial en la alimentación animal (Devendra, 1990). En la región de Los Altos de Chiapas la rica diversidad florística existente en las comunidades vegetales de bosques, acahuales, cercos vivos y huertos familiares (Alemán, 1989; González-Espinoza *et al.*, 1991; Soto, 1997), permite a los productores obtener entre otros productos, follaje de diversas especies leñosas forrajeras para alimentar a los ovinos (Nahed *et al.*, 1997).

Las especies arbóreas y arbustivas más utilizadas como forrajeras por los productores son *Montanoa leucantha* subsp arborescens, *Erythrina chiapasana, Rapanea juergensenii, Buddleia skutckii, Eupatorium semialatum, Holodiscus argenteus, Fuchsia paniculata*, *Ostrya virginiana*, *Monnina xalapensis, Garrya laurifolia*, *Verbesina perymenioides, Quercus crassifolia*, *Quercus rugosa*, *Cleyera theaeoides, Cavendishia guatemalensis* var. *chiapensis, Baccharis vaccinioides, Lobelia laxiflora, Cassia tomentosa y Cornus disciflora* (Villafuerte, 1994). Desde el punto de vista nutricional, las especies señaladas presentan un intervalo de variación de proteína cruda (PC) de 7.2-22.3 %, energía bruta (EB) de 2.8-4.5 kcal/g, fibra detergente neutro (FDN) de 21-59 %, fibra detergente ácido (FDA) de 18-52 %, digestibilidad *in vitro* de 33-77 %, ácido tánico de 0.313-0.760 g/100 g, escasa o nula concentración de alcaloides y sin glucósidos cianogénicos (Nahed *et al.*, 1997).

2.2.4. Ovino

Los ovinos constituyen la especie animal de mayor importancia para los productores indígenas de Los Altos de Chiapas, no solo por su valor económico y el número de cabezas existentes a nivel regional, sino también por la función sociocultural y ecológica que desempeñan dentro de la unidad de producción familiar. Así, en 1994 en la región se registraron 88,803 ovinos; 27,519 bovinos; 16,537 équidos (caballos, mulas y asnos); y 26,839 suinos (INEGI, 1994). Al uniformizar la población de dichas especies en términos de unidades animal, con la finalidad de valorar la importancia absoluta de las mismas, por su demanda de forraje, los bovinos fueron los más importantes.

El tipo de ovinos existente en la región es el criollo chiapaneco, descendiente de las razas españolas Churra, Manchega y Lacha. Estos ovinos han desarrollado una capacidad de adaptación, mediante selección bajo domesticación, que les ha permitido subsistir y reproducirse, aunque de manera suboptima en condiciones naturales y de manejo poco favorables, de disponibilidad escasa y estacional de forraje y de fuertes parasitosis. En estas condiciones de adaptación y de resistencia, el estado de confort de los ovinos se

ve afectado y en consecuencia su productividad. Así, se reporta que los ovinos se manejan en rebaños de 10.8 animales en promedio. El peso máximo que alcanzan al año de edad es de 20 kg; la producción de lana es de 800 a 900 g cabeza^{-1} año^{-1}; la mortalidad en corderos es de 15.7% debido a que las nacencias ocurren en invierno, cuando las condiciones naturales son adversas; la mortalidad en ovinos adultos es de 13.1% como consecuencia de que no desechan los animales adultos improductivos o de que no lo hacen oportunamente; y la tasa de fertilidad es de 51.1% (Nahed y Parra, 1984).

2.2.5. Aspectos socioeconómicos y culturales de la producción ovina

Al igual que el resto de los campesinos indígenas de Los Altos de Chiapas, los productores de ovinos también son minifundistas, con medios de trabajo que se limitan a un reducido número de herramientas manuales. En las diversas actividades de producción-consumo, las unidades de producción muestran una creciente dependencia de los mercados de trabajo; los hijos se emplean, principalmente, como peones en las fincas, en la industria de la construcción, como jardineros, paleteros, sirvientes, y como meseros y camareras en restaurantes y hoteles entre otros. Esta dependencia por la creciente modernización o del uso de insumos externos, se extiende a los mercados de dinero y de bienes de consumo productivo (herramientas, semillas, fertilizantes y pesticidas entre otros) y no productivo (azúcar, velas, aceite y cohetes entre otros), con los cuales mantienen relaciones económicas desfavorables. Por otra parte, la migración genera escasez temporal de fuerza de trabajo para las labores agrícolas, causando cierto desajuste en la producción.

Dentro de las unidades de producción, la ovinocultura es una actividad desarrollada esencialmente por las mujeres, donde la propiedad de los medios de producción, particularmente de la tierra y de los animales, articulan las relaciones sociales de producción. Conforme al patrón de herencia vigente, todos los hijos o hijas heredan algo de tierra de sus padres, y al casarse reciben también algunos ovinos, lo cual propicia la reproducción de los sistemas de producción, y profundiza el problema del minifundio; sin embargo, así se perpetúan en la región de estudio las formas de trabajo familiar.

El pastoreo, y en general, el cuidado de los ovinos, consume una gran cantidad de trabajo femenino, y aunque simultáneamente al pastoreo de los animales las mujeres escarmenan e hilan la lana, elaboran sus vestidos con telares de cintura, o bien recolectan leña para acarrearla al hogar, la productividad del trabajo invertido es baja. Actualmente una buena parte de los productos, además de satisfacer necesidades de autoconsumo, se destina para la venta, debido al desarrollo de un mercado regional de ovinos para carne y al aumento del mercado de artesanías, impulsado por el turismo nacional e internacional (Parra-Vázquez *et al.*, 1993). Sin embargo, los beneficiarios de este desarrollo mercantil no son las pastoras sino los intermediarios que pagan por el producto entre una quinta o una décima parte del precio al que llega al consumidor final (Nahed y López, 1989). A pesar de estas relaciones de intercambio tan desfavorables, la cría de ovinos tiene gran importancia en el ingreso total familiar. En este sentido, Parra-Vázquez *et al.* (1993), con base en su tipología de productores para la región, señalan que los campesinos obtienen 68 % del ingreso total familiar por concepto de venta de ovinos y textiles de lana; los jornaleros obtienen 19 %; los agricultores 21 %; y los comerciantes 25 %.

Desde el punto de vista sociocultural, en la región de estudio existe un conjunto de relaciones sociales que dan cohesión a los tzotziles como grupo étnico: su estructura de cargos, su lengua, su vestido, su sistema de herencia y su forma de tenencia de la tierra, entre otros. Estas relaciones sociales tienen como sustento material un conjunto de valores de uso (productos de autoconsumo) que dan al modo de vida de los tzotziles sus rasgos característicos: sus viviendas, alimentación, medicina, y vestido. Todos estos son bienes autoproducidos a partir del uso diversificado del suelo. En el caso específico de la producción ovina, la demanda de ropajes de lana aumenta con el crecimiento de la población. Como contraparte, la producción no aumenta como efecto de una mayor eficiencia en la producción, sino que se reproduce de manera extensiva, mediante la ampliación de las áreas de pastizal y el aumento de la fuerza de trabajo invertida, cuya productividad es baja; sin embargo, es indispensable para su actual forma de vida.

2.2.6. Aspectos de políticas de desarrollo que influyen en la producción ovina

Los indígenas tzotziles no escapan de las políticas económicas a nivel regional, estatal, nacional e internacional, las cuales inciden notablemente en su desarrollo económico y social, y por su conducto, en el proceso de reproducción y diferenciación de las unidades de producción. De acuerdo con Calva (1988), aunque la pequeña producción campesina ha mostrado una importante capacidad para seguir funcionando en condiciones cada vez más desfavorables, su subsistencia se encuentra gravemente amenazada por la crisis agrícola y alimentaria que ha sufrido México. Esta situación se ha agravado aun más con el proceso de apertura de la economía nacional para insertarse a nuevos mercados internacionales (TLC), acorde con las tendencias globalizadoras mundiales, rompe con el viejo orden corporativo, de economía cerrada, de fuerte intervención estatal, y se coloca en la transición a un modelo económico regido por las leyes de mercado (Tarrio *et al.*, 1995). Ante la evidente desventaja de poner a competir a los productores del campo mexicano sin apoyos técnicos o crediticios suficientes, con productores estadunidenses que gozan de apoyos cuantiosos, en 1993 Carlos Salinas anunció el retiro de los subsidios al precio del maíz, el cual sería sustituido por un programa de apoyo directo a los campesinos de México, a fin de que estuvieran en posibilidades de competir, en igualdad de circunstancias, con los agricultores de Estados Unidos y Canadá (Chapela, 1995). En este contexto, los subsidios generalizados de PROCAMPO, -tanto por su monto como por el momento en que llegan-, más bien tienen un impacto político y en el consumo representan una beca alimenticia para los empobrecidos productores rurales más que un apoyo a la producción (Espinosa, 1995).

Otras medidas son las transformaciones del sistema financiero que contemplan la depuración de los clientes de BANRURAL. Bajo este esquema, el escaso crédito, la asistencia técnica y los programas de fomento para maíz, se orientan a un selecto y minoritario grupo de maiceros ubicado en áreas de alto potencial que supuestamente podrían enfrentar la competencia de Estados Unidos. Por otra parte, los campesinos con sistemas de producción no rentables se convierten en clientela política a través del PRONASOL (Tarrio *et al.*, 1995;

Espinosa, 1995), programa que busca solo mitigar la pobreza que generan las políticas de ajuste estructural (Chapela, 1995).

En el nuevo modelo económico en el que priva la productividad, la eficiencia y la competitividad, en donde los sujetos se miden en el mercado, un mercado entre desiguales, tanto a nivel de países como de productores, en general, no tiene lugar el campesinado, y en forma particular, choca con la lógica de producción de los tzotziles, cuyo propósito primordial es el autoabasto para lograr la sobrevivencia física y cultural, objetivos que se cumplen a través de diversas actividades productivas, mediante el uso de un rico germoplasma, y recurriendo a diversas prácticas agropecuarias. Tal es el caso de la producción ovina, cuyo propósito fundamental es el de suministrar abono para los cultivos y la lana para la vestimenta distintiva a este grupo étnico, y no el de obtener una ganancia monetaria (Nahed y Parra, 1984; Gómez, 1978). La escasa infraestructura, limitada acumulación de capital, ausencia de recursos humanos capacitados, y el retraso tecnológico entre otros aspectos, conforman una gran brecha que impide no solo a los productores tzotziles de Los Altos, sino en general a los productores del estado de Chiapas, insertarse en la economía globalizada, brecha que tiende a ensancharse y a dejar en un rezago permanente a la sociedad chiapaneca (Parra y Moguel, 1995).

2.3. Integración conceptual del sistema

A diferencia de las investigaciones disciplinarias que abordan solo de manera parcial el análisis de los sistemas de producción, los estudios integrales brindan la oportunidad de conocer la influencia conjunta de los componentes que constituyen un sistema sobre el comportamiento de este. A ésta fase de investigación se le conoce como fase de síntesis, la cual no puede darse sin previo análisis (Bello, 1971; Aracil, 1979; Park y Seaton, 1996).

Con este enfoque, la investigación original de campo que se presenta en el capítulo de resultados y discusión abordó la complejidad de los problemas del sistema de producción ovina, así como los difíciles retos que involucra poder resolverlos. Ello implicó que además de estudiar los componentes y elementos del sistema en forma aislada, se hiciera un análisis integral empírico o síntesis del mismo.

Los procesos que ocurren en el sistema de producción ovina son complejos debido a que el productor indígena no maneja las plantas o los animales en forma aislada, sino la totalidad de la unidad de producción familiar, con toda su complejidad

biológica, sociocultural y política y en un ambiente caracterizado por incertidumbre climática, económica y política, que agrava los problemas sociales.

Algunos de los problemas pueden observarse a través de las tendencias de cambio en el comportamiento de algunos indicadores como carga animal, cobertura del pastizal, sobrepastoreo y productividad animal por hectárea entre otros. Mediante la observación de estos indicadores, en particular, es posible identificar los puntos críticos del desarrollo sostenible (momento en que se rebasa el nivel máximo de capacidad de sostenimiento de los recursos o de un proceso) del sistema bajo estudio.

Por una parte, se observa el crecimiento excesivo de la población indígena en las últimas décadas (de 54,205 habitantes en 1970 se incrementó a 84,061 habitantes en 1990, solo en los siete municipios de la zona borreguera; SIC, 1971; INEGI, 1994) y la escasez de tierra agrícola, lo cual ejerce gran presión sobre los recursos naturales y ocasiona una competencia permanente por el uso del suelo con fines pastoriles, las parcelas agrícolas y las áreas forestales. Este proceso conduce a un cambio en el patrón de uso del suelo, manifestando una clara tendencia hacia el incremento de la superficie de labor, ya que ello les permite la producción de alimentos en un plazo corto, en detrimento de la superficie de pastos y bosques, y conlleva a su vez a otro proceso, el de la intensificación del sistema de producción ovina en un esquema agrosilvopastoril. Sin embargo, dicho proceso de intensificación resulta ineficiente, ya que se basa en el incremento en la frecuencia de utilización de los suelos, lo que impide que estos recuperen su fertilidad en forma natural debido a: (a) la disminución del tiempo de descanso de los mismos, a través de la sustitución de los sistemas agrícolas de barbecho largo por otros de manejo más continuo, hasta convertirlos en áreas de pastizal, cuyo uso dura varios años antes de utilizarlos nuevamente para establecer cultivos agrícolas, o bien (b) por el incremento de la intensidad de pastoreo en áreas en descanso agrícola o de pastizales permanentes. Esa abreviación de la rotación en el uso del suelo y la mayor presión por unidad de área pastoreada conlleva a una explotación de tipo extractiva, la cual genera cada vez mayor degradación de los pastizales y menor productividad primaria y secundaria. De continuar estas tendencias, se puede

anticipar que se agravará la actual etapa de crisis, ya de por sí severa, en que se encuentra el sistema de producción ovina.

Por otra parte, las mismas necesidades crecientes de la población dan origen a una mayor demanda de fibra de lana, y estiércol para fertilizar los cultivos, por lo que el número de cabezas de ovinos tuvo un crecimiento de 189.3 % de 1950 a 1970 (SE, 1957; SIC, 1975); y aunque de 1970 a 1990 disminuyó tanto la superficie de pastos (88.4 %) como la población ovina (40.43 %; SIC, 1975; INEGI,1994), esta última se redujo en menor proporción, lo que ha agudizado el problema de sobrepastoreo y de desnutrición de los animales. La problemática alimentaria de los ovinos tiene tres características fundamentales: (a) el elevado número de animales que sobrepasa la capacidad de sostenimiento de los pastizales, (b) la disponibilidad estacional de forraje a causa de la irregularidad de los factores climáticos y (c) el alto gasto energético debido a los largos recorridos durante el pastoreo. Los problemas señalados causan a su vez desequilibrios en el comportamiento reproductivo, el estado de salud, el crecimiento y la producción de lana. Aunado a lo anterior, existe un elevado tiempo dedicado al pastoreo de los minúsculos rebaños, debido a la falta de organización de las pastoras, lo que conduce a una baja productividad de la mano de obra.

De acuerdo con Parra-Vázquez *et al.* (1993), el minifundismo, la restricción de medios de producción y las desfavorables relaciones mercantiles, impuestas históricamente a los tzotziles, son procesos que se oponen a una posible autosuficiencia de su creciente población, así como al desarrollo sostenible y se ubican como las causas generadoras de otros desequilibrios. Además, señalan que las posibilidades de desarrollo técnico se restringen debido a la nula reinversión de los escasos recursos monetarios que se obtienen de la producción ovina, los cuales se destinan a la compra de productos básicos, o a la compra de fertilizantes para los cultivos.

Lo anteriormente expuesto ha sido corroborado recientemente por Gómez (1996), quien mediante la metodología de "Análisis Estructural" propuesta por Mojica (1991), agrupó la interdependencia de los problemas de la ovinocultura en Los Altos de Chiapas. La metodología consistió básicamente en realizar entrevistas a

investigadores y extensionistas, en este caso, relacionados con la ovinocultura, a quienes se les pidió que identificaran los problemas que ellos consideraban más importantes en esta actividad, y los definieran detalladamente tomando en cuenta las interacciones que existen entre ellos. De esta forma el autor obtuvo una lista de problemas prioritarios y una matriz de datos que muestra en forma resumida la interdependencia entre ellos, así como la ponderación de acuerdo con la influencia ejercida por cada uno. En la matriz, la columna de los valores de motricidad (capacidad de influencia de un problema sobre otros) se obtuvo al cuantificar la interacción de cada uno de los problemas con los otros en sentido horizontal; y la hilera de los valores de dependencia (grado en que depende un problema de otros) se obtuvo de igual forma, mediante la sumatoria de las interacciones de los problemas en sentido vertical.

Con la información obtenida, se elaboró la Figura 1, la cual muestra la interdependencia de los problemas prioritarios, basados en valores de motricidad y dependencia, y se definen cuatro zonas de agrupamiento de los problemas, cada una acompañada de una letra que la identifica y la describe en el texto.

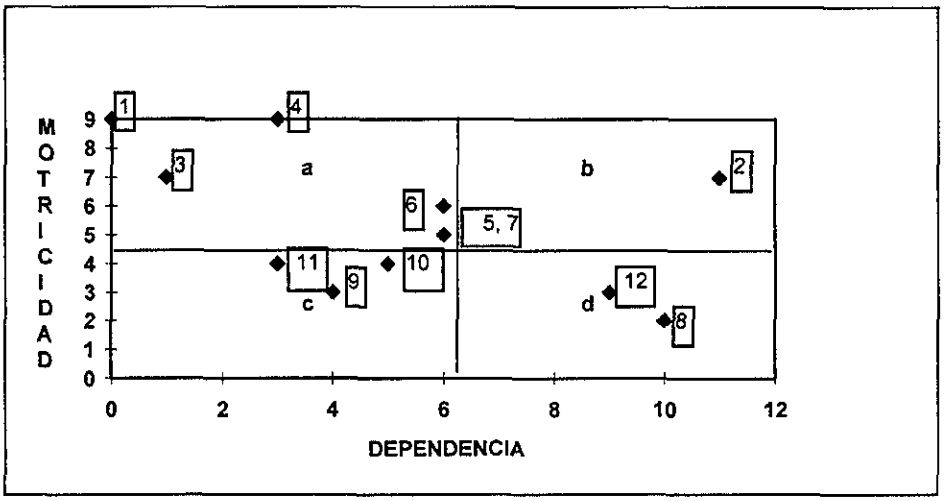


Figura 1. Agrupación de los problemas prioritarios del sistema de producción ovina de Los Altos de Chiapas de acuerdo con sus niveles de motricidad y dependencia.
Fuente: Gómez (1996).

a) Zona de poder. Estas variables son las más importantes debido a la capacidad que tienen de influir sobre la mayoría de los problemas, y a que dependen poco de otros. En esta zona, se localizan los siguientes problemas: (1) condicionante cultural-religioso; (3) falta de comunicación entre productores e instituciones de investigación; y (4) propuestas de desarrollo incompatibles, las cuales presentan alta motricidad y baja dependencia.

b) Zona de conflicto. Significa que así como estas variables pueden influir sobre otros problemas, también pueden ser afectadas por otras. Se dice que están en conflicto porque cualquier variación que suceda en ellas, tendrá efectos en los problemas localizados en las otras zonas y en la de ellos mismos. En esta zona se localizan los siguientes problemas: (2) condicionante socioeconómica; (5) alta densidad de población ovina; (6) baja calidad y cantidad de pasto; y (7) pastizales degradados, los cuales presentan alta motricidad y alta dependencia.

c) Zona de problemas autónomos. Estos problemas presentan baja motricidad y baja dependencia, por lo que se desarrollan hasta cierto grado de manera independiente, es decir, influyen y son influenciados poco por otros problemas. En esta zona se localizan los siguientes problemas: (9) instalaciones inapropiadas; (10) parasitosis; y (11) neumonías. Sin embargo, existen factores climáticos y de manejo que no se incluyeron pese a que pueden ejercer un efecto directo en los problemas 9, 10 y 11.

d) Zona de dependencia. Esta zona se caracteriza por albergar todos los problemas producto de los anteriores. En esta zona se localizan los siguientes problemas: (8) bajos índices reproductivos y productivos; y (12) comercialización, los cuales presentan baja motricidad y alta dependencia.

Por una parte, Gómez (1996) concluye que el patrón cultural en que se desarrolla la ovinocultura, la carencia de recursos económicos propios, y la incipiente comunicación entre productores y promotores del desarrollo, dificultan la adecuación

de alternativas tecnológicas apropiadas y conduce a la falta de adopción de las mismas. Por otra parte, el fraccionamiento de los predios, el crecimiento del área urbana y de la población, así como la baja extracción de ovinos han favorecido la reducción del área de pastoreo y para otras actividades primarias, el incremento de la presión sobre los recursos, y el incremento de la carga animal y, en consecuencia, la alta carga animal ha reducido la disponibilidad de forraje, lo que conlleva la degradación de los pastizales. Aunado a lo anterior, la falta de programas específicos de control sanitario, reproductivo, mejoramiento animal y de comercialización, abaten la productividad de los ovinos y de la fuerza de trabajo empleada.

En la Figura 2, se presenta un diagrama de flujo o diagrama causal que sintetiza las diez relaciones básicas entre componentes y elementos del sistema de producción ovina. En el diagrama se representa la influencia de un elemento sobre otro mediante una flecha, la cual se acompaña de un signo que denota la naturaleza (directa o inversa) de las relaciones.

Se puede observar, que la complejidad del sistema de producción ovina no se da solo por las múltiples relaciones que ocurren entre sus elementos constituyentes, sino por las relaciones que guarda con el exterior, principalmente porque es alternado en tiempo y espacio con sistemas agrícolas y forestales; y por que se encuentra integrado a los sistemas comerciales, organizacionales y gubernamentales. En el interior de este sistema complejo, existen mecanismos de retroalimentación o autorregulación que tienden a mantener el equilibrio de los distintos procesos, tales como la recuperación natural de la fertilidad de los suelos a través del descanso de los mismos, la rotación cultivo-pastizal, el ciclo suelo-pasto-borrego-estiércol-suelo y la relación natural lluvia-forraje-calores entre otros (Figura 2). Sin embargo, estos mecanismos han ido reduciendo paulatinamente la capacidad de bloquear las perturbaciones que le hacen perder la estabilidad.

De esta manera, el productor incorpora a la producción ovina una dinámica de manejo integral de los recursos de la unidad de producción familiar, que conlleva a relaciones técnicas y relaciones sociales de producción muy particulares, pero al mismo tiempo muy complejas. Sin embargo, en el proceso de trabajo que el

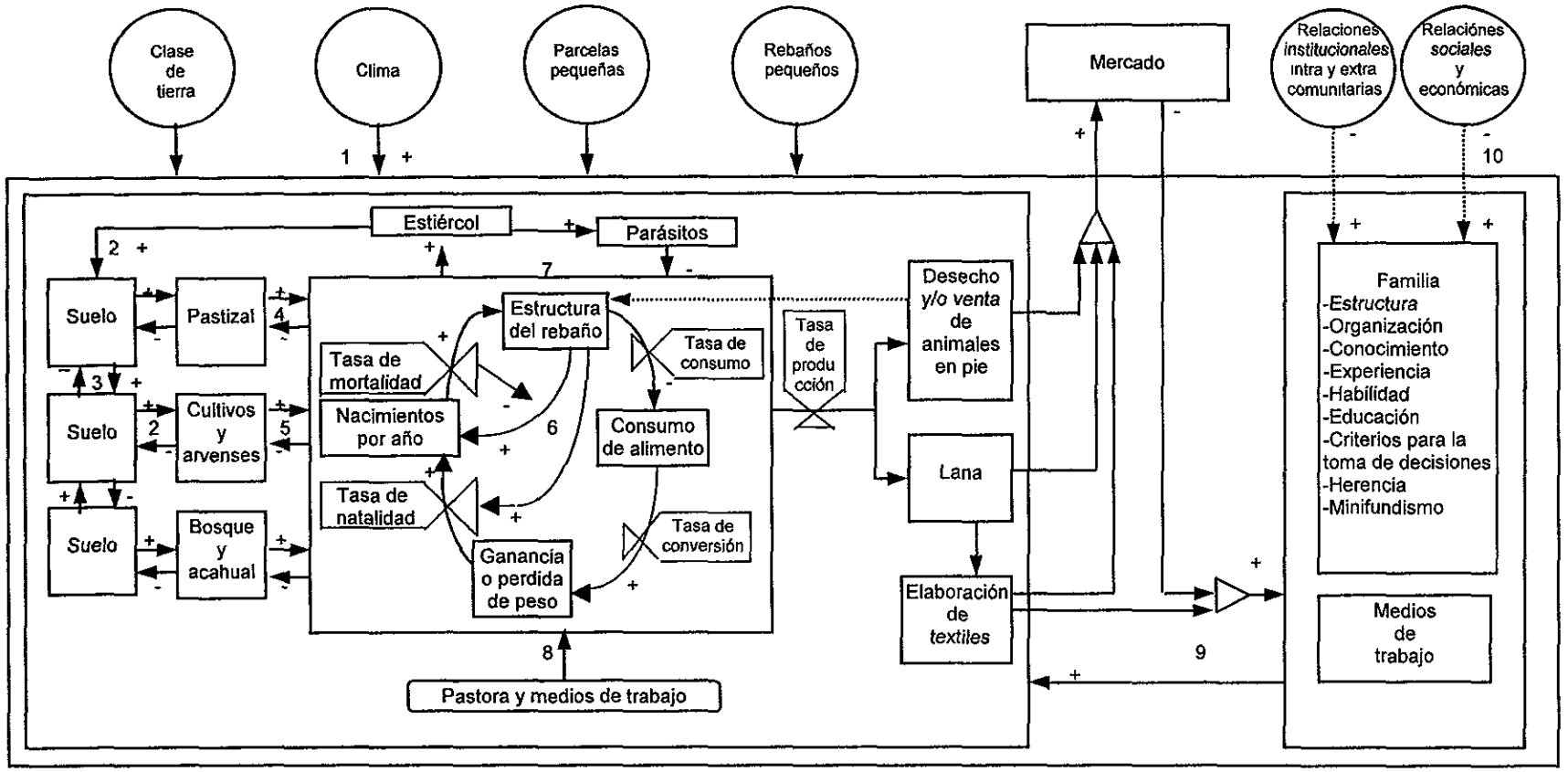


Figura 2. Modelo conceptual que sintetiza las relaciones básicas del sistema de producción ovina de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

1. Efecto del clima; 2. Circulación de nutrientes; 3. Rotación cultivos/pastizal; 4. Relación planta/animal 5. Aprovechamiento de esquilmos; 6. Dinámica de población de ovinos 7. Efecto de parásitos y enfermedades; 8. Relaciones técnicas; 9. Relaciones sociales en la unidad de producción; 10. Relaciones sociales y económicas comunitaria, regional y extraregional.

Componente del sistema o variable de estado

Factores externos

Proceso de trabajo

Conector

Flujo de materiales

Flujo de información

Relación directa (+) o inversa (-)

Regulación de un flujo

productor aplica al sistema de producción ovina, se tiene poco control sobre los procesos productivos, y más bien se trata de un proceso de recolección que está sujeto a condiciones y dinámica de la naturaleza.

En estas condiciones de deterioro de los recursos, y de las condiciones de vida de los tzotziles, ocurre un proceso de diferenciación de las unidades de producción, a partir de la diferenciación productiva que se gesta en la inequidad socioeconómica, y la heterogeneidad ecológica que condicionan el desarrollo tecnológico. En este contexto, Parra y Moguel (1998a) expresan que los contados ejemplos de inserción exitosa de los campesinos indígenas en los mercados internacionales, dejan ver que su participación en la globalización va a reestructurar la identidad de los pueblos mayas chiapanecos y la red de relaciones sociales en las que se encuentran inmersos. Los mismos autores, señalan que en esta época de globalización de la economía, a los tzotziles ya no les basta el contar con la tierra y el conocimiento ancestral para continuar viviendo, como lo han hecho durante siglos, de la reproducción de sus condiciones de vida a partir de sus sistemas de producción tradicionales. Ahora es necesario abandonar la estrategia adaptativa seguida durante tanto tiempo, para pasar a una posición activa, que les permita reaccionar ágilmente a los cambios del entorno y aprovechar las escasas oportunidades que pudieran presentarse para el desarrollo de proyectos productivos y de comercialización de sus productos. Las relaciones sociales tradicionales se ven ahora modificadas por influencias diversas, pero de manera directa todas las instituciones de asistencia exigen a las comunidades la formación de asociaciones de productores, para poder ser elegibles como sujetos de crédito o de asistencia. La fundación y fortalecimiento de esas asociaciones, han abierto otro eje de confrontación, pues en la medida en que las organizaciones cobran fuerza y se van diferenciando de la comunidad, generan otro elemento de discordia intracomunitaria; en este caso, siempre está asociado a la desigual repartición de los recursos y beneficios.

En este sentido, para que el desarrollo productivo (investigación, validación y transferencia de tecnología, capacitación, asistencia técnica, y otorgamiento de apoyos creditícios, entre otros) pueda ser equitativo entre los productores de ovinos

a nivel regional, es fundamental la participación conjunta y organizada de productores, instituciones de investigación, educación, servicio y apoyo crediticio. Ello requiere la identificación clara y precisa de los tipos de productores, de las expectativas de cambio de cada grupo social, así como de la definición de las acciones necesarias para implementar las alternativas tecnológicas que propicien el cambio deseado.

Aunque la lógica de producción de los tzotziles no es buscar el aumento de la competitividad, sino lograr el autoabasto familiar, es indispensable una planificación integral y cuidadosa del sistema de producción ovina, que conduzca a su intensificación y al incremento de su eficiencia. Para ello, es necesaria la adecuación y diseño de técnicas acordes a las circunstancias de los productores, que permitan manipular los principios biológicos de la producción ovina, con el objetivo de mejorar la producción por hectárea a través de la intensificación del sistema, la productividad de la fuerza de trabajo, así como, promover la congruencia entre el uso y la conservación de los recursos naturales (Nahed *et al.*, 1994).

III. OBJETIVOS E HIPOTESIS

3.1. Objetivos

3.1.1. Objetivo general:

Estudiar el sistema de producción ovina de los tzotziles de Los Altos de Chiapas, para con base en la comprensión de su dinámica y funcionamiento, aportar conocimientos de importancia tecnológica, ecológica y socioeconómica que permitan proponer y evaluar alternativas para el desarrollo de sistemas de producción ovinas sostenibles.

3.1.2. Objetivos particulares:

1) Estratificar y caracterizar desde el punto de vista socioeconómico las unidades de producción borregueras, ubicarlas geográficamente, y analizar en ellas el proceso de producción y la comercialización de ovinos en pie, de la fibra de lana y de los textiles.

2) Evaluar cambios en la productividad primaria aérea neta, forraje disponible y consumo de materia seca por los ovinos; así como, conocer la composición botánica y, la fertilidad del suelo de los pastizales naturalizados, bajo manejo tradicional.

3) Evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la productividad primaria aérea neta de pastizales naturalizados.

4) Evaluar los cambios de peso, el crecimiento animal, y la producción de lana y estiércol.

5) Identificar y caracterizar las parasitosis de los ovinos en relación con factores ambientales y de manejo.

6) Caracterizar el comportamiento reproductivo de los ovinos e identificar los factores que definen la estructura del rebaño.

7) Caracterizar el manejo del sistema de producción ovina, así como los patrones de uso de los pastizales y su relación con los sistemas agrícolas y forestales dentro de la dinámica de uso de la tierra.

8) Identificar las limitantes y potencialidades del sistema de producción ovina mediante la síntesis del mismo, así como proponer y evaluar alternativas viables para los distintos tipos de unidades de producción borregueras, con base en criterios de los productores, técnicos de instituciones de desarrollo y técnicos e investigadores de ECOSUR.

3.2. Hipótesis:

1) Aún bajo condiciones restrictivas similares, las unidades de producción borregueras de la región de Los Altos de Chiapas presentan una diferenciación socioeconómica asociada a espacios geográficos, disponibilidad de recursos, estrategias económicas y objetivos de las unidades familiares.

2) La extracción de animales para el mercado, la venta de lana y de artesanías de textiles de lana, genera beneficios adicionales en las unidades de producción borregueras, sobre todos en aquellas con mayor nivel socioeconómico; sin embargo, los beneficiarios de ese desarrollo del mercado son los agentes intermediarios.

3) La fertilización con nitrógeno y fósforo incrementa la productividad primaria aérea neta de manera lineal y reduce su variabilidad temporal.

4) Las cargas parasitarias de los ovinos se asocian más con deficiencias de manejo (manejo tradicional) que con cambios climáticos.

5) La estructura del rebaño tiene un efecto importante sobre la productividad del sistema y puede ser manipulada con fines productivos; sin embargo, bajo las condiciones actuales ésta es resultante de factores ambientales, culturales y de las urgencias económicas del productor.

6) El incremento en la presión de uso de los recursos está conduciendo a la reducción del área forestal y de pastizales y al incremento de la superficie cultivada.

7) Existen factores estructurales (económicos, sociales, culturales y políticos) que limitan la adopción de alternativas tecnológicas a las unidades de producción borregueras.

IV. PRINCIPIOS BIOLOGICOS DE LA PRODUCCION ANIMAL

Debido a que la investigación de campo que se presenta en el capítulo de resultados y discusión aborda con mayor profundidad los elementos planta y animal, y considerando la importancia que tienen los principios biológicos y tecnológicos del sistema de producción ovina, a continuación se presenta una revisión de literatura de estos aspectos.

Los principios biológicos de la producción animal se sustentan en el conocimiento científico que aporta la biología aplicada, los cuales son puestos en práctica en la producción de alimentos y subproductos de origen animal para el bienestar de la humanidad.

De acuerdo con Spedding (1975) y Morris (1973), desde el punto de vista biológico, la producción animal cumple con seis objetivos: (1) rendimiento: producción y funcionamiento; (2) recolección de la producción vegetal; (3) transformación de sustancias nutritivas; (4) concentración de sustancias nutritivas; (5) eliminación de materiales tóxicos; y (6) continuidad del suministro de alimentos. El mismo autor señala que los procesos biológicos en los que se basa la producción de las poblaciones animales son: (1) actividad; (2) crecimiento y desarrollo; (3) reproducción; (4) secreción; (5) senectud; y (6) muerte. A continuación se presenta un breve análisis que integra los objetivos y los procesos biológicos de la producción animal señalados.

4.1. Animal

4.1.1. Actividad

En términos generales, dentro del concepto actividad se incluye una serie de características de la conducta del animal, tales como la forma de alimentarse, su comportamiento en relación con otros individuos de la misma especie, su comportamiento en relación con el hombre, sus modelos de excreción (en el espacio y en el tiempo) y el costo de alimentación de todas estas actividades (Spedding, 1975). De todas ellas, la actividad de consumo y digestión, así como el que el animal este de pie o acostado, el cambiar de posición y el caminar,

determinan el gasto energético de los animales (Webster, 1979). A lo anterior, habría que agregarle el costo energético de la ganancia (Egan, 1983), en términos de producción de carne, leche, lana o huevos.

Si consideramos a un animal como un sistema abierto (Morris, 1973), el flujo de energía a través del cuerpo de ese animal está regido por la ley de la conservación de la energía, primera ley de la termodinámica. De esta manera, la energía total consumida por un animal sufre una serie de transformaciones durante el proceso de digestión, absorción y metabolismo celular postabsortivo, que se emplean para el mantenimiento, la reproducción y la producción. Durante este flujo y transformaciones de la energía se generan diversas pérdidas o desechos que aparecen en las heces, orina, gases, secreciones de la piel y calor (Baumgardt, 1970). La suma de todas estas fracciones igualan a las entradas de energía.

Cualquier actividad que un animal realice demanda un costo energético, el cual debe reponerse mediante el consumo de nutrimentos para mantener las funciones fisiológicas esenciales para la vida. Para fines productivos, adicionalmente, los animales deben consumir, suficientes nutrimentos para lograr los niveles de producción deseados, de acuerdo con los efectos del medio ambiente y con la capacidad genética del animal. Por la importancia económica que tiene el consumo de nutrimentos en la producción animal, a continuación se aborda este principio biológico con mayor detalle.

4.1.1.1. Consumo

Existe consenso en reconocer que el consumo voluntario de animales en pastoreo es un tema bastante complejo y las estimaciones hasta ahora reportadas son poco precisas. Esto se debe, por una parte, a las complicaciones de los factores ambientales que alteran la cantidad y calidad del forraje producido en las distintas estaciones del año, así como los requerimientos nutricionales en función del estado fisiológico y tamaño corporal del animal; y por otra parte, se debe a la interacción planta-animal que involucra la carga animal y la selectividad durante el pastoreo.

Desde el punto de vista fisiológico, la regulación del consumo de alimentos en rumiantes es principalmente de naturaleza nerviosa, con una subestructura de reflejos facilitados por centros cerebrales en el hipotálamo (Baile y Della, 1981; Forbes, 1977). Los mismos autores indican que esto implica un conjunto de receptores sensibles a varios estímulos que originan señales transmitidas por el sistema nervioso central hasta los centros hipotalámicos, y que ahí se inicia la respuesta que resulta en el inicio o término del consumo. Señalan también, que existen dos áreas en el hipotálamo que regulan el consumo, el núcleo ventromedial conocido como el centro de la saciedad y el núcleo lateral que recibe el nombre de centro de la alimentación.

Bajo condiciones de termoneutralidad, la ingestión de alimentos sucede independientemente de la temperatura ambiente (William *et al.*, 1982). Sin embargo, el consumo voluntario decrece en condiciones de temperatura ambiente alta y se incrementa bajo estrés por frío (NRC, 1981). En el primer caso, el consumo voluntario disminuye posiblemente por un incremento en la tasa respiratoria y consumo de agua, lo que conlleva a una disminución en el consumo de materia seca, asociada a una reducción de la motilidad intestinal, así como, de la rumia, que junto con el mayor consumo de agua conducen al llenado del rumen (Collier, 1981; Teeter y Smith, 1985). En el segundo caso, los mismos autores, señalan que el consumo voluntario se incrementa a consecuencia del aumento de los requerimientos de energía para una mayor producción de calor, hay un incremento de la motilidad retículo-ruminal y actividad de rumia e incremento de la velocidad de paso del alimento.

Otro de los mecanismos de control del consumo de alimentos es la regulación física, que se refiere al llenado o vaciado del espacio retículo-ruminal (Baile, 1981; Forbes, 1977), lo cual no ocurre independientemente de la regulación fisiológica. Al respecto, Thornton y Minson (1973) demostraron con ovinos alimentados con pastos y leguminosas, que el consumo de materia seca y el tiempo de retención se encuentran inversamente relacionados; observaron una correlación negativa (r= - 0.93) entre consumo de materia orgánica digestible y tiempo de retención de esta en el rumen. Ello se debe a que el consumo

voluntario, el tamaño de la partícula y la digestibilidad se relacionan por la dinámica de digestión y de pasaje del alimento en el rumen. Sobre lo anterior, Forbes (1977) reporta que a menor tamaño de partícula el consumo voluntario se incrementa y la digestibilidad se reduce, lo cual se explica por la relación demostrada posteriormente por Mertens y Elis (1982), donde la digestibilidad depende de la tasa de degradación y tiene una relación directa con la tasa de pasaje del alimento. Los forrajes de baja calidad tienen una tasa de digestión lenta, por lo que los animales tienen bajos consumos cuando estos forman parte importante de su dieta. Sin embargo, el uso de procesos físicos, como el molido de los forrajes, permite que los rumiantes incrementen el consumo de nutrimentos, aunque en detrimento de la digestibilidad del forraje, con efectos benéficos (Fernández, 1981).

4.1.1.2. Consideraciones prácticas del consumo

Desde el punto de vista práctico, el consumo de forraje de animales en pastoreo tiene diversas determinantes que afectan en gran medida el comportamiento reproductivo, el crecimiento y, en última instancia la producción de carne, leche y lana.

La primera de éstas determinantes se refiere a la estrategia o método de manejo del pastizal con la finalidad de maximizar la producción de forraje, sin provocar deterioro del pastizal. La segunda se refiere a la carga animal potencial, la cual guarda una relación estrecha con la cantidad y calidad de la materia seca producida (Sharrow y krueger, 1979). Lo anterior conlleva automáticamente a lo que en la práctica es en realidad el pastoreo. Estas dos determinantes expresan también la interacción planta-animal, la cual debe ser manipulada por el productor para lograr un equilibrio entre oferta y demanda de forraje, permitiendo una utilización sostenible del pastizal.

Bajo esta óptica se reportan diversas investigaciones que evidencian la importancia del manejo del pastoreo sobre el consumo voluntario, la productividad animal y la sostenibilidad del pastizal. Así, se conoce que a medida que se aumenta la carga animal, disminuye el consumo y la calidad de la dieta

seleccionada al reducirse la digestibilidad y el contenido de proteína (Kristensen, 1988; Jung y Sahlu, 1989). Esto ocasiona que la productividad por animal disminuya, en tanto que la productividad por hectárea se aumenta hasta llegar a un punto óptimo, el cual se rompe al sobrepasar la capacidad de carga del pastizal, conduciendo a una disminución de la productividad por hectárea (Mott, 1960; Morley, 1978). Por otra parte, Allden y Whittaker (1970) reportan una estrecha relación entre tasa de consumo y disponibilidad de forraje. Estos autores indican que a disponibilidades de forraje mayores de 3,000 kg ha^{-1}, el tiempo de pastoreo y la tasa de consumo son relativamente constantes, mientras que una disponibilidad de materia seca de 500 kg ha^{-1}, redujo la tasa de consumo en cuatro veces a la vez que se duplicaba el tiempo de pastoreo. Estas variaciones en la disponibilidad de forraje pueden ser reguladas mediante el control de la carga animal.

Por otra parte, aunque los animales tienen la capacidad de adaptarse a variaciones en la cantidad y calidad de forraje y a los períodos de escasez de las regiones en que habitan, estas conducen a pérdidas de peso en los animales, lo que produce una movilización de reservas corporales que, eventualmente pueden reconstituirse en los períodos en los que el consumo de nutrimentos es superior a los requerimientos (Jarrige, 1979). Esta dependencia de los rumiantes en pastoreo de la disponibilidad estacional de forraje ha sido modificada con la suplementación alimenticia, lo cual permite superar las limitaciones ambientales del consumo, mejorando los índices productivos del sistemas y su sostenibilidad. En consecuencia, las técnicas de manejo y alimentación de los animales en pastoreo, deben ser consideradas integralmente dentro del sistema de producción, puesto que demandan una reorganización del proceso de trabajo, la construcción de una infraestructura mínima, y de la inversión de capital. De acuerdo con Parra (1996), para que un sistema de producción sea ecológicamente viable y económicamente factible requiere de mecanismos de regulación que tengan la capacidad de bloquear las perturbaciones externas. Estos mecanismos deben tener la variedad suficiente para bloquear tantas perturbaciones como aparezcan.

4.1.2. Crecimiento y desarrollo

El crecimiento se define como los cambios que ocurren en el aumento de peso, en el tamaño, en la composición y en la forma de un animal (Lindsay, 1983; Lister *et al.*, 1983). Constituye un proceso fisiológico muy complejo, al grado de que cualquier definición que intente describirla, sería incompleta, a menor que incluyera la multitud de acciones y modificaciones relacionadas con el proceso (Clegg, 1973). Aun así, hay definiciones más o menos precisas que diferencian los procesos de crecimiento y desarrollo.

Brody (1945; citado por Clegg,1973) define al crecimiento como "el cambio, relativamente irreversible en el tiempo, de la magnitud de las dimensiones y funciones medibles, es decir, el crecimiento es el aumento registrado de una parte o de todo el organismo sometido a medida" en un espacio de tiempo determinado. Este concepto es aprovechable desde el punto de vista del análisis cuantitativo, ya que implica la idea tanto de un aumento en la población como del número de células (talla) en función del tiempo (Clegg, 1973).

Prescott (1976) señaló que el crecimiento es un proceso complejo que se deriva de la multiplicación de células, aumento del protoplasma celular e incremento de minerales en la estructura intra e inter celular. Asimismo, Clegg (1973) describe el crecimiento efectivo como una combinación de diversos procesos fisiológicos de tipo bioquímico, caracterizado dentro de ciertas restricciones, por la acumulación de sustancias corporales, como un resultado de la preponderancia de la asimilación sobre la desasimilación en el metabolismo protoplasmático.

4.1.2.1. Bases fundamentales del crecimiento

La regulación del crecimiento de un animal está influenciada por factores genéticos y ambientales (Fitzhugh, 1976). El control genético está, en parte, regulado intrínsecamente por el propio tejido celular y particularmente por el sistema endocrino (Prescott, 1976). En general, el crecimiento y la acumulación de nutrimentos en el músculo están controlados por aspectos nutricionales y hormonales (Johns y Bergen, 1976), siendo la hormona del crecimiento (HC) o

somatotropina y la insulina las que parecen tener el mayor control sobre la composición del cuerpo (Lister *et al.*, 1983).

El fenómeno de crecimiento también comprende la reproducción idéntica a nivel celular, la multiplicación celular (hiperplasia), el aumento del tamaño celular (hipertrofia), la acumulación de ácido desoxirribonucleico (ADN) en el músculo, la formación de sustancias intercelulares y el establecimiento de ciertas formas determinadas por el crecimiento total del organismo (Di Marco *et al.*, 1987).

De acuerdo con Pearson (1973), la diferencia entre crecimiento y desarrollo se encuentra en que el crecimiento se manifiesta en aumento del tamaño y peso de un animal en relación con la edad, en tanto que el desarrollo se caracteriza por una serie de cambios en la composición corporal a medida que el animal crece desde su concepción hasta alcanzar la madurez. El desarrollo de las distintas partes y tejidos del cuerpo animal se lleva a cabo a ritmos distintos. Butterfield (1966) clasifica el orden de desarrollo de varios músculos, y los divide en grupos de desarrollo temprano, medio, tardío y muy tardío. Al respecto, Elsley (1976) reportó que el sistema nervioso es el que se desarrolla más precozmente, seguido del hueso, músculo, grasa renal, grasa intermuscular, grasa subcutánea y finalmente la grasa intramuscular.

En la Figura 3 se muestra la influencia de una mayor o menor precocidad y/o el nivel de nutrición en diversas partes del cuerpo según Hammond (1955; citado por Pearson, 1973). Con la finalidad de demostrar que existe fuerte relación entre el aumento progresivo del carácter objeto de medida durante el tiempo y que, en términos generales, se obtiene una curva sigmoidal independientemente de que dichos caracteres sean número de individuos (poblaciones) o el peso o altura de un individuo, Clegg (1973) comparó el crecimiento de una población ovina, el crecimiento de levaduras, la velocidad de desarrollo corporal de la rata blanca y la regeneración de la cola del renacuajo, encontrando que las distintas curvas de crecimiento tienen el mismo comportamiento sigmoideo.

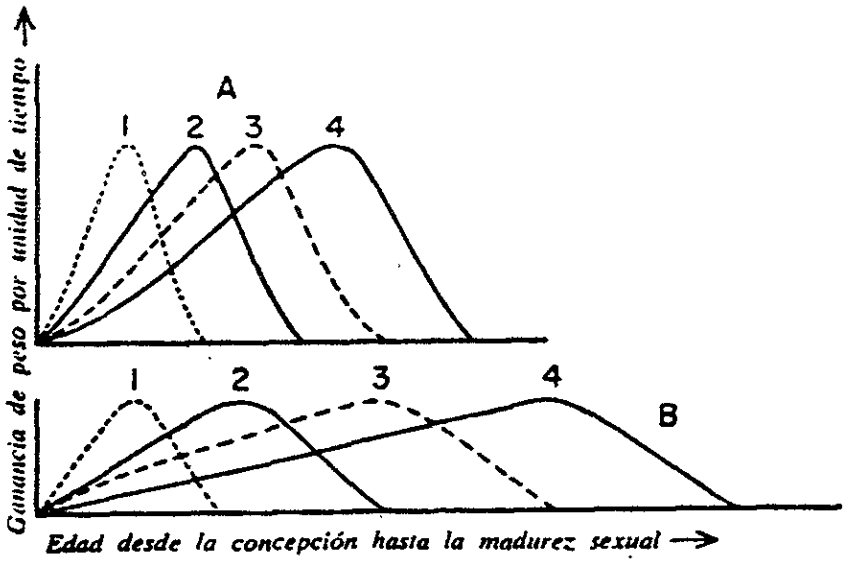


Figura 3. Proporción del aumento de peso de diferentes partes y tejidos del cuerpo en la oveja, mostrando su orden de desarrollo de acuerdo con su precocidad (alta o baja) y/o nivel de nutrición. A: Gran precocidad (madurez temprana) o elevado plano nutritivo. B: Escasa precocidad (madurez tardía) o bajo plano nutritivo. Curvas: (1) cabeza, cerebro, tarso, grasa renal; (2) cuello, tibia-peroné, grasa intermuscular; (3) tórax, músculos, fémur, grasa subcutánea: (4) lomo grasa, pelvis, marmoleo, según Hammod (1955; citado por Pearson, 1973).

4.1.2.2. Control nutricional y hormonal del crecimiento

El crecimiento es un proceso fisiológico de enorme trascendencia en todas las especies animales, especialmente en los animales destinados a la producción de carne, como los bovinos, ovinos y suinos; un ritmo rápido de crecimiento favorece la productividad de las explotaciones pecuarias (Clegg, 1973).

Prescott (1976), menciona que el control del crecimiento y el control de la ingestión de alimento son interdependientes y se encuentran regulados a través del balance de HC, tiroxina, insulina y el nivel de consumo. Además, existen otros factores del crecimiento como los receptores celulares para las hormonas y su funcionamiento, así como, la producción de somatomedinas (IGF-I e IGF-II) por influencia de la hormona del crecimiento, las cuales estimulan la hiperplasia de las células (Ewton y Florini, 1981). La respuesta de las somatomedinas a la HC se ve disminuida cuando los niveles de nutrimentos o insulina son bajos (Owens *et al.*, 1993). A través de este mecanismo, la función de la HC consiste en estimular el

crecimiento de los tejidos corporales e influye en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas. La HC incrementa la síntesis de proteínas en todo el tejido muscular, estimula el crecimiento de los huesos en la primera etapa de vida del animal y ejerce una acción anabólica con respecto a las proteínas, reflejada en un aumento del nitrógeno retenido (Trenkle y Marple, 1983; Lindsay, 1983; Berger, 1974).

Las hormonas tiroideas (tiroxina y triyodotironina) regulan el metabolismo basal de los animales y parecen tener gran importancia durante el desarrollo fetal debido a las grandes anormalidades que se presentan en fetos de ovejas tiroidectomizadas (Kaltenbach y Dunn, 1988). La tiroxina aumenta la absorción celular y la utilización periférica de glucosa, y produce un incremento de la glucogenolísis (Dickson, 1977).

Las acciones metabólicas principales de la insulina se encuentran en el músculo y tejido adiposo, facilitando el transporte de glucosa, aminoácidos, ion potasio, nucleósidos y fosfato inorgánico; estimula la lipogénesis e inhibe la lipólisis, además de que promueve la ingestión de alimento y es secretada en respuesta a dicha ingestión (Lister *et al.*, 1983; Lindsay, 1983).

Según Forbes (1980), la lipogénesis ocurre después de cada comida y depende de la alta proporción de insulina y HC en el plasma; situación contraria para la lipólisis. El mismo autor observó en ovinos que cuando el nivel de HC era alto éstos no exhibían ingesta espontánea, caso contrario al retornar la HC a su nivel base. Esto no significa que altos niveles plasmáticos de HC inhiban directamente la alimentación, sino que se correlaciona con un déficit de metabolitos que proporcionan energía. La declinación eventual del abastecimiento de energía causa una reducción en uno o más factores de la saciedad, con la consecuente secreción de HC para movilizar reservas. Al término de la alimentación se mantiene la secreción de insulina y la cantidad de HC circulante se incrementa progresivamente, la cual actúa en los metabolitos para introducirlos a las células; por lo tanto, la concentración de metabolitos que permanecen en la circulación son los que determinan la lipólisis ya que al disminuir éstos los animales aumentan el consumo.

Baldwin *et al.* (1980) señalan que la eficiencia de crecimiento y la producción de leche pueden ser mejoradas con la manipulación de algunos parámetros metabólicos a través de varias vías: (1) identificación y selección de animales que teóricamente sean más eficientes, (2) manipulación de los requerimientos aparentes para el mantenimiento, favoreciendo el transporte de iones y proteínas, y (3) mejoramiento de la eficiencia biosintética aparente por manipulación de los patrones de utilización de los nutrimentos. El uso óptimo de los nutrimentos a través de mecanismos hormonales u otro tipo de manipulación puede reducir en un 50 % el incremento calórico de animales en producción y en crecimiento. El mecanismo concreto consiste en definir estrategias de alimentación específicas que consideren la producción, manejo y forma de suministro de forrajes de buena calidad, de tal forma que se favorezcan los procesos físico-químicos que ocurren a nivel ruminal, como el crecimiento y la actividad microbiana, el aporte de energía metabolizable y síntesis de proteína microbiana entre otros, los cuales favorecen un efecto anabólico importante a nivel celular. Lo anterior, puede contribuir al mejoramiento de la eficiencia de utilización de los alimentos y al desempeño productivo óptimo de animales genéticamente superiores.

La tasa de crecimiento del cuerpo de un animal y el desarrollo celular están determinados principalmente por la partición de la energía del alimento en las diferentes funciones orgánicas y actividades productivas (Prescott, 1976). Asimismo, el valor calorífico de los incrementos de peso durante el crecimiento aumenta con la edad, pero la composición de la ganancia de los animales puede diferir considerablemente, aún cuando ambos sean del mismo peso, de la misma edad y hayan recibido la misma alimentación, debido a las características genéticas (Blaxter, 1964).

4.1.2.3. Crecimiento y producción de lana

De acuerdo con Thomas y Rook (1983), Doney (1989) y Black y Nagorcka (1993), la síntesis de fibra de lana es el producto final de un proceso biológico complejo, originado en las cavidades tubuliformes o folículos existentes en la

dermis de la piel de los ovinos, cuya estructura está compuesta por células muertas queratinizadas que se generan continuamente en el bulbo de la base del folículo. En este proceso, la formación de nuevas células obliga a las generadas primero a desplazarse a lo largo del canal folicular, trayecto en el cual las células mueren y adoptan formas alargadas o aplanadas a la vez que el núcleo se desintegra y el protoplasma se hace fibroso. De esta forma, el conjunto de células modificadas se fusionan para integrar el filamento continuo y complejo de la fibra de lana. La unión de las estructuras celulares se realiza mediante cambios químicos en la queratina, entre los que se incluye la oxidación de los grupos sulfidrilo, donado por los restos de cisteína para formar puentes disulfuro, que unen las moléculas de queratina adyacentes. La queratina es el mayor constituyente de la fibra de lana, otras sustancias como lípidos y minerales están presentes en menor proporción; es especialmente rica en cistina, ácido glutámico, serina y glicina.

Wallace (1979) , citado por Thomas y Rook (1983), explica que el crecimiento de la lana tiene un importante control hormonal, e indica que la tiroxina la promueve, en tanto que los glucocorticoides adrenales la inhiben, estos procesos son modulados por las hormonas tiroide estimulante (TSH) y adrenocorticotrópica (ACTH) de la pituitaria. La hormona del crecimiento también estimula que la lana crezca a través de la liberación de las somatomedinas producidas en hígado y riñón.

La producción máxima de lana en los ovinos está determinada genéticamente por el número de folículos y por el crecimiento de la fibra. Los folículos primarios se comienzan a formar en el feto aproximadamente a los 60 días de gestación, y los folículos secundarios a los 90 días, y maduran desde un poco antes del nacimiento hasta las 4 a 18 semanas después del parto, dependiendo de la raza (Thomas y Rook, 1983; Doney, 1989). Los folículos secundarios pueden continuar su maduración hasta el primer año de vida del animal; sin embargo, bajo condiciones normales, la maduración de los folículos y el crecimiento de la lana no logra ser el máximo debido a factores climáticos y nutricionales (Coombe, 1992; Black y Nagorcka, 1993)). Así, puede verse afectada

la maduración de los folículos si los corderos no se alimentan adecuadamente durante el primer año de vida. Al respecto, varios autores (Corbet, 1978; Thomas y Rook, 1983; Coombe, 1992; Birrell, 1992) reportan que existe una relación directa entre crecimiento de la lana y consumo de alimento, la cual determina en gran medida su nivel de producción. Las fluctuaciones estacionales de disponibilidad de forraje en el año se expresan como cambios en longitud y diámetro de las fibras individuales, y en casos severos de desnutrición, causa desprendimiento de las fibras y supresión de la actividad de los folículos. Estos autores señalan, además, que la raza de los ovinos, el sexo, la edad, el estado fisiológico, los cambio de peso vivo y la superficie corporal influyen en el nivel de producción.

4.1.3. Reproducción

En los animales domésticos, la reproducción cumple una función económica sumamente importante. Los cambios en las poblaciones animales, en número y estructura, la naturaleza de los individuos y su estado fisiológico, y las interacciones entre ellos, como la madre lactante y su cría amamantada, son rasgos biológicos muy importantes derivados de la reproducción animal (Spedding, 1975).

La capacidad reproductiva es condicionada por la interacción de factores genéticos, ambientales y nutritivos, interacción que tiene una marcada influencia sobre los sistemas hormonales de las glándulas endócrinas. En la mayoría de las razas de ovinos el ciclo reproductivo está influenciado de manera importante por el fotoperíodo, el cual se encuentra asociado a los cambios estacionales de la duración del día (Hulet y Shelton, 1988). El comienzo del periodo sexual es provocado por los estímulos externos conducidos hasta el hipotálamo por el nervio óptico. Con ello, la hipófisis, glándula que rige el proceso reproductivo, altera su nivel hormonal y la hormona folículo estimulante (FSH) causa el crecimiento de los folículos en el ovario (Heresing, 1982). El folículo en maduración inicia la producción de estrógenos que al alcanzar suficiente nivel sanguíneo, la hipófisis deja de segregar FSH y empieza a producir hormona luteinizante (LH), que hace

madurar y lisa a los folículos para desprenderse del óvulo. Después de haberse lizado el folículo, la LH estimula la formación del cuerpo lúteo o amarillo, el cual produce progesterona, hormona que permite el anidamiento del embrión (Lynch *et al.*, 1992). Los mismos autores indican que en la práctica, al iniciarse la temporada reproductiva, la primera ovulación no va acompañada de celo, dado que para que esto ocurra, la oveja debe haber sido sensibilizada previamente con progesterona, y debido a la falta del cuerpo lúteo, encargado de producirla, no hay manifestación de celo. En consecuencia el semental no percibe a la oveja. Al producirse la segunda ovulación, la oveja ya ha sido sensibilizada por la progesterona en combinación con los estrógenos producidos por el folículo maduro, con lo que se origina el celo antes de la ovulación.

La nutrición de ovejas hembras, desde la etapa fetal hasta la madurez puede influir sobre su comportamiento reproductivo posterior, afectando el momento o edad de manifestación del primer celo, así como la fertilidad y fecundidad durante toda su vida reproductiva (Doney, 1982; Gunn, 1989). Bajo buenas condiciones de alimentación, las hembras alcanzan la pubertad entre 4 y 8 meses, y logran alrededor del 60% de su peso adulto, dependiendo de la estación del año en que hayan nacido. Hulet y Shelton (1988) señalan que en ovejas adultas es posible asegurar o mejorar la ovulación y la frecuencia de partos múltiples mediante el mejoramiento nutricional o sobrealimentación antes y durante el servicio, mediante la técnica conocida como "flushing", la cual consiste en incrementar la calidad y la cantidad de la dieta ofrecida a las ovejas alrededor de tres semanas antes y tres semanas después del servicio; y principalmente debe aumentarse el consumo de energía por su relación positiva a corto plazo con la tasa ovulatoria. Aún así, la respuesta ocurre solo dentro de un rango específico de 2 a 3 de condición corporal de las ovejas (en una escala de 1 a 5 descrita por Alliston, 1989) ya que por encima o por debajo de dicho rango no se presenta algún efecto positivo o negativo adicional al consumo de energía (Gunn, 1989). Un incremento de peso en las hembras reproductoras -que no estén muy flacas o muy gordas- de alrededor de 3 a 4 kg previo a la temporada de monta, puede incrementar la eficiencia reproductiva (Hulet y Shelton, 1988).

Se debe tener en cuenta que al aumentar la eficiencia reproductiva de los ovinos se conduce a un incremento de la población y a cambios en la estructura del rebaño (Corbett, 1978), que debe estar acompañado de la extracción de animales, con la finalidad de mantener un equilibrio entre el número de individuos y tierras de pastoreo. Es conveniente que el mejoramiento de la eficiencia reproductiva se acompañe de un programa de selección anual de ovinos jóvenes con características productivas sobresalientes, con la finalidad de acelerar la productividad de los mismos.

4.1.4. Lactación

La lactación o secreción láctea es una función particular de la glándula mamaria o glándula exócrina cutánea. Sin embargo, no se encuentra aislada del conjunto de funciones orgánicas del animal, ni del potencial genético, o de los factores ambientales, y sobre todo de las interacciones que de ellos resultan.

De acuerdo con Schmidt (1974), los factores fisiológicos que condicionan la cantidad y calidad de leche producida son: especie animal, raza, talla, edad, etapa de lactación, persistencia del rendimiento lechero, efecto de la gestación, leche del principio y final del ordeño, y estro. El mismo autor señala que, además existen factores ambientales que influyen sobre la cantidad y calidad de leche producida, estos son: alimentación, duración del período improductivo, estado de carnes en el momento del parto, ordeño antes del parto, intervalo entre los ordeños, temperatura ambiente, estación del año, enfermedades y uso de medicamentos.

La leche se genera en los alveolos, que se reúnen en pequeños grupos de lobulillos, que están rodeados por cápsulas de tejido conjuntivo y drenan a conductos pequeños. Los lobulillos se agrupan para formar lóbulos que se rodean a su vez de cápsulas de tejido conjuntivo, y los conductos por los que evacuan los lóbulos y lobulillos se agrandan en las proximidades del pezón a medida que van recogiendo el drenaje procedente de una mayor cantidad de tejido secretor (Schmidt, 1974).

La lactancia o producción láctea en las ovejas comprende desde el momento del parto hasta el destete y es influenciado por los siguientes factores:

raza, nutrición, número de corderos producidos, edad peso (Treacher, 1982). Existen razas de ovinos que han sido seleccionadas para lograr una buena producción láctea, por ejemplo, las razas españolas Manchega (con altos niveles de producción tanto de carne como de leche, con 960 ml d^{-1}, destinada a la fabricación del queso manchego), Churra y Lacha (ambas con alta especialización lechera, con 1000 y 1200 ml d^{-1} respectivamente), entre otras (Driew, 1981; Esteban y Tejon, 1985). Un nivel nutricional insuficiente, principalmente de energía y proteína causa un baja producción de leche y altera la curva de lactancia; cuando las ovejas producen mellizos aportan mucho más leche que las que crían un solo cordero; además, la producción láctea aumenta paulatinamente hasta la cuarta lactancia y posteriormente disminuye (Driew, 1981). Treacher (1982) señala que existen amplias variaciones en la determinación de las necesidades energéticas para el mantenimiento de la oveja, así como para estimar la eficiencia con que la energía metabolizable (EM) es convertida en energía de la leche, e indica que los reportes actuales solamente deben ser considerados como una orientación aproximada. Por ejemplo, Robinson y Forbes (1970; citados por Treacher, 1982) explican que a un determinado nivel en el consumo de EM (26.5 MJ/d^{-1}) y producción de leche (2.8 kg/d^{-1}) corresponde un consumo mínimo de proteína cruda (PC; 270 g/d^{-1}), y una reducción por debajo de este nivel (22.5 MJ/d^{-1} EM y 190 g/d^{-1} PC provoca un descenso en la producción de leche (2.2 kg/d^{-1}), además, señalan que esta proporción mínima de PC y EM aumenta al ser mayor el rendimiento lechero de la oveja. Los estándares del NRC (1985) indican una relación óptima entre proteína digestible (PD) y energía digestible (ED) de 20 g PD/Mcal de energía para mantenimiento, la cual aumenta para satisfacer los requerimientos de gestación, lactancia, crecimiento, producción de lana y finalización. Los mismos estándares del NRC (1985) señalan que concentraciones de proteína de 10.4 y 11.5 % son suficientes para ovejas durante los dos primeros meses de lactación cuando crían un solo cordero y gemelos respectivamente.

Los ovinos existentes en la zona borreguera, difieren de sus antecesoras en las características físicas de la glándula mamaria y de producción de leche. Las ovejas criollas de la región se caracterizan por una glándula mamaria poco

globosa y poco desarrollada (Nahed, 1989) y producción media diaria de leche de 436.6 ml en la variedad criolla Manchega y 414.1 ml en la variedad criolla Churra (Villalobos y Perezgrovas, 1989), en tanto que las glándulas mamarias de sus antecesoras son globosas y desarrolladas (Esteban y Tejon, 1985).

4.1.5. Senectud

Según Speeding (1975), la senectud en la producción animal tiene un significado que reside en el hecho evidente de que las cifras de producción tienden a decrecer pasada una cierta edad; esto tiene el efecto de limitar la vida productiva de un animal, con lo cual su vida, desde el punto de vista económico puede ser aún más corta. Los sistemas de producción animal deben incluir un programa de selección, que permita eliminar a los animales poco productivos. Los efectos más comunes de productividad decreciente se da en prolificidad, en animales con defectos físicos congénitos, animales lesionados, y con aquellos que han perdido la dentadura.

En algunas sociedades pastoriles del mundo los valores socioculturales tienen gran influencia en la decisión de mantener el mayor número de animales posible, incluyendo a individuos viejos e improductivos, ello se debe a que representan riqueza, prestigio, edad adulta, posibilidades de casarse o forma de subsistencia (Nestel, 1984a). Además de la influencia que lo anterior tiene en el tamaño y la estructura de la población animal, la eficiencia productiva se ve afectada severamente (Temple y Reh, 1984). En la región de estudio ocurre algo similar con la producción ovina, donde las pastoras tratan de incrementar sus ingresos acrecentando sus rebaños, sin tomar en cuenta el sexo ni la edad de los animales. Esto sucede en forma muy particular en el municipio de San Juan Chamula, donde los ovinos son vendidos ocasionalmente y su carne no se consume por mitos y creencias religiosas, en consecuencia, las pastoras conservan algunos animales de más de doce años de edad en los rebaños, los cuales son menos productivos que los jóvenes (Nahed y Parra, 1984).

4.1.6. Salud, enfermedad y muerte

De acuerdo con Ellis (1984), el complejo salud-enfermedad puede ser visto como un sistema biológico, en el que la enfermedad es el producto de un desequilibrio entre el hospedero, las plantas y los microorganismos patógenos, expuestos a un mismo ambiente. El mismo autor señala también que el cambio de uno de estos componentes puede causar enfermedad en animales individuales, o bien, podría iniciarse una epizootia, por lo que resulta esencial tener un conocimiento de las características ecológicas regionales para identificar la influencia de las enfermedades en los sistemas de producción prevalecientes. Así también, Speeding (1975) indica que el estado de salud o de enfermedad de los animales se da como consecuencia de una compleja influencia entre los animales y su medio ambiente, complejidad en la que influyen tanto la susceptibilidad de los animales, como el alimento que consumen, el clima, las características genéticas, los microbios a los que están expuestos, los accidentes, los ataques por depredadores y el manejo que el productor les proporcione. Las explotaciones pecuarias que controlan los factores mencionados a través del manejo integral del sistema, no presentan pérdidas económicas altas por enfermedades y/o mortalidad de animales. Por el contrario, los beneficios económicos son importantes cuando se venden animales sanos o se desechan animales no deseados, que se destinan al sacrificio directo para carne.

En este contexto, McDowell (1972) indica que los problemas sanitarios originan grandes pérdidas económicas en los sistemas de producción animal de todos los ambientes debidas a mortalidad y morbilidad. El mismo autor señala que las pérdidas anuales por mortalidad suelen representar menos del 5 % del ingreso bruto totales de las empresas ganaderas; en tanto que las pérdidas por morbilidad son superiores, especialmente en los climas cálidos.

Los problemas parasitarios se manifiestan generalmente en forma subclínica, por lo que las pérdidas económicas que ocasionan pasan desapercibidas; sin embargo, las parasitosis son infestaciones del rebaño más que de tipo individual. Byford *et al.* (1992) reporta que los animales parasitados incrementan su tasa metabólica y reducen la cantidad de energía metabolizable

para producción, debido a que roban nutrimentos destinados a los animales, dañan algunos órganos vitales y los hacen más susceptibles a otros agentes patológicos. Por su parte Temple y Reh (1984) indican que muchas enfermedades afectan el comportamiento reproductivo y el crecimiento de animales jóvenes.

En relación a los ectoparásitos, Byford *et al.* (1992) indican que estos someten a estrés a los animales domésticos, causándoles una disminución del apetito y reducción del consumo de alimento, y algunos de ellos, como las garrapatas, chupan sangre e impiden que los animales alcancen sus rendimientos máximos.

En ciertas regiones como la de Los Altos de Chiapas, los animales han generado, a través de selección natural, una gran resistencia a las fuertes parasitosis prevalecientes, además, se han adaptado a las fluctuaciones y a la escasez de forraje, así como a los fuertes cambios de temperatura durante el día y la noche en el invierno. Aún así, las infecciones parasitarias constituyen un problema de manejo de los animales, pastizales y corrales de alojamiento, que deben ser analizados integralmente para contribuir a romper los ciclos biológicos de los parásitos.

4.2. Vegetal

Los procesos fisiológicos que ocurren en las plantas herbáceas de los pastizales, al igual que en la mayoría de las plantas superiores, son la fotosíntesis y la absorción de agua y nutrientes minerales del suelo, los cuales permiten el crecimiento de las mismas. El comportamiento de estos procesos no son constantes a lo largo del tiempo debido a que son fuertemente influenciados por factores climáticos y de manejo. A continuación se revisan algunos de estos aspectos:

4.2.1. Fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso esencial para la vida de las plantas o productores primarios así como para la conservación de la vida en la tierra a través de la producción de alimento y oxigeno. Mediante la fotosíntesis las plantas

atrapan la energía solar al combinarse el bióxido de carbono proveniente del aire con el agua del suelo, para formar carbohidratos simples y posteriormente, a partir de éstos, las plantas sintetizan carbohidratos más complejos (Hodgson, 1994). Las plantas están formadas en gran parte por materia orgánica, de tal forma que existe una relación directa entre la cantidad de bióxido de carbono que se fija y la cantidad de biomasa producida (Coombs, 1988), la cual es proporcional a la radiación fotosintéticamente activa absorbida (Haxeltine y Prentice, 1996).

De acuerdo con Cole y Garret (1980), la acumulación de energía química en un pastizal es un proceso relativamente ineficiente, ya que únicamente entre el 2 y el 5 % de la energía luminosa proveniente del sol que alcanza la superficie del pasto, se convierte en energía utilizable para el crecimiento de la planta. Ello se debe a que la acumulación de energía en los pastos está determinada por la eficiencia con la cual la luz es interceptada por el pabellón de la hoja y por la eficiencia del propio proceso fotosintético (Hodgson, 1994). En consecuencia, la intercepción y absorción de luz por unidad de área depende de la cantidad de hojas verdes que cubren la superficie del pastizal, el cual es expresado como índice de área foliar (Thomas, 1980). De manera particular, la incidencia total de luz interceptada en praderas de pasto y/o trébol varía de 4 a 6 % (Hodgson, 1994).

Así también, la estructura, la morfología y la fenología del pasto pueden tener efectos importantes en la eficiencia fotosintética. Las hojas jóvenes tienen una mayor eficiencia que las de mayor edad, y las hojas de pastos que se desarrollan ante una elevada intensidad de luz tienen una mayor eficiencia que aquellas que crecen en la sombra (Coombs, 1988; Hodgson, 1994).

Por otra parte, el patrón de asimilación del bióxido de carbono también puede influir en la eficiencia fotosintética de las plantas superiores. En este sentido, Coombs (1988) señala que existen tres grupos diferentes de plantas, las cuales se conocen como plantas C_3, C_4 y CAM (metabolismo ácido de las crasuláceas). Sin embargo, se ha observado que varias familias y aun ciertos géneros de plantas contienen individuos de tipo C_3 y C_4, lo que demuestra la gran variabilidad y adaptabilidad de las plantas a su ambiente (Bidwell,1983). Existen también algunas plantas con características anatómicas y fisiológicas intermedias

de fotosíntesis C_3 y C_4, como el género *Flaveria*, que contiene, además, especies C3, C4 (Nelson y Langdale, 1992).

Fotosíntesis C_3. Las plantas con fotosíntesis C_3 o ciclo de Calvin forman ácido fosfoglicérico como primer producto de asimilación de CO_2, el cual es un compuesto de tres carbonos (Coombs, 1988). En dichas plantas, las células del parénquima se organizan en dos tejidos distintos, la capa empalizada y el parénquima esponjoso, y cuentan con espacios aéreos conspicuos (Bidwell, 1983). Todas las especies C_3 fotosintetizan con mayor rapidez a medida que aumenta la concentración de CO_2 en condiciones de saturación de luz y cuando el agua es abundante; sin embargo, la fotosíntesis C_3 usa menos energía lumínica para fijar CO_2 que la fotosíntesis C_4 (Leegood y Walker, 1988). Las plantas C_3 efectúan fotorrespiración detectable e implica la absorción de O_2 y la liberación de CO_2 en un proceso dependiente de la luz, el cual es inhibido cuando se reduce la concentración de O_2 (Coombs, 1988). Muchas plantas C_3 muestran tasas de fotosíntesis y crecimiento altas y son tan productivas como las mejores C_4; algunas de ellas son el girasol, el trigo, el tule, la papa, la remolacha y la soya (Bidwell, 1983).

Fotosíntesis C_4. Por su parte, las plantas con ruta C_4 forman ácido oxalacético como primer producto de asimilación de CO_2 a partir de la fotosíntesis, el cual es un compuesto de cuatro carbonos (Coombs, 1988); posteriormente el ácido oxalacético es convertido a malato o aspartato (Nelson y Langdale, 1992). Es probable que la mayoría de las plantas con fotosíntesis C_4 sean capaces de completar fotosíntesis C_3; sin embargo, las hojas tienen una anatomía especial llamada tipo Kranz, caracterizada por pequeños espacios intercelulares, nervaduras frecuentes y un pronunciado anillo de células de la vaina fascicular alrededor de cada haz, las cuales están dotadas de cloroplastos en abundancia y no efectúan fotorrespiración detectable, lo que le confiere importantes ventajas (Bidwell, 1983). El ciclo C_4 es en principio un artificio que permite a las plantas alcanzar tasas fotosintéticas muy altas bajo condiciones deficitarias de agua y alta luminosidad, y son más capaces que las plantas C_3 de

absorber CO_2 a partir de concentraciones bajas, es decir, pueden mantener altas tasas fotosintéticas cuando sus estomas se encuentran casi cerrados como resultado del estrés de agua, lo cual es ventajoso para las plantas que viven en climas secos y calientes (Bidwell, 1983). En su mayoría son plantas tropicales o de origen tropical, con un número muy reducido de especies de zona templada, las cuales usan algo del exceso de luz que reciben; sin embargo, como la luz empleada como energía es gratuita brinda ventajas definitivas, como tasas elevadas de fijación de CO_2 en relación con el área foliar y productividades globales más elevadas en términos de peso de carbono asimilado a material vegetal (Coombs, 1988). La mayoría de las malezas agresivas y algunos de los cultivos más productivos como la caña de azúcar, el maíz, el zacate elefante, así como varios grupos de pastos, ciperáceas tropicales y varias familias de dicotiledóneas son plantas C_4 (Bidwell, 1983).

Fotosíntesis CAM. Ciertas plantas de la familia de las crasuláceas aumentan marcadamente el contenido de ácido durante la noche, el cual decrece durante el día; estas plantas absorben CO_2 en la oscuridad, e involucra la síntesis de ácido málico por carboxilación durante la noche y el rompimiento de dicho ácido durante el día con liberación de CO_2 para la fotosíntesis (Bidwell, 1983). Las plantas CAM son generalmente suculentas y poseen características xeromórficas; es decir, cuentan con hojas reducidas, cutícula gruesa, estomas hundidos, así como con tejidos especiales que almacenan agua y viven en climas áridos. El metabolismo ácido de las plantas CAM permite que éstas efectúen fotosíntesis aún cuando sus estomas están firmemente cerrados durante el día por el calor y la sequedad, usando CO_2 que absorbieron durante la noche, más fresca y húmeda (Coombs, 1988). Las plantas con fotosíntesis CAM son muy ineficientes; sin embargo, su tipo de metabolismo permite que la fotosíntesis continúe aún bajo condiciones xéricas extremas (Bidwell, 1983).

4.2.2. Agua y nutrimentos minerales del suelo

Casi cada proceso vegetal está directa o indirectamente afectado por el abastecimiento de agua; se trata de un nutrimento esencial en el proceso de

fotosíntesis y de transporte de todos los nutrimentos del suelo a través de las raíces hasta la planta y dentro de ella. La absorción de agua del suelo por las raíces, por osmosis, es influenciada por la capacidad de campo o capacidad de retención de agua de la tierra, y la mayor producción de biomasa de los pastizales se obtiene manteniendo al máximo la capacidad de campo, y a medida que ésta se reduce, también se reduce la absorción de agua por las raíces hasta llegar a un punto de marchitamiento permanente de la planta (Kramer, 1974). La capacidad de las plantas para resistir el estrés por humedad depende en gran medida de la profundidad de sus raíces, y el primer efecto consiste en limitar el aporte de nitrógeno, por lo que la aplicación de nitrógeno puede ayudar a resolver el problema, siempre que el período de sequía sea corto (Flores, 1977).

En este contexto, la eficiencia de uso del agua en términos de unidades de agua utilizada por unidad de materia seca producida es de gran importancia. La eficiencia de uso del agua aumenta cuando se emplean variedades de alto rendimiento y raíces profundas cultivadas en densidades óptimas; sin embargo, aún así se emplean de 200 a 500 unidades de agua para producir una unidad de materia seca (Kramer, 1974). En pastizales bajo pastoreo de zonas áridas, López-Tirado y Jones (1991) obtuvieron mediante simulación de defoliaciones repetidas que al disminuir los intervalos de corte e incrementar la intensidad de defoliación, disminuye la eficiencia de uso del agua por el menor índice de área foliar y con ello mayor evaporación directa de agua del suelo; sin embargo, dichos autores reportan que a medida que se reduce la intensidad de defoliación, la eficiencia de uso del agua aumenta, reflejándose en una mayor producción de materia seca por unidad de agua de lluvia utilizada.

Por otro lado, no todas las especies vegetales tienen los mismos requerimientos nutritivos para su desarrollo, elaboración y formación de materia orgánica, lo cual depende de la naturaleza específica de la especie, así como del contenido químico del suelo y de sus reacciones. En este sentido, Flores (1977) indica que las mejores condiciones de fertilidad de los suelos están asociadas a reacciones de pH de 6.5 a 7.2, y cuando la planta no dispone de todos los elementos nutritivos requeridos por la especie, la materia orgánica elaborada

resulta deficiente de nutrimentos, la cual se transmite al animal que lo consume, y según su importancia puede ocasionar trastornos en el organismo animal y causar enfermedades. Ello indica que el follaje de las especies vegetales tampoco contiene el mismo valor nutritivo como alimento para el animal, además, el valor nutritivo de los forrajes aumenta o disminuye según el estado fenológico de los mismos al momento de la cosecha (Trlica y Rittenhouse, 1993).

Los elementos básicos que, en mayor o menor medida, contiene el material vegetativo de las plantas son nitrógeno, fósforo y potasio; los elementos secundarios son azufre, calcio y magnesio, y los micronutrimentos son boro, cloro, cobalto cobre, hierro, manganeso, molibdeno, silicio, sodio, yodo y zinc, entre otros (Sánchez, 1976). Todos estos elementos son necesarios para la nutrición de las plantas y para que éstas puedan desarrollarse y elaborar su materia orgánica. En los pastizales bajo condiciones de pastoreo, buena parte de dichos elementos provienen del reciclaje de los nutrimentos que resultan de la descomposición y mineralización de los excrementos y orina de los animales, y de los residuos de cosecha incorporados al suelo por el pastoreo de los animales (Spain, 1984). La cosecha continua de biomasa aérea en tierras cultivadas con forraje de corte reduce con rapidez la fertilidad del suelo, por lo que en estos casos es necesario fertilizar para lograr mantener una producción de pastura sostenible.

El nitrógeno es un nutrimento indispensable para el desarrollo de todas las partes de las plantas, pero su función principal es producir los órganos vegetativos tales como las hojas y tallos; es decir, la principal función del nitrógeno es producir la parte aérea de las plantas; sin embargo, para obtener el máximo rendimiento de las plantas, el nitrógeno debe guardar siempre un equilibrio con la cantidad de fósforo y potasio existentes en el suelo (Flores, 1977). Es común que las plantas encuentren en todos los suelos cierta cantidad de nitrógeno procedente de restos vegetales, de orina y excrementos de animales u otras aportaciones orgánicas aplicadas a cultivos anteriores, que al ser transformadas en humus son la fuente nitrogenada natural que mantiene la fertilidad del suelo (Spain, 1984). Otra fuente nitrogenada para el suelo es la fijación del nitrógeno proveniente de la atmósfera por las bacterias del género Rhizobium que crecen en asociación con las raíces de

plantas leguminosas. Así, cuando un pastizal mixto contiene de un 20 a un 30 % de trébol, se fijan alrededor de 150 kg de nitrógeno/año en el Reino Unido y de 180 a 190 kg en climas más calientes como el de Nueva Zelanda (Hodgson, 1994). La aplicación de nitrógeno a especies herbáceas forrajeras en fórmulas equilibradas, además de fomentar el desarrollo de las plantas, aumenta el contenido nitrogenado del forraje y mejora el valor biológico de la proteína cruda del mismo (Juscafresa, 1983). Sin embargo, la aplicación de nitrógeno en exceso fomenta el rápido desarrollo de la planta pero agota otros elementos igualmente necesarios que son parte de las fuentes naturales del suelo; por ejemplo, si la fertilización nitrogenada de un pastizal es excesiva y no se acompaña de fósforo y potasio en forma equilibrada, este exceso puede resultar en una carencia de cobre en el suelo, en el forraje y en el animal; además, es importante resaltar que existen riesgos de contaminación de los mantos freáticos (Flores, 1977; Juscafresca, 1983). La dosis de fertilización que se utiliza comúnmente en el Reino Unido como indicador de la respuesta económica marginal ha variado de 260 a 350 kg de nitógeno/ha^{-1}, y como un método práctico, los límites económicos para el uso de fertilizantes nitrogenados bajo un manejo eficiente de pastura son de más de 300 kg/ha^{-1} para la producción de leche y de 200 kg/ha^{-1} para la producción de ovejas y bovinos (Hodgson, 1994).

Después del nitrógeno, el fósforo es uno de los elementos más importantes para fomentar el vigor, crecimiento y desarrollo de las plantas. El ácido fosfórico contenido en el suelo actúa como material de resistencia en la elaboración y formación de materia orgánica, y en su ausencia difícilmente puede realizarse el proceso de la fotosíntesis o formación de clorofila, por falta de movilización de sustancias en el organismo vegetal (Sánchez, 1976). El fósforo es la fuerza motriz que impulsa las corrientes de savia que actúan de vehículo para el traslado de reservas que fomentan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Flores, 1977). Este mineral se encuentra comúnmente en todos los suelos en cantidades relativamente notables y en las formas más complejas, de tal manera que actúa como material de reserva más o menos disponible; sin embargo, para la nutrición de las plantas, el fósforo asimilable es el más importante (Juscafresca, 1983). El

poder de fijación del ácido fosfórico en el suelo aumenta paralelamente a medida que se eleva el valor del pH del mismo, y a medida que el pH desciende y aumenta la acidez del suelo, el ácido fosfórico se hace más asimilable por la planta, debido al incremento de la actividad de los microorganismos contenidos en el suelo (Sánchez, 1976). El fósforo aportado al suelo como fertilizante, basado en los fosfatos y superforfatos, puede perder eficacia por su alto poder de fijación al no poder ser aprovechado por la planta en su totalidad, sino sólo en parte (Juscafresca, 1983).

El potasio es otro de los elementos de mucha importancia en el desarrollo de todas las partes de la planta, y tiene una influencia marcada en el aumento de la producción de frutos y semillas; también es fundamental para la elaboración de azúcares, grasas y proteínas, por lo que si la planta no encuentra en el suelo potasio asimilable, su crecimiento se detiene (Flores, 1977). Por lo regular el potasio se encuentra en todos los suelos, siendo los arcillosos los más ricos en este elemento; sin embargo, su asimilación por las plantas es difícil en suelos muy arcillosos (Sánchez, 1976). La fijación de potasio en el suelo presenta los mismos problemas que el fósforo, su carencia se traduce en reducción del desarrollo de la planta, y falta de resistencia de los tejidos que los hace más sensibles a los efectos de la sequía, el frío y a las invasiones parasitarias (Juscafresca, 1983). En contraste, el exceso de potasio en el suelo tiende a disminuir la asimilación del magnesio por las plantas, provocando con ello una acentuada alteración del equilibrio mineral (Sánchez, 1976). El potasio abunda más en los forrajes verdes de las especies leguminosas que en el de las gramíneas y en los forrajes henificados. La fertilización de leguminosas forrajeras con potasio en suelos pobres de este elemento, estimula el desarrollo de las mismas y por consiguiente promueve la asimilación de otros nutrimentos como el calcio y el fósforo (Flores, 1977).

El azufre es otro elemento esencial en la nutrición de las plantas, se encuentra en el suelo en forma de sulfuros y sulfatos, y se considera un elemento imprescindible para la respiración de las plantas (Juscafresca, 1983). La deficiencia de este mineral en las plantas se caracteriza por el amarillamiento y

pérdida de clorofila, y la fertilización de las plantas con azufre es necesario únicamente en suelos alcalinos (Sánchez, 1976). El calcio en forma de carbonato, sulfato, cloruro y fosfato se encuentra en todos los suelos; este elemento ejerce cierta influencia en la movilización de los hidratos de carbono que se forman en la materia orgánica de la planta, es importante para mantener el equilibrio biológico y actúa como neutralizador de ciertos ácidos orgánicos (Juscafresca, 1983). La deficiencia de calcio en los forrajes, además de afectar el crecimiento y desarrollo vegetativo, reduce la resistencia a las heladas de invierno y a la sequía; en las tierras excesivamente alcalinas o ácidas, ejerce un cierto bloqueo al hierro, manganeso, cobre, boro y zinc (Flores, 1977). El magnesio también tiene una influencia muy marcada en el desarrollo de las plantas, en particular en la formación de la clorofila; su carencia en la planta se refleja en que los tallos se hacen quebradizos y las hojas se decoloran (Juscafresca, 1883).

4.2.3. Factores climáticos y de manejo

La variación de la temperatura ambiental tiene múltiples efectos sobre la respiración, transpiración y fotosíntesis de las plantas (Dielhl y Box, 1978). Las temperaturas máximas y mínimas por encima o por debajo de las cuales el vegetal muere se les denomina temperaturas críticas. Cuando la temperatura es mayor de 40 °C se presenta una falta de coordinación entre la función clorofílica y la respiración, por una deficiencia de hidratos de carbonos para la fotosíntesis, al ser consumidos en proporciones elevadas por el acelerado proceso respiratorio a causa de las altas temperaturas (Evans, 1980). Las temperaturas elevadas provocan una deshidratación de las plantas como consecuencia de una transpiración acelerada y si el suelo no suministra a la planta agua suficiente se presenta pérdida de turgencia y marchitamiento, y cuando esto se prolonga por varios días el marchitamiento conduce a la coagulación del protoplasma celular y a la muerte de la planta (Dielhl y Box, 1978). Además, las temperaturas elevadas conducen a una rápida madurez del forraje y a un aumento en el contenido de pared celular debido a que se promueve la lignificación y se reducen los carbohidratos solubles (NRC, 1981).

Así también, la disminución de la temperatura afecta fuertemente a las plantas forrajeras, principalmente ocasiona debilitamiento general de las plantas; las heladas producen congelación y destrucción mecánica de las células por dilatación y consecuente desgarramiento (Evans, 1980). Los cristales de hielo formados en los espacios intercelulares ejercen una elevada demanda de agua procedente del citoplasma celular, lo que se traduce en una deshidratación y consecuente coagulación del mismo (Diehl y Box, 1978). Las temperaturas suboptimas o inferiores a los 25 °C afectan sensiblemente a las gramíneas forrajeras tropicales reduciendo su crecimiento y producción (Cooper y Taiton, 1968).

Por otra parte, las plantas responden a una multitud de vías de pastoreo. De acuerdo con Trlica y Rittenhouse (1993), la respuesta individual de las plantas varía de acuerdo con la forma de crecimiento, capacidad genética de la especie, morfología, fisiología y fenología. Los mismos autores señalan que las tres variables manejables más importantes que afectan la respuesta de la planta bajo pastoreo son: (1) el tiempo de pastoreo en relación con la oportunidad de crecimiento o regeneración; (2) la frecuencia de defoliación de plantas individuales y (3) la intensidad de uso o intesidad de defoliación. Sin embargo, en términos generales, a medida que un pasto se le permite crecer después de la defoliación, el porcentaje neto de asimilación de carbono aumenta al incrementarse el índice de área foliar hasta un máximo, y declina con un aumento adicional de éste; posteriormente, la asimilación neta de carbono declina finalmente hasta cero en un cultivo de pasto no defoliado (Hodgson, 1994). La capacidad de crecimiento rápido de las plantas es afectada por la eficacia de los meristemos y el estatus fisiológico; y la interacción entre estructura y función de la planta determina la habilidad de la respuesta al pastoreo (Trlica y Rittenhouse, 1993). En este contexto, uno de los parámetros más importantes en el estudio de pastizales y cultivos es el índice de área foliar, ya que la combinación espacial de las hojas con la altura de la planta determina la aptitud de ésta para interceptar radiación (Thomas, 1980).

El grado de control que el productor pueda tener en la intensidad y frecuencia de defoliación de los pastizales, la defoliación selectiva, así como en el

retorno y aporte de nutrimentos depende del manejo, el cual puede conducir a mantener la sostenibilidad biológica y económica del sistema de producción.

V. PRINCIPIOS TECNOLOGICOS DE LA PRODUCCION ANIMAL

5.1. Algunos antecedentes y características tecnológicas de la producción animal

La técnica puede definirse como el procedimiento exigido para el empleo de un instrumento, para el uso de un material o para el manejo de una determinada situación en proceso (Parra, 1984), en tanto que la ciencia es la explicación objetiva y racional del universo, y como parte de éste se encuentra en constante desarrollo (Gortari, 1979). Con base en estas definiciones, Parra (1984) argumenta que el puente que liga la ciencia con la técnica es la tecnología, definida como la aplicación del conocimiento científico a la solución de problemas particulares. Ciencia y Técnica guardan una relación histórica, ya que en el pasado, la técnica allanó el camino para el desarrollo de la ciencia, por ejemplo, la selección genética realizada en el siglo pasado por los granjeros europeos dió origen a diversas razas de ganado, este fue uno de los antecedentes que sirvieron a Mendel para formular las leyes de la herencia (Parra, 1984), las cuales se emplearon posteriormente para acelerar el mejoramiento genético de las plantas y los animales que actualmente presentan los mayores niveles de producción.

En la actualidad, existen sistemas de producción animal con alto grado de eficiencia técnica y económica, atribuida en gran medida a los cambios tecnológicos logrados por la combinación de esfuerzos que se realizan en investigación, educación y extensión (Mahadevan, 1984). Sin embargo, esos avances tecnológicos son captados casi exclusivamente por productores pecuarios empresariales, cuyos objetivos de producción consisten en maximizar la tasa de ganancia y la acumulación de capital, para lo cual emplean fuerza de trabajo asalariada y una tecnología basada en el uso de insumos industriales y una mayor densidad de capital, puede intensificarse siempre y cuando su productividad marginal sea mayor o igual al salario, renta y ganancia, exclusivamente monetaria (CEPAL, 1982). Los sistemas de producción animal con alto uso de tecnología moderna se caracterizan por tener un buen control de los factores ambientales, el cultivo intensivo de pastos y leguminosas, el empleo de

niveles altos de alimento concentrado, el diagnóstico y control de enfermedades utilizando anticuerpos monoclonales, además, cuentan con razas de animales mejorados mediante inseminación artificial y trasplante de embriones (Mahadevan 1984).

A diferencia de los productores empresariales, los medianos y pequeños productores pecuarios tienen menores posibilidades de utilizar la tecnología moderna, en tanto que los productores campesinos tienen cancelada las posibilidades de emplearlas. La producción campesina tiene por objetivo la sobrevivencia física y cultural, y los objetivos se cumplen a través de diversas actividades productivas, mediante el uso de un rico germoplasma, una amplia variedad y dinamismo de prácticas tradicionales, el empleo de fuerza de trabajo familiar intensivo y de los insumos autoproducidos, en un ambiente carente de recursos monetarios que descarta la posibilidad de utilizar la "ganancia marginal" como criterio básico para determinar el nivel óptimo de la producción, ya que los productos obtenidos se destinan fundamentalmente al autoconsumo familiar. Según Mahadevan (1984), las técnicas que se emplean comúnmente en los sistemas de producción animal poco desarrollados se caracterizan por el pastoreo en pastizales comunales, así como en tierras abandonadas y/o en descanso, el empleo de subproductos agroindustriales, la difusión de técnicas mejoradas poco costosas y simples, como carga animal, corrección de deficiencias de minerales del suelo, y control elemental de enfermedades e infertilidad de los animales.

5.2. Panorama internacional de la ovinocultura

El género *ovis* se encuentra distribuido en todo el mundo y se concentra particularmente en las latitudes templadas del hemisferio norte y sur, con dominancia poblacional de ovejas productoras de lana (Lynch *et al.*, 1992). En el año de 1975, la población total de ovinos en el mundo se estimaba en 1030 millones de cabezas, cuya distribución a nivel continental y de países con mayor importancia poblacional era la siguiente (Temple y Reh, 1984): El 14% se localizaba en la URS; el 20% en Oceanía (con 73% en Australia y 27% en Nueva Zelanda); el 12% en Europa (con 23% en el Reino Unido, 13% en España , 11%

en Rumania, 8% en Francia y 8% en Bulgaria); el 26% en Asia (con 27% en China, 15% en Turkia, 15% en La India y 13% en Irán); el 15% en Africa (con 20% en Sudafrica, 15% en Ethiopia, 10% en Morocco y 9% en Sudan), el 11% en América del Sur (con 32% en Argentina, 23 en Brazil, 15% en Perú y 14% en Uruguay); y el 2 % en América del Norte y América Central (con 65% en Estados Unidos y 24% en México). Los países sobresalientes por albergar alrededor del 40% de la población ovina mundial son la ex-URSS, Australia, Nueva Zelanda y China. Al comparar esta información con la reportada para el año de 1989 (Anónimo,1991; citado por Lynch *et al.*, 1992), se aprecia un crecimiento del 13% de la población ovina (1170'000,000 cabezas) a nivel mundial, cuya distribución porcentual en las distintas regiones del mundo fue similar, salvo que tuvieron un ligero crecimiento.

Las características de los sistemas de producción de ovinos a nivel mundial son contrastantes. Existen sistemas de producción nómadas y trashumantes; sistemas de manejo en pastoreo extensivos, semiintensivos e intensivos; así como sistemas completamente estabulados con alto nivel de tecnificación.

5.2.1. Sistemas de producción nómadas y trashumantes:

Los sistemas nómadas se caracterizan por el movimiento de toda la familia y sus animales en busca de pasto y agua; se practican en Afganistán, Somalia, Sudan, Siria y Arabia Saudita, (Faulkner, 1984). Por su parte, los sistemas trashumantes consisten en repetir una serie de ocupaciones sucesivas a lo largo de rutas de migración establecidas por tribus y sus animales, quienes habitualmente se mueven entre el verano y el invierno en busca de áreas de pastoreo pasando por llanuras bajas, colinas y montañas; se practican en Jordán, Irán, Afganistán, Turkia, Irak, Egypto y Sudan (Faulkner, 1984). Tanto los sistemas nómadas como los trashumantes se caracterizan por ser primitivos, basados en la recolección de todo el material vegetal posible a través del pastoreo de los animales; así como por el sobrepastoreo, la compactación del suelo, la diseminación de semillas de malas hierbas a través de las excretas de los animales, la extinción de especies anuales y la erosión (Sandford, 1983; Faulkner,

1984). El principal problema de estos sistemas de producción es de tipo nutricional, que por ser migratorios, dificultan la producción y la conservación de forrajes al utilizar en forma extensiva los pastizales comunales (Temple y Reh,1984). El crecimiento de la población humana tanto en las comunidades pastoriles como en los centros urbanos aumenta la presión por el uso de los recursos y, en consecuencia, la demanda de productos de origen animal, para lo cual se requiere mejorar las medidas de control de enfermedades de los animales, y un desarrollo económico, social y político que controle y mejore las practicas tradicionales y el patrón de uso de los pastizales (Sandford, 1983; Nestel, 1984a). Muchos de los problemas presentes en las sociedades de pastores del Medio Este señalados con anterioridad, ocurren también en otras sociedades de pastores, como las de Africa Arida que viven bordeando los desiertos de Sahara y Kalahari (Pratt, 1984; Nestel, 1984b) o como las de los pastores trashumantes del norte de la Patagonia Andina (Baied, 1989).

5.2.2. Sistemas de producción extensivos:

Los sistemas de producción extensivos consisten en utilizar grandes extensiones de tierra para el pastoreo de animales con muy baja eficiencia. El uso extensivo de pastizales ocurre en la parte subtropical y semiárida de Australia, Sudafrica, Africa árida, la India, sureste de Asia, América del Sur, América del Norte y Centro América (Butterworth, 1984); en general, en estos sistemas el patrón de producción es influenciado por la magnitud y distribución de las lluvias que determinan la disponibilidad de pastura, y la sobrevivenvia de los animales depende del control del número de individuos y del acceso de proteína de plantas de ramoneo; en estas condiciones de desnutrición, los ovinos son más susceptibles a las enfermedades y la productividad animal es baja (Nestel, 1984a; Turner, 1991).

5.2.3. Sistemas de producción semi intensivos:

En los sistemas de producción semi intensivos el manejo de los pastizales permite una mayor eficiencia de uso de la tierra. Estos sistemas se practican en

diferentes partes del mundo, donde las condiciones climáticas favorecen la producción de pasturas y el establecimiento de cultivos agrícolas, como en el este de Europa, particularmente en la ex-Alemania Democrática, Polonia y Yugoslavia; así como en la India, Sureste de Asia, Africa Húmeda, América del Sur, Estados Unidos y México (Nestel, 1984b). En los sistemas semi intensivos, la alimentación animal depende básicamente del pastoreo de pastizales manejados en rotación, con algunas áreas irrigadas y/o fertilizadas, combinado con el uso de residuos agrícolas y pequeñas cantidades de suplementos alimenticios en la época de sequía (Temple y Reh, 1984). La importante producción de ovinos productores de carne y lana en Australia se basa en el uso semiintensivo de pastizales, haciendo particular énfasis en la identificación, mejoramiento y manejo de pasturas con especies leguminosas adaptadas al trópico (Peel, 1984; Nestel, 1984b).

5.2.4. Sistemas de producción intensivos bajo pastoreo:

Los sistemas de producción intensivos se caracterizan por la fuerte inversión de capital, uso de tecnología moderna y alta eficiencia en el uso de la tierra. En el Este de Europa, las granjas intensivas de producción de carne y leche de ovinos pertenecen al estado y a sociedades cooperativas de granjeros; la producción ovina se basa en el pastoreo, con suministro de pequeñas cantidades de suplemento en verano e invierno, donde la modernización y la colectivización de la industria comienza con la conservación de forraje y el uso de tierras arables para producir pastura para los animales, en este caso, el estado y las cooperativas facilitan la transferencia de tecnología rápidamente, proporcionan los recursos para el control de enfermedades y apoyan a la comercialización, particularmente para exportación (Nestel, 1994a,b). En contraste con los planes centralizados del Este de Europa, los Estados Unidos y Canadá son un ejemplo extremo de producción pecuaria en sociedades empresariales libres, donde la industria de la producción ovina es extremadamente intensiva y mecanizada, lo que permite minimizar el uso de mano de obra y cuenta con un fuerte mercado de productos pecuarios como incentivo para los productores (Nestel, 1984b). La industria de la producción ovina del Oeste de Europa es muy similar a la de Norte América con

respecto a la inversión de capital intensivo, avanzada tecnología y alta producción (Temple y Reh, 1984; Nestel, 1984b). Un ejemplo de maximización de uso de los recursos son los sistemas intensivos desarrollados en Cuba, país pionero en el desarrollo de sistemas de producción intensivos de carne y leche basado en el uso de subproductos de la industria azucarera (Nestel, 1984b); en Cuba la ovinocultura se dirige básicamente a la producción de carne de ovinos Pelibuey (Perón *et al.*, 1991). Así también, Nueva Zelanda se caracteriza por su producción ovina intensiva, altamente mecanizada, basada en el pastoreo de rye grass/trébol fertilizados y manejados intensivamente para la producción de lana y carne, con mayor prioridad actual a la producción de carne para exportación en forma refrigerada (Peel, 1984; Nestel, 1984b).

5.2.5. Sistemas de producción intensivos estabulados:

En los sistemas intensivos estabulados los animales no salen a pastar, permanecen todo el tiempo alojados en espacios restringidos, por lo que tienen limitaciones para expresar todo su comportamiento, y reciben una dieta basada en forraje de corte y alimentos concentrados de alta calidad (Lynch *et al.*, 1992). Al igual que los sistemas intensivos en pastoreo, los sistemas intensivos estabulados también se caracterizan por la fuerte inversión de capital, uso de tecnología moderna y alta eficiencia en el uso de la tierra. Estos sistemas de producción se desarrollan principalmente en los Estados Unidos y el Oeste de Europa, aunque se observan de manera aislada en otras partes del mundo (Temple y Reh, 1984). Tanto los sistemas intensivos en pastoreo como los sistemas intensivos estabulados, tienen por objetivo elevar la productividad y la competitividad, las cuales se logran con el empleo de instalaciones confortables y mecanizadas, el uso de razas ovinas especializadas, con alimentación suficiente en calidad y cantidad y de acuerdo con el estado fisiológico del animal, el estricto control de enfermedades, la eficiencia reproductiva; y sobre todo con el acceso a un buen mercado local o de exportación.

5.3. Panorama nacional de la ovinocultura

Históricamente, la ovinocultura en México ha tenido poco peso en el sector agropecuario. En el periodo de 1930 (3'673,887 cabezas) a 1950 (5'086,268) cabezas) el rebaño nacional tuvo una tasa de crecimiento anual del 1.9 %, y se localizaba principalmente en las zonas Centro (Aguascalientes, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala) y Norte del país (Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas; SE, 1930, 1957). Posteriormente, en el periodo de 1950 a 1970 la población ovina nacional tuvo un incipiente crecimiento (1%), lo cual indica que durante esos veinte años dicha población se mantuvo estancada y su distribución regional no se modificó significativamente (SIC, 1957, 1975). Los cambios importantes ocurrieron de 1975 a 1990; en primer lugar, por que en vez de incrementar, la población ovina se redujo en un 21.9%, con una tasa de descenso anual del 1.1% (SIC, 1970; INEGI, 1994); y en segundo lugar, por que la distribución poblacional en el país sufrió cambios importantes, los cuales son más evidentes al tomar como base la distribución poblacional reportada en 1930 (SE, 1930) y compararla con la de 1990 (INEGI, 1994); lo cual muestra que la Zona Centro del país incrementó su población ovina de 49.4% a 59.5%; la Zona Golfo aumentó de 3.5%a 13.2%; la Zona Pacífico Norte aumentó de 1.5% a 3.4%; la Zona Pacífico Sur aumentó de 7.7% a 13.8% y la Zona Norte disminuyó de 37.8% a 27.8%. Dichos cambios se debieron principalmente a la creciente demanda de barbacoa de borrego en centros de consumo como el Distrito Federal y el Estado de México, entre otros (Arcos, 1993), y a la introducción de grupos raciales de ovinos de pelo, principalmente Pellibuey y Blackbelli en el trópico húmedo y trópico seco del país que se han incrementado paulatinamente.

Los sistemas de producción ovina en México se caracterizan fundamentalmente por ser extensivos, con bajo nivel de tecnificación y carencia de estímulos gubernamentales (asistencia técnica, capacitación, crédito, mejoramiento genético y comercialización entre otros). Prueba de ello son los ejemplos que a continuación se citan. En el Estado de México, Xalatlaco es uno de

los municipios importantes y tradicionales en la cría de ovinos, donde predomina un sistema trashumante, con pastoreo de tierras comunales, caminos y rastrojales, manejado por agricultores de escasos recursos (Arbiza *et al.*, 1991); algo similar ocurre en San Felipe del Progreso, Estado de México, donde la mayor parte de la ovinocultura es de subsistencia, y la desarrollan campesinos de bajos a muy bajos recursos, con empleo de técnicas tradicionales (Ordoñez *et al.*, 1990). Así también, en el estado de San Luis Potosí predomina un sistema de ganadería mixta en libre pastoreo y uso de esquilmos agrícolas, donde los ovinos son manejados conjuntamente con caprinos, bovinos y equinos, por agricultores temporaleros de subsistencia, en agostaderos del altiplano y la zona media, particularmente en los municipios de Venado, Charcas, Salinas y Moctezuma; los principales problemas de este sistema productivo son la falta de forraje, enfermedades y los bajos precios de comercialización (Castillo *et al.*, 1990). En el Valle de Perote, Veracruz, la producción ovicaprina es de tipo familiar, la alimentación de los animales se sustenta en el pastoreo de terrenos abiertos no cultivados y en el rastrojeo; los principales problemas son la falta de forraje, parasitosis gastroentéricas, desorganización de los productores e intermediarismo (Ortiz *et al.*, 1990). En el oriente del estado de Tabasco predomina la cría de ovinos de raza Pelibuey, cuya alimentación se basa en el pastoreo extensivo de potreros con gramíneas nativas o inducidas, donde el mejoramiento genético y el manejo reproductivo son mínimos; el control sanitario es aceptable, y los apoyos gubernamentales en cuanto a crédito, seguros, y asistencia técnica son nulos (Ramírez y Cuellar, 1995). La ovinocultura que se desarrolla en la región centro-norte del estado de Yucatán se inició a principios de la década de los ochenta, es considerada como una actividad secundaria, manejada por niños y jóvenes; la mayoría de los productores cría ovinos Pelibuey y Blackbelli en forma extensiva, de traspatio o rústica, sin asistencia técnica; el manejo reproductivo, el mejoramiento genético y el control sanitario son incipientes (Franco *et al.*, 1991). En los Valles Centrales de Oaxaca, la producción ovina es familiar y complementaria al ingreso obtenido de las labores agrícolas, los animales se alimentan en pastizales abruptos, pedregosos y con pobre vegetación, a orilla de

caminos y rastrojeo en terrenos agrícolas; el desconocimiento de las técnicas elementales de manejo por parte del productor, la escasez de forraje, las enfermedades parasitarias, el bajo precio de la lana, la salinidad de los suelos, la falta de organización y la falta de capital invertido son los problemas principales (Galomo, 1990). En términos generales, las características de la ovinocultura en los ejemplos citados concuerdan con la que se desarrolla en el estado de Chiapas, la cual se concentra principalmente en las regiones montañosas de Los Altos y Sierra Madre (Nahed, 1989); sin embargo, en los últimos 15 años la producción de ovinos Pelibuey ha adquirido importancia en las regiones del Soconusco y Costa de Chiapas.

Estas características de la producción ovina nacional muestran el bajo desarrollo tecnológico de dicha actividad, y explican, tanto la baja productividad de carne y lana como la baja competitividad de la misma. La nula y en algunos casos débil organización de los productores, limita el reconocimiento de una figura asociativa de ovinocultores, con capacidad de gestión que pueda fungir como interlocutora a nivel gubernamental para impulsar la ovinocultura nacional. En este contexto, Arcos (1993) señala que las causas fundamentales del bajo desarrollo tecnológico son, entre otros aspectos, que las disposiciones y prioridades enmarcadas a través de los planes y programas gubernamentales, no han favorecido el desarrollo de la ovinocultura, lo cual se traduce en el nulo o muy limitado apoyo, tales como estímulos, mecanismos de protección, investigación, formación de recursos humanos especializados, créditos, seguros, asistencia técnica y capacitación.

5.4. Tecnología y criterios para desarrollar la producción animal campesina

El mejoramiento de la eficiencia de los sistemas de producción animal campesinos solo podrá ser posible mediante la generación y/o adecuación de tecnologías apropiadas a las circunstancias ecológicas, económicas, sociales y culturales de los productores, en la que ellos participen en la toma de decisiones en función de sus objetivos (Dufumier, 1993). En consecuencia, es necesario

identificar los nuevos criterios para la elección de una estrategia de desarrollo tecnológico que permita la participación directa de los productores, cubra sus propias expectativas e incremente las posibilidades de adopción. Así, es conveniente que el criterio económico costo-beneficio se amplíe, al grado que considere aspectos tales como el costo de los beneficios por conservación de los recursos básicos (fertilidad del suelo, agua, germoplasma) y recuperación de pastizales degradados, la producción de autoconsumo, y el aumento de la productividad de la fuerza de trabajo a través del diseño de medios de trabajo apropiados; en el aspecto técnico, debe valorarse si los cambios propuestos son compatibles con el calendario de manejo de las prácticas pecuarias y la dinámica de la organización del trabajo de la unidad de producción, además, estas deben ser compatibles con los otros sistemas que maneja el productor, tales como el uso alterno en tiempo y espacio de las áreas de pastizales, cultivos y bosques, así también, deben considerarse los patrones prevalecientes de uso de los recursos y las restricciones de disponibilidad de los mismos; en el ámbito social, debe tomarse en cuenta el efecto que se tendrá en las estructuras familiares y comunitarias, la naturaleza del producto deseado, según los criterios autóctonos de calidad (color, tamaño y resistencia de la lana en el caso de la ovinocultura Tzotzil), y la posibilidad de que los cambios propuestos sean adoptados y beneficien al mayor número de productores posibles (Nahed *et al.*, 1994).

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1. Generalidades

La presente investigación aborda las fases de análisis y síntesis (Aracil, 1979; Park y Seaton, 1996) del sistema de producción ovina de la región de Los Altos de Chiapas. Para ello, se realizaron evaluaciones de carácter cualitativo, cuantitativo, retrospectivo y prospectivo, y longitudinal de variables de importancia biológica y socio-económica que influyen en el desarrollo de la ovinocultura. La ubicación geográfica y las características de las condiciones naturales de dicha región se describieron en el Capítulo II sobre conceptualización del sistema.

La investigación parte de la existencia de sistemas agrícolas jerárquicos, cuyos procesos de producción se relacionan horizontal (relaciones entre sistemas a un mismo nivel) y verticalmente (relaciones de un sistema a diferentes niveles). Conforme a lo señalado por Hart (1985), el sistema de producción ovina fue abordado a nivel regional con el principio de tres niveles mínimos; donde la unidad de producción familiar, integrada por diversos sistemas de producción, constituye, para el caso particular de este estudio, el sistema o nivel de análisis de mayor amplitud; el ovino, como componente del sistema de producción ovina, comprende un sistema menor; y el sistema de producción ovina es el nivel o la unidad central de la investigación.

El diseño de la investigación, las variables estudiadas, así como los métodos particulares de evaluación, análisis e interpretación de los datos se presentan a continuación.

6.2. Delimitación de la zona borreguera

La delimitación geográfica de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas se realizó con información actualmente disponible que pudo ser representada geográficamente. Para ello, se seleccionaron y combinaron los siguientes criterios: a) importancia socio-cultural y económica de la ovinocultura en los municipios donde el número de ovinos es superior a 2,000 cabezas, según el VII Censo agrícola-ganadero (INEGI, 1994), equivalentes a 200 unidades animal, asumiendo

0.1 unidades animal por ovino criollo; y b) dentro de estos municipios se consideró la zona con temperatura media anual de 14 a 18 °C y precipitación total anual de 1200 a 2000 mm, que son las condiciones donde los ovinos se encuentran en el intervalo óptimo de su zona termoneutral o máximo confort para su reproducción, crecimiento y producción (Johnson y Hahn, 1982; Young *et al.*,1989) y; las plantas adaptadas a clima templado encuentran un ambiente favorable para su desarrollo (Evans, 1980).

Para elaborar el mapa de la zona borreguera se utilizó un sistema de información geográfica, mediante el cual se combinaron el mapa de límites municipales y un mapa de climas. Estos mapas básicos habían sido previamente transferidos a formato digital y editados en el Laboratorio de Información Geográfica de El Colegio de la Frontera Sur (LAIGE-ECOSUR).

6.3. Socioeconomía de las unidades de producción borregueras

El estudio socioeconómico de las unidades de producción borregueras se llevó a cabo mediante entrevistas semiestructuradas y observaciones de campo. La información obtenida incluyó las siguientes variables: (1) sistemas de producción que desarrolla la unidad familiar; (2) número total de parcelas; (3) cantidad de tierra de cultivo, de pastizal y de bosque; (4) renta de tierra; (5) especies de animales y número de cabezas; (6) elaboración de artesanías; (7) extracción de madera; (8) fuerza de trabajo empleada; (9) destino de la producción; (10) si algún miembro de la unidad es transportista o tiene vehículo de transporte; y (11) si la unidad de producción incluye el comercio (tiene tienda) dentro de sus actividades económicas.

Para recabar la información, el tamaño de la muestra de las unidades de producción borregueras estudiadas (unidades últimas de muestreo) se calculó por el método de muestreo aleatorio simple, empleando la siguiente ecuación (Méndez *et al.*, 1986).

$$n = \frac{(1.96)^2 \quad (\sigma^2)}{\delta^2}$$

Donde: n es el tamaño de la muestra; 1.96 es una constante de la fórmula; σ^2 es la varianza del número de unidades de producción borregueras por comunidad en la zona borreguera (población general), e indica la importancia socioeconómica relativa de la población ovina en las comunidades; y δ^2 es el límite de error aceptado entre el promedio de la muestra (es decir, el promedio del número de unidades de producción borregueras en las comunidades seleccionadas aleatoriamente) y el promedio real del número de unidades de producción borregueras de la población general. Obtenido así, el tamaño de la muestra representa más del 10% de la población total de unidades de producción borregueras existentes. Además de la clasificación y la caracterización socioeconómica de las unidades borregueras, se estudiaron variables particulares como comercialización, dinámica de la estructura del rebaño, parasitosis y manejo.

De esta forma se determinó estudiar un total de 80 unidades de producción, las cuales se distribuyeron en los municipios que integran la zona borreguera. Para ello, se eligió aleatoriamente una comunidad dentro de cada municipio, con excepción de San Juan Chamula, en el que se estudiaron dos comunidades, debido a que este municipio cuenta con un mayor número de unidades de producción borregueras. Este procedimiento se basó en el criterio de captar la mayor variabilidad posible en el comportamiento del sistema de producción ovina.

Las comunidades estudiadas fueron Laguna Petej y Nichen, municipio de San Juan Chamula; Mitziton, municipio de San Cristóbal; Balhuitz, municipio de Teopisca; Luquilhó, municipio de San Andrés Larrainzar; Chilil, municipio de Huixtán; Nachig, municipio de Zinacantán; y Belisario Domínguez, municipio de Chenalhó.

Dentro de cada comunidad se eligieron aleatoriamente 10 unidades de producción borregueras, las cuales fueron caracterizadas desde el punto de vista socioeconómico en función de su disponibilidad de recursos y sus estrategias económicas. De esta caracterización socioeconómica se seleccionaron las variables críticas (aquellas cuyo comportamiento permitieron diferenciar con claridad a las unidades de producción borregueras), las cuales permitieron

agrupar, mediante árboles de decisión[2] (Benchimol *et al.*, 1990), los distintos tipos y las características de las unidades de producción borregueras. En la decisión final para seleccionar las variables críticas se tomaron en cuenta los principales criterios socioeconómico de estratificación tradicional de los productores, para lo cual se eligieron dos informantes calificados (autoridades) dentro de cada comunidad estudiada. Las variables críticas de mayor importancia señaladas por los informantes clave, de las ocho comunidades estudiadas, que se tomaron en cuenta fueron: número de ovinos y bovinos con que cuenta la familia, y otras ocupaciones, principalmente si la unidad cuenta o no con una tienda de abarrotes.

La información se examinó mediante análisis de datos categóricos, con base en Tablas de Contingencia (Zar, 1985), para validar la asociación existente entre la clasificación socioeconómica de las unidades de producción borregueras realizada por árboles de decisión, y las variables críticas elegidas al inicio para dicha clasificación. Los valores de las variables de caracterización se analizaron mediante pruebas de hipótesis para diferencia entre las proporciones de dos poblaciones, con base en la distribución Z (Daniel, 1987).

---

[2] Los árboles de decisión constituyen un componente fundamental de la metodología para la elaboración de los sistemas expertos, y son de gran utilidad para la toma de decisiones en cualquier área del conocimiento. Tienen la finalidad de dar sentido lógico a lo que se aprecia en una base de datos, encadenando variables que permiten dar validez al escenario en que los resultados son válidos. A partir de una base de datos se construyen los hechos (que consisten en organizar y jerarquizar el conocimiento adquirido y, en seguida, se hace la segmentación o clasificación de las variables). A partir de los hechos se construyen cadenas de razonamiento y se elaboran las reglas para la toma de decisiones (las cuales son conocimientos operativos que indican el razonamiento o la lógica en que se usan los datos). Las reglas pueden ser deductivas, es decir, que si un cierto número de hechos son verdaderos, se deduce la veracidad de la conclusión, de esta forma la regla será potencialmente aplicable. Sin embargo, no todos los hechos serán verdaderos, en tal caso, se niega la veracidad de la conclusión y se continúa aplicando a otros hechos, de manera lógica y/o por la experiencia que se tenga en el conocimiento del tema, hasta que se satisfaga la veracidad de la conclusión o decisión a que se quiere llegar. De esta manera, este procedimiento puede repetirse según las necesidades de precisión a que se desee llegar. El conjunto de hechos y reglas constituyen una base de conocimiento para la toma de decisiones a través de los árboles de decisión (Benchimol *et al.*, 1990).

6.4. Estructura y función del sistema de producción ovina

6.4.1. Clima

La información actualizada de precipitación pluvial, temperatura y evapotranspiración potencial diaria se obtuvo de Díaz *et al.* (1993), y se elaboraron gráficas para determinar la variabilidad de la estación de crecimiento, definida como la longitud de tiempo durante el cual el agua y la temperatura no representan, en promedio, una restricción para el desarrollo de los cultivos. La estación de crecimiento, también conocida como periodo de crecimiento, se determinó de acuerdo con la metodología de la FAO (1981), comparando los valores de precipitación pluvial con los de evapotranspiración potencial. Cada gráfica corresponde a una estación climatológica localizada dentro de la zona borreguera de la región. Para ello, se seleccionaron únicamente los periodos con información histórica completa y consistente. De la estación Charnula se incluyó información del período 1957 a 1991; de la estación San Cristóbal (La Cabaña) de 1956 a 1992; y de la estación Chilil del período 1968 a 1991. Los datos climáticos diarios se agruparon mensualmente.

En las gráficas se incluye información de temperaturas promedio, máximas y mínimas, precipitación promedio mensual y evapotranspiración total mensual. Para elaborar las gráficas se definió a la estación de crecimiento como el período del año durante el cual las precipitaciones son superiores a la evapotranspiración.

6.4.2. Suelo y uso del suelo

Para la caracterización de los suelos a nivel regional y de la zona borreguera se obtuvieron tres mapas a partir de la interpretación de la carta edafológica de INEGI (1985), la cual está elaborada de acuerdo con el sistema de clasificación de la FAO/UNESCO (1970), modificado por el INEGI (1981). La carta original tiene una escala de 1:250,000, fue transferida a formato digital y editada en LAIGE-ECOSUR; su interpretación se basó en la consulta bibliográfica (Driessen y Dual, 1989; FAO/UNESCO, 1976; FAO, 1988; INEGI, 1981; Mera, 1989) para establecer las características más importantes de los suelos que pueden influir en la producción agropecuaria.

Las unidades cartográficas (o unidades de suelo) de la carta edafológica están constituidas por una asociación de suelos, tres como máximo. La clave del suelo dominante aparece en primer término en la etiqueta de la unidad y a continuación aparecen las claves de los suelos asociados, que ocupan al menos el 20 % de la unidad cartográfica (INEGI, 1981). Esto se debe a que en la escala 1: 250,000 no es posible delimitar cada clase de suelo por separado.

Las unidades de suelo se refieren a los grupos principales cuyas características distintivas son las más importantes; por ejemplo el desarrollo del suelo y el material que lo formó. Estas unidades se subdividen en subunidades, que abarcan aspectos menos relevantes como el color del suelo, presencia de algún elemento químico o saturación con agua.

En un nivel de análisis más específico se caracterizaron los suelos de los pastizales evaluados. Al principio de la evaluación se realizaron muestreos de suelo y se determinó textura, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible (por el método de Olsen), pH (en CaCl2), cationes básicos (Ca, Mg, K intercambiables; acetato de aluminio en pH 7) y cationes ácidos (Al e H intercambiable; por titulación). Se empleó el método de muestreo sistemático en zigzag a través de dos ejes perpendiculares, propuesto por Petersen y Calvin (1965). En cada repetición (parcela) se tomó una muestra compuesta de un kg de suelo; para ello se utilizó un muestreador cilíndrico de metal, que permitió tomar de 20 a 30 muestras individuales (Jackson, 1976) a una profundidad de entre 5 y 20 cm.

Por otra parte, a partir de la interpretación de una imagen de satélite digital LANDSAT TM (1995), editada en el LAIGE-ECOSUR, y de fotografías aéreas en blanco y negro (del año 1996), se elaboró un mapa de uso del suelo, en el cual se delimitan áreas agropecuarias y forestales, definidas éstas como patrones de uso del suelo, ya que no es posible separar individualmente cada forma de uso.

6.4.3. Planta

6.4.3.1. Producción primaria aérea neta y producción de biomasa de pastizales en pastoreo

Para el estudio de la producción primaria aérea neta (PPAN = material vivo mas el material muerto en pie) y la producción biomasa en pastoreo (PBP = material vivo mas el material muerto en pie) se utilizaron tres pastizales naturalizados permanentes, localizados en áreas de ladera dentro de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas. En cada pastizal se establecieron dos parcelas (250 m^2) permanentes de muestreo, una excluida del pastoreo de ovinos mediante maya de alambre (para evaluar PPAN), y la otra pastoreada por ovinos (para evaluar BDP), con una presión de pastoreo variable, de acuerdo al manejo tradicional de los productores.

6.4.3.1.1. Producción primaria aérea neta en exclusión

De acuerdo con `tMannetje (1978), la PPAN (crecimiento acumulado) en áreas excluidas se calculó por la suma de las diferencias de producción media de diferentes subparcelas en períodos de tiempo consecutivos, con lo que se estimó el crecimiento anual o producción anual de acuerdo con la siguiente ecuación (ver apartado de diseño de la investigación):

$$PPAN = \sum_{1}^{n} (Y_n - Y_{n-1})$$

Donde Y_n es la producción media de material vivo más el material muerto en pie muestreados en un determinado tiempo y número de cuadrantes en el n-ésimo muestreo, y Y_{n-1} es la producción obtenida en el período previo.

El efecto de la frecuencia de corte o defoliación en la PPAN se obtuvo mediante la sumatoria de la producción media de biomasa en pié de las subparcelas (mismas subparcelas) en cada evaluación (ver apartado 6.4.3.1.3 de diseño de la investigación).

6.4.3.1.2. Producción de biomasa de pastizales en pastoreo

La estimación del crecimiento o PBP se realizó por diferencia de la biomasa disponible en pié de subparcelas bajo pastoreo y excluidas (diferentes subparcelas), de la siguiente manera:

$BDP_1 = CY_2 - OY_1$ para el primer período, $PPAN_2 = CY_3 - OY_2$ para el segundo período, etc.

Donde OY_1 es la producción inicial de biomasa bajo pastoreo, OY_n es la producción en el n-ésimo muestreo; CY_2 es la producción de biomasa en subparcelas excluidas en el primer muestreo, CY_n la del n-ésimo muestreo en la misma subparcela. El crecimiento anual o producción anual se calculó con la siguiente fórmula propuesta por `t Mannetje (1978):

$$PBP = \sum_{1}^{n} (CY_n - OY_{n-1})$$

De los pastizales en condiciones de pastoreo se obtuvo muestras de forraje disponible, para determinar proteína cruda (AOAC, 1980), así como fibra detergente neutro y fibra detergente ácido (Van Soest y Wine,1967).

6.4.3.1.3. Diseño de la investigación

Por una parte, se midió la PPAN (mediante cosechas periódicas en subparcelas distintas) empleando un diseño de bloques (completos) al azar generalizados, con arreglo factorial de tratamientos (2 x 8 x 3; Steel y Torrie, 1985). Se consideraron, respectivamente, los siguientes factores y niveles: el manejo (pastoreo y exclusión), las semanas de crecimiento (6, 12, 18, 26, 31, 35, 45 y 52; cada una asociada a un momento o mes de cosecha: mayo, junio, agosto, noviembre, diciembre, febrero y abril) y el bloque o sitio de localización del

pastizal (Bloque A = Sitio Bautista Chico, Bloque B = Sitio Tres Cruces y Bloque C = Sitio Chamula; cada uno de los cuales constituyó una repetición). Las cosechas se realizaron en ocho subparcelas de 2 x 0.25 m para cada repetición y tratamiento.

Por otra parte, se evaluó el efecto de la frecuencia de corte o defoliación (6, 8, 12, 18 y 26, semanas de crecimiento), con una sola intensidad o altura de corte (dos cm por arriba del suelo) en la PPAN (cosechas periódicas en las mismas subparcelas). Se utilizó un diseño de bloques (completos) al azar generalizados con tres repeticiones. Se cosecharon ocho subparcelas de 2 x 0.25 m en cada repetición y tratamiento. Los datos se examinaron por análisis de varianza y pruebas de Tukey para comparación múltiple de medias (Steel y Torrie, 1985).

6.4.3.2. Productividad primaria aérea neta (PVPAN)

Se calculó dividiendo la PPAN de cada período de evaluación, entre su intervalo de crecimiento en días (Shrimal y Vyas, 1975).

6.4.3.3. Producción primaria aérea neta de pastizales inducidos fertilizados

Se evaluó el efecto de distintas dosis de fertilización (Cuadro 1) sobre la PPAN de pastizales en condición de exclusión. Para ello, se utilizaron dos pastizales (cada uno de ellos constituyó un bloque o repetición) y en su interior se definieron aleatoriamente tres subparcelas de 0.5 m^2. Por una parte, la cosecha

Cuadro 1. Dosis de fertilización empleadas para evaluar la producción primaria aérea neta de pastizales naturalizados de Los Altos de Chiapas.

Nutrimento	Dosis de fertilización (kg ha^{-1})			
N	0	50	75	100
P	0	20	40	60
N+P	0	50+20	50+40	50+60
N+P	0	75+20	75+40	75+60
N+P	0	100+20	100+40	100+60

n = 3 submuestreos en cada uno de los dos bloques empleados.

se realizó mensualmente en subparcelas distintas para conocer el crecimiento acumulado (septiembre-abril), desde el primer mes hasta los ocho meses de crecimiento. Así también, la biomasa acumulada en el quinto mes de cosecha se le determinó proteína cruda (AOAC,1980). Por otra parte, se evaluó la biomasa regenerada, obtenida con una frecuencia de corte mensual en la misma subparcela. El método empleado para calcular la PPAN fue el mismo que se utilizó en el apartado 6.4.3.1.1. Los bloques estuvieron localizados en sitios distintos. Uno de ellos se refiere al mismo Bloque C = Sitio Chamula (ubicado en la subzona borreguera Chamula) utilizado al evaluar la producción primaria aérea neta en exclusión (apartado 6.4.3.1.1) y, el otro, se refiere a un bloque distinto a los anteriores, localizado en el sitio Chilil, por lo que se le denominó Bloque D = Sitio Chilil (ubicado en la subzona borreguera San Cristóbal).

Para comparar los efectos de los niveles de nitrógeno y fósforo, sobre el crecimiento acumulado y regeneración de pastizales inducidos, se utilizó la suma absoluta acumulativa de las distancias de los promedios de cada momento de evaluación (septiembre-abril) como índice (a partir de las curvas de producción real), debido a que la respuesta no presentó una trayectoria simple linearizable. El nivel de significación estadística de las diferencias se determinó a partir de rutinas de aleatorización tipo Monte Carlo para generar las frecuencias esperadas de los valores del índice (Manly,1991). La prueba se basó en los datos de campo y se efectuaron 10,000 simulaciones para las evaluaciones de crecimiento acumulado y regeneración.

El efecto de los tratamientos (16 tratamientos; Cuadro 1) de fertilización en la PPAN acumulada y regenerada se examinó mediante análisis de varianza, según el modelo para un. diseño de bloques (completos) al azar generalizados, y pruebas de Tukey para comparaciones múltiples de medias (Steel y Torrie, 1985).

Con los resultados de producción primaria de los pastizales fertilizados se realizó una evaluación de balance parcial de nitrógeno, empleando la biomasa total regenerada durante los ocho meses de evaluación (septiembre-abril). El balance parcial del nitrógeno se obtuvo por diferencia entre el nitrógeno aplicado a través de las distintas dosis de fertilización y el nitrógeno obtenido en la biomasa

total regenerada en el quinto mes de evaluación. Así también, se realizaron dos análisis económicos empleando el método de presupuesto parcial propuesto por el CYMMYT (1988). Uno se ellos correspondió a la relación beneficio-costo de la biomasa total regenerada con una frecuencia mensual, y el otro, a la relación beneficio costo del crecimiento acumulado de la biomasa a los ocho meses.

6.4.3.4. Composición florística

La composición florística, de los pastizales en que se evaluó la producción primaria aérea neta en exclusión (Bloque A = Sitio Bautista Chico, Bloque B = Sitio Tres Cruces y Bloque C = Sitio Chamula; apartado 6.4.3.1.1) y de los pastizales fertilizados (Bloque C = Sitio Chamula y Bloque D = Sitio Chilil; apartado 6.4.3.3), se determinó mediante cotejo con ejemplares del herbario de ECOSUR. En ambos casos, la composición florística se obtuvo, en una sola ocasión, antes de aplicar los tratamientos. De esta evaluación se obtuvo un listado florístico por bloque o sitio estudiado. La forma de vida, el hábito de crecimiento y la importancia forrajera de las especies se identificó con base en la literatura. El nombre común (en Tzotzil) de las especies se registró de acuerdo con lo señalado por los productores y por técnicos bilingues (Tzotzil-Español) expertos en botánica del herbário de ECOSUR.

6.4.4. Animal

6.4.4.1. Dinámica de la estructura del rebaño, crecimiento de corderos y variación del peso vivo

El estudio se llevó a cabo en rebaños de productores cooperantes. Al comienzo del estudio se registró la estructura del rebaño (proporción de animales de diferente edad, sexo y estado fisiológico), y mensualmente se visitaron y entrevistaron a las pastoras para conocer los cambios debidos a nacimientos de corderos, muertes, ventas, herencias y compra. Se registró mensualmente el peso vivo de animales en crecimiento y adultos tomando en cuenta la etapa fisiológica. La metodología seguida en este trabajo es la propuesta por Wilson (1980), para el estudio de poblaciones ovinas (y de parámetros productivos) bajo manejo

tradicional. Para la organización de los datos, de la estadística descriptiva se utilizaron métodos tabulares.

6.4.4.2. Consumo de nutrimentos

El consumo de materia seca (MS) se determinó por el método del índice fecal descrito por Corbet (1963). Para ello, se colectaron heces (H) totales por medio de arneses durante cinco días de cada una de las cuatro estaciones del año, considerando 24 animales en cada estación. Se determinó la digestibilidad (D) *in vitro* de muestras de forraje cosechadas manualmente en los mismos pastizales donde los ovinos pastaron, durante los mismos cinco días de recolección de heces. Las muestras de forraje cosechadas en cada estación del año se mezclaron para conformar una muestra compuesta. La digestibilidad *in vitro* de las muestras de forraje se determinó por la técnica de Tilley y Terry (1963).

El consumo voluntario se estimó utilizando la siguiente ecuación propuesta por Corbet (1963):

$$\text{Consumo} = H \left(\frac{100}{100-D}\right)$$

Donde H es la cantidad de heces (g d^{-1}) y D es la digestibilidad *in vitro* de las muestras de forraje de los pastizales.

Se utilizaron 12 ovinos machos y 12 hembras de dos años de edad para evaluar el efecto de la estación del año sobre el consumo de materia seca. Los resultados fueron examinados estadísticamente por análisis de varianza empleando un diseño completamente al azar, tomando como covariable el peso vivo inicial de los animales. Las medias de tratamientos se compararon entre sí por la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1985).

6.4.4.3. Evaluación de las parasitosis

Para evaluar la infección parasitaria de los ovinos se realizó un muestreo

de heces en cada una de las cuatro estaciones del año. Se muestrearon cinco rebaños de productores cooperantes, pertenecientes a las comunidades de Bautista Chico, municipio de Chamula; Luquilhó, municipio de San Andrés Larrainzar; Nachig, municipio de Zinacantán; Mitzitón, municipio de San Cristóbal; y Chilil, municipio de Huixtán. Las muestras fecales se obtuvieron directamente del recto de los ovinos con bolsas de polietileno, con la finalidad de evitar que se contaminaran. Al tomarse las muestras se registró el sexo, la edad dentaria, el peso vivo y tipo de alimentación de los ovinos. El mismo día de haber obtenido las muestras, estas fueron enviadas al Laboratorio de Diagnóstico Clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNAM, envolviéndolas con material refrigerante El análisis coproparasitoscópico se realizó de acuerdo con las técnicas descritas por Borchert (1964). Para la cuantificación de huevecillos de nemátodos gastroentéricos, de tenias, y de oocistes de coccidias se empleó la técnica de flotación y de McMaster; para la determinación cualitativa de huevecillos de Fasciola hepática, la técnica de sedimentación; y para la determinación cualitativa de larvas de *Dictyocaulus filaria*, mediante cultivo larvario, por la técnica de Baermann.

La información se analizó mediante pruebas de hipótesis para diferencia entre las proporciones de dos poblaciones, con base en la distribución Z (Daniel, 1987).

6.4.5. Comercialización de la producción ovina

Mediante entrevistas semiestructuradas y observaciones de campo se obtuvo información acerca de la importancia socioeconómica de la ovinocultura en las unidades familiares de acuerdo con el estrato a que pertenecen.

Se analizaron las variables que determinan la toma de decisiones de los productores para la venta de animales, lana y artesanías de textiles de lana. Para ello, se identificaron y clasificaron los agentes de distribución (intermediarios), así como los centros de consumo local y regional, y los agentes de transformación (barbacoyeros). A los diferentes agentes que intervienen en la producción,

distribución y transformación se les entrevistó para conocer los mecanismos de fijación de precios, los canales de comercialización y los márgenes de ganancia.

Los criterios para definir el marco de muestreo y el tamaño de la muestra, fueron los mismos que se utilizaron en el estudio socioeconómico de las unidades de producción borregueras. Y la sistematización de la información se realizó mediante métodos tabulares y gráficos de la estadística descriptiva.

6.4.6. Manejo del sistema de producción ovina

Mediante observaciones de campo, entrevistas semiestructuradas y talleres participativos, se recabó información del proceso de trabajo o manejo que las pastoras practican en el sistema de producción ovina. Se incluye aquí información sobre los patrones de uso de los pastizales y su relación con los sistemas agrícolas y forestales respecto a la dinámica de uso de la tierra.

El procedimiento para definir el marco de muestreo, el tamaño de la muestra y la sistematización de la información, el mismo que se utilizó en el estudio de comercialización de la producción ovina.

6.4.7. Síntesis del sistema de producción ovina

Con base en la información presentada en los capítulos de conceptualización del sistema, revisión de literatura, resultados y discusión, así como de información estadística, opinión de los productores, y experiencias propias, se obtuvieron y se analizaron las tendencias históricas de algunos procesos relevantes que afectan al sistema de producción ovina. Así también, mediante análisis de correlación no lineal de Spearman (Zar, 1984), se definieron las relaciones causa-efecto (directas) o correlativas (indirectas) de algunas variables históricas, así como de variables biológicas y ambientales evaluadas en un ciclo anual. Para la interpretación correcta de los cuadros (26 y 27) que muestran las correlaciones entre variables, estos deben leerse siempre de columna a renglón, y no de renglón a columna. Es decir, el hecho de que aparezca la denominación de cada variable en los renglones, es únicamente

para reconocer la intersección entre la variable que se elige en la columna con todas y cada una de las variable de los renglones.

A través de este procedimiento, se reconoce y se analiza el grado de influencia de una variable sobre otra, se identifican los problemas relevantes generadores de otros desequilibrios, y se discuten las estrategias o respuestas de los productores ante tal situación. Finalmente, se hace un balance cualitativo de la situación actual del sistema de producción ovina a través de algunos indicadores de sostenibilidad.

6.4.8. Alternativas y escenarios

Se sistematiza la información de las necesidades sentidas (aquellas necesidades que son señaladas reiteradamente por los sujetos de las propuestas tecnológicas) de las pastoras y los productores, recabada mediante entrevistas y talleres participativos en diversas comunidades de Los Altos de Chiapas durante las fases de diagnóstico cualitativo, diagnóstico cuantitativo y desarrollo tecnológico del proyecto Alternativas para el Desarrollo de Sistemas Agrosilvopastoriles (ADESA) de ECOSUR. Ello constituyó el punto de partida para integrar un listado de necesidades sentidas, así como para elaborar una matriz de doble entrada utilizada como filtro para seleccionar aquellas con mayor viabilidad en función de los siguientes criterios: 1) disponibilidad de la alternativa para ser implementada a corto, mediano o largo plazos; 2) enfoque tecnológico de alto o bajo uso de insumos externos; 3) compatibilidad alta o baja con otros sistemas; 4) viabilidad económica y; 5) nivel social al que se orienta la adopción requerida (unidad familiar o grupo de pastoras). De esta forma se seleccionaron las alternativas viables, de las cuales solo algunas han sido evaluadas por el proyecto ADESA en parcelas y rebaños de productores. Con la finalidad de evaluar el impacto de dichas alternativas se sistematizó la opinión vertida por las pastoras y productores en cada momento de evaluación. Además, se realizaron tres talleres participativos con distintos agentes del desarrollo; uno de estos talleres se realizó con un grupo de 25 pastoras de la comunidad de Las Ollas, del municipio de San Juan Chamula, con quienes se ha trabajado durante 3 años tratando de conocer

la pertinencia de nuestras propuestas. Otro de los talleres se llevó a cabo con un grupo de 20 técnicos extensionistas pertenecientes a la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR); Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) del Gobierno del Estrado de Chiapas; y Secretaría de Atención a los Pueblos Indígenas (SEAPI), que atienden al sector rural. En este mismo sentido, se realizó un taller de análisis y reflexión crítica con los investigadores y técnicos que han participado en alguna de las fases del proyecto ADESA. Finalmente, se analizan los posibles escenarios a que podría conducir el cambio técnico con la adecuación de algunas alternativas por parte de las unidades de producción borregueras de la región.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. La zona borreguera de la región de Los Altos de Chiapas

Dentro de la región de Los Altos de Chiapas, el sistema de producción ovina tiene una distribución espacial definida, y el área geográfica que abarca se le ha denominado zona borreguera. En la Figura 4 se presenta la delimitación geográfica de la zona borreguera. Se observa que la mayor parte del área de los municipios de San Juan Chamula y San Cristóbal están dentro de dicha zona, e integran cerca del 60 % de la misma. El 40 % del área restante la conforman parte del territorio de los municipios de Teopisca, Zinacantán, Huixtán, Larrainzar y Chenalhó. Dentro de la zona borreguera, el municipio de Chamula sobresale por su elevado número de comunidades, unidades de producción familiar, unidades de producción borreguera y por albergar una población ovina extremadamente alta (Cuadro 2), debido a la importancia sociocultural que la ovinocultura tiene para los indígenas chamulas. En los otros seis municipios que integran la zona borreguera, la ovinocultura también constituye una actividad económica importante de acuerdo a la población oviva, muy superior a la de los municipios que no se consideraron para formar parte de dicha zona. Un aspecto que sobresale es el hecho de que en la estimación realizada, el municipio de Chenalhó rebasa al municipio de Chamula en cuanto a número de ovinos por hectárea, lo cual obedece a que buena parte de la población de chamulas expulsados por motivos religiosos, se va a radicar al municipio de Chenalhó, en las colindancias con el municipio de Chamula. En consecuencia, esa población de chamulas expulsada, aunada a la población originaria del municipio de Chenalhó, han rebasado los límites de la zona borreguera dentro de este municipio. Ello ocasionó que la estimación del número de ovinos por hectárea en Chenalhó resultara mayor, puesto que no se consideró el área que, estando fuera de la zona borreguera de este municipio, está siendo utilizada para la producción ovina. Otro aspecto importante es que el municipio de Huixtán sobresale, además, por su mayor población de bovinos y suinos, que llegan a rebasar a la población ovina. En cuanto a población de équidos, los municipios de Teopisca, Larrainzar y

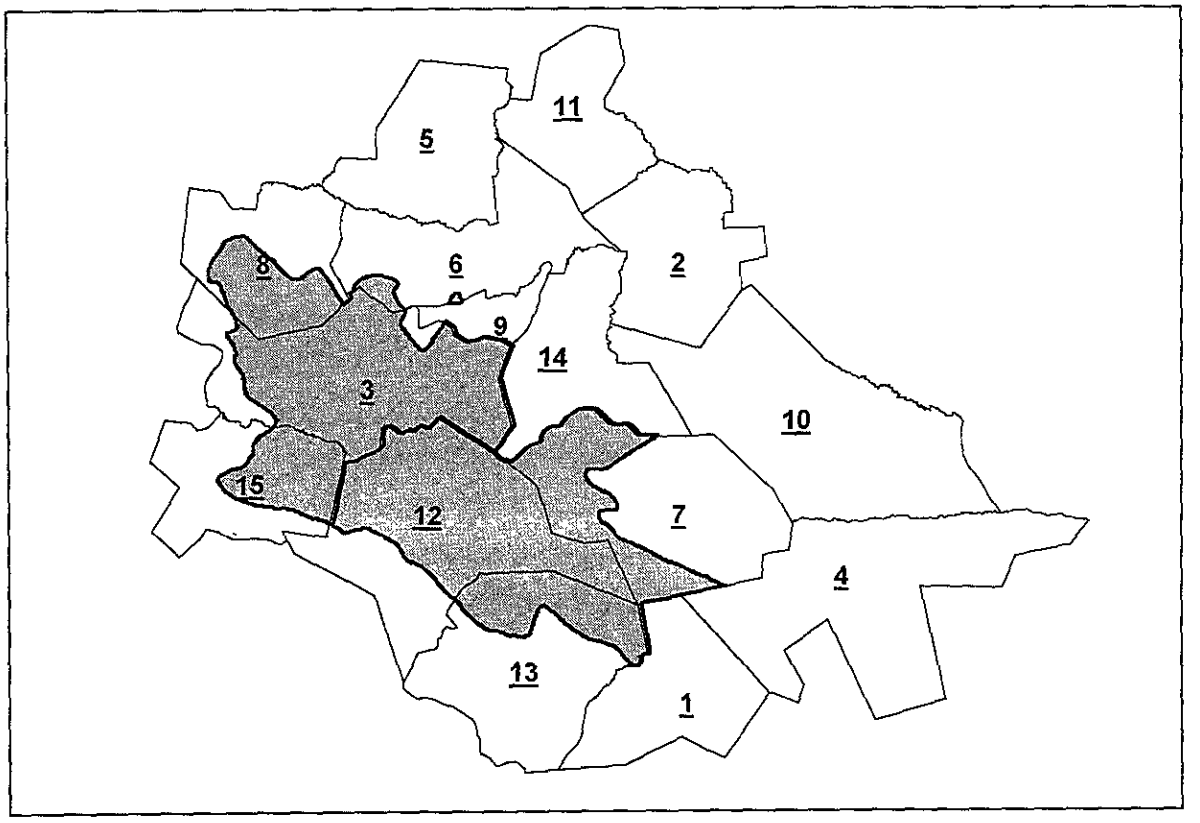


Figura 4. Delimitación de la zona borreguera de la región de Los Altos de Chiapas.
Fuente: A partir de la carta geográfica del Gobierno del Estado de Chiapas. 1994.

Zona borreguera

Municipios

1. Amatenango del valle
2. Cancuc
3. Chamula
4. Chanal
5. Chalchihuitán
6. Chenalhó
7. Huixtán
8. Larrainzar
9. Mitontic
10. Oxchuc
11. Pantelhó
12. San Cristóbal
13. Teopisca
14. Tenejapa
15. Zinacantán

Cuadro 2. Indicadores que caracterizan a los municipios de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Municipio	Zona borreguera (ha)[1]	Area de cada municipio dentro de la zona borreguera (%)[1]	Area que ocupa cada municipio en la extensión total de la zona borreguera (%)[2]	No. de comunidades[3]	No. de unidades de producción[3]	No. de unidades de producción borregueras[4]	Población ovina (cabezas)[5]	No. ovinos por ha[6]
Chamula	27 478.12	93.2	29.8	91	9 321	4 973	54 708	1.99
San Cristóbal	27 044.60	78.1	29.4	54	2 896	695	7 644	0.28
Teopisca	9 259.92	28.8	10.1	21	829	601	6 613	0.71
Zinacantán	7 847.29	43.4	8.5	16	3 107	445	4 899	0.62
Huixtán	11 956.11	36.8	13.0	17	1 170	383	4 213	0.35
Larrainzar	7 479.03	41.1	8.1	32	1 573	378	4 160	0.55
Chenalhó	901.00	4.1	.97	5	520	377	4 148	4.60
Total	91 966.07	-	99.87	236	19416	7852	86 385	-

Fuente:

1. A partir de los límites municipales obtenidos de la carta geográfica del Gobierno del Estado de Chiapas, 1994. Las superficies fueron estimadas con base en información transferida a formato digital en el Laboratorio de Información Geográfica de ECOSUR.
2. Estimada apartir de la extensión que ocupa cada municipio dentro de la extensión total de la zona borreguera.
3. INEGI (1994). XI Censo General de Población y Vivienda. Chiapas, 1991. La información fue transferida a formato digital en el Laboratorio de Información Geográfica de ECOSUR.
4. Estimada suponiendo que todas las unidades de producción borregueras de cada municipio se encuentran dentro de la zona borreguera, y considerando que cada rebaño cuenta con 11 ovinos (Nahed y Parra 1984).
5. INEGI (1994). VII Censo Agrícola-Ganadero. Chiapas, 1991.
6. Estimada apartir de la población ovina y su relación con la superficie territorial de cada municipio dentro de la zona borreguera.

Chenalhó son los más sobresalientes (Cuadro 3).

Cuadro 3. Población animal por municipio en la región de Los Altos de Chiapas.

Municipios borregueros	**Ovinos**	**Bovinos**	**Equidos**	**Suinos**
Chamula	54 708	939	717	1 726
San Cristóbal	7 644	2 741	1 254	2 460
Teopisca	6 613	3 281	2 096	2 267
Zinacantán	4 889	874	1 091	1 293
Huixtán	4 213	6 218	838	4 920
Larraínzar	4 160	868	2 351	1 625
Chenalhó	4 148	1 751	2 133	1 360
Municipios no borregueros				
Pantelhó	-	3 289	1 435	1 569
Chanal	1 964	1 969	1 329	2 076
Tenejapa	29	1 749	430	718
Amatenango del Valle	410	1 664	985	1 379
Chalchihuitán	-	957	781	3 046
Oxchuc	13	435	210	433
Mitontic	12	269	100	497
Cancuc	-	515	787	1470
Total	88 803	27 519	16 537	26 839

Fuente: INEGI (1994). VII Censo Agrícola-Ganadero. Chiapas, 1991.

Dentro del grupo de municipios que no se incluyeron en la zona borreguera, una parte del territorio de Amatenango, Tenejapa, Mitontic y Chanal, cuenta con un clima propicio para la producción ovina. Sin embargo, debido a que no cumplen con los otros criterios establecidos inicialmente, no se incluyeron dentro de dicha zona. Los municipios de Chalchihuitán, Oxchuc, Pantelhó y Cancuc tienen un clima poco favorable para el desarrollo de la ovinocultura, lo cual se valida por el bajo número de ovinos que existe en ellos.

De acuerdo con el VII Censo Agrícola y Ganadero (INEGI, 1994), en los ocho municipios que no se incluyeron dentro de la zona borreguera, la cría de bovinos, équidos y suinos tiene mayor importancia económica, puesto que la población de dichas especies en cada uno de ellos es mayor que la población ovina. Entre ellos sobresalen los municipios de Pantelhó y Chalchiuitán por su población bovina y de cerdos respectivamente (Cuadro 3).

7.2. Socioeconomía de las unidades de producción

Las unidades de producción familiar constituyen la base de la sociedad Tzotzil. Aunque estas unidades funcionan independientes unas de otras, el núcleo que las asocia para la toma de decisiones en relación con el uso de los recursos, la definición de estrategias económicas, la cooperación en el trabajo y la celebración de eventos socioculturales, es la familia extensa o grupo parental. A pesar de su relativa especialización, la característica esencial de las unidades de producción continúa siendo el uso integral y diversificado de sus recursos. Un ejemplo de ello lo constituyen las unidades de producción borregueras, cuyas características en cuanto a disponibilidad de recursos y actividades económicas se presentan en los Cuadros 4 y 5.

Estos resultados muestran la existencia de características comunes y distintivas entre unidades de producción borregueras en función de sus recursos y estrategias económicas. Las características comunes de estas unidades son el minifundismo (1.4 a 3.5 ha), en cuyas tierras se cultiva milpa, se obtiene leña y se crían animales; la pequeña escala de la producción (destinada principalmente al autoconsumo); la importancia del trabajo humano como fuente de energía en los procesos productivos; el predominio de los elementos de una tecnología agrícola tradicional; y el uso generalizado de mano de obra familiar, incluyendo la participación de mujeres y niños. Sin embargo, algunas características muestran diferencias importantes entre las unidades productivas de las comunidades estudiadas, las cuales obedecen por una parte, a la variación en el número de ovinos (de 2 a 50), bovinos (de 0 a 7), cerdos (de 0 a 5) y hectáreas de tierra total (de 0.03 a 13.5 ha); y por otra parte, al hecho de que en las unidades de producción los productores cultiven o no hortalizas (22.5 %), extraigan madera (38.8 %), elaboren textiles (46.3 %), vendan fibra de lana (52.5 %), se dediquen al comercio (8.8 %), sean transportistas o camioneros (6.3 %), vendan fuerza de trabajo (26.3 %) o contraten peones (26.3%). A partir de esta información y la vertida de manera particular en los Cuadros 4 y 5 para cada una de las comunidades estudiadas, se realizó una agrupación de las mismas en el espacio geográfico en función de su orientación productiva. De esta forma se definieron

Cuadro 4. Disponibilidad de recursos de mayor importancia de unidades de producción (U de P) borregueras, localizadas en ocho comunidades de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Comunidad	Municipio	Promedio del número de ovinos en la U de P	Número de U de P que tienen bovinos	Número de U de P que tienen cerdos	Promedio de la extensión del área de pastizal de la U de P, ha	Promedio de la extensión del área de cultivo de la U de P, ha	Promedio de la extensión del área de bosque de la U de P, ha	Promedio de la extensión de tierra total de la U de P, ha
SUBZONA CHAMULA								
Laguna Petej	Chamula	12.2	1 (1-3 cab)	0	0.78	1 25	1 53	3 55
Nichen	Chamula	5.8	0	0	0.13	0.74	0 60	1 46
Luquilhó	Larrainzar	11.2	0	4 (1-4 cab)	0	1.25	0.38	1.62
B. Domínguez	Chenalhó	18.4	0	0	1.4	1.93	1.08	4.4
Nachig	Zinacantán	7.8	0	3 (2 cab)	0.30	1.50	1.61	3.4
SUBZONA SAN CRISTOBAL								
Mitzitón	San Cristóbal	17.0	2 (3-6 cab)	7 (1-4 cab)	1.65	1.23	0.40	3.28
Chilil	Huixtán	16.6	9 (2-7 cab)	9 (1-5 cab)	0.55	1.79	1.15	3.49
Balhuitz	Teopisca	17.5	4 (2-7 cab)	0	0.2	1.30	1.25	2.75

n=10 unidades de producción borregueras por comunidad.

Cuadro 5. Actividades económicas de mayor importancia de unidades de producción (U de P) borregueras, localizadas en ocho comunidades de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Comunidad	Municipio	Número de U de P con milpa	Número de U de P que cultivan hortalizas	Número de U de P que extraen leña	Número de U de P que extraen madera	Número de U de P que elaboran textiles	Número de U de P que venden lana	Número de U de P que son comerciantes	Número de U de P en las que algún miembro es camionero	Venta de fuerza de trabajo	Uso de mano de obra familiar	Número de U de P que contratan peones
SUBZONA CHAMULA												
Laguna Petej	Chamula	5	4	9	3	7	3	2	0	2	10	1
Nichen	Chamula	9	1	10	0	9	3	1	0	5	10	0
Luquilhó	Larrainzar	10	2	9	2	5	7	0	0	5	10	0
B. Domínguez	Chenalhó	7	3	10	4	9	1	3	0	0	10	3
Nachig	Zinacantán	8	0	10	7	3	7	1	1	1	10	5
SUBZONA SAN CRISTOBAL												
Mitzitón	San Cristóbal	6	5	10	4	2	8	0	2	2	10	5
Chilil	Huixtán	8	2	10	4	1	10	0	0	4	10	4
Balhuitz	Teopisca	9	1	10	7	4	6	0	2	2	10	3

n=10 unidades de producción borregueras por comunidad.

dos subzonas borregueras: la subzona Chamula y la subzona San Cristóbal (Figura 5).

La subzona Chamula (y las comunidades estudiadas) quedó integrada por los municipios de San Juan Chamula (Nichen y Laguna Petej), Larrainzar (Luquilho), Chenalhó (Belisario Domínguez) y Zinacantán (Nachig); y la subzona San Cristóbal (y las comunidades estudiadas) por los municipios de San Cristóbal (Mitziton), Huixtán (Chilil) y Teopisca (Balhuitz).

Con base en esta agrupación de comunidades, es posible observar que la mayoría de las unidades de producción de la subzona Chamula, muestran la tendencia a mantener rebaños pequeños de ovinos, con excepción de la comunidad de Belisario Domínguez, no tener bovinos ni cerdos, elaborar textiles, no vender lana, no contratar peones, y no extraer madera, por lo que la producción se destina principalmente al autoconsumo. En contraste, la mayoría de las unidades de producción de la subzona San Cristóbal, muestran la tendencia a mantener rebaños medianos de ovinos, producir bovinos y cerdos, no elaborar textiles exclusivamente con fibra de lana (cuya implicación cultural se refleja en los atuendos tradicionales elaborados con lana y/o combinada con telas de algodón, estambres e hilazas industriales); vender lana, contratar peones, y extraer madera, por lo que la producción en este caso tiene una orientación importante hacia el mercado, además del autoconsumo (Cuadros 4 y 5).

El minifundismo, común denominador de todas las unidades de producción genera presiones económicas familiares, ya que los hijos no siempre tienen acceso a la tierrra y cuando lo tienen muchas veces carece de valor debido a su reducido tamaño. En consecuencia, las unidades definen sus propias estrategias económicas (Cuadro 5) en función del peso relativo de las diversas fuentes de ingreso y de dinámicas de producción particulares, que las conduce a una diferenciación socioeconómica, y determina la importancia de la ovinocultura dentro ellas. Las variables usadas para la clasificación y la caracterización de las unidades de producción borregueras no influyen en forma decisiva en la dinámica de manejo de la producción ovina entre estratos socioeconómicos; sin embargo, existe la posibilidad de introducir mejoras al sistema de producción en función de

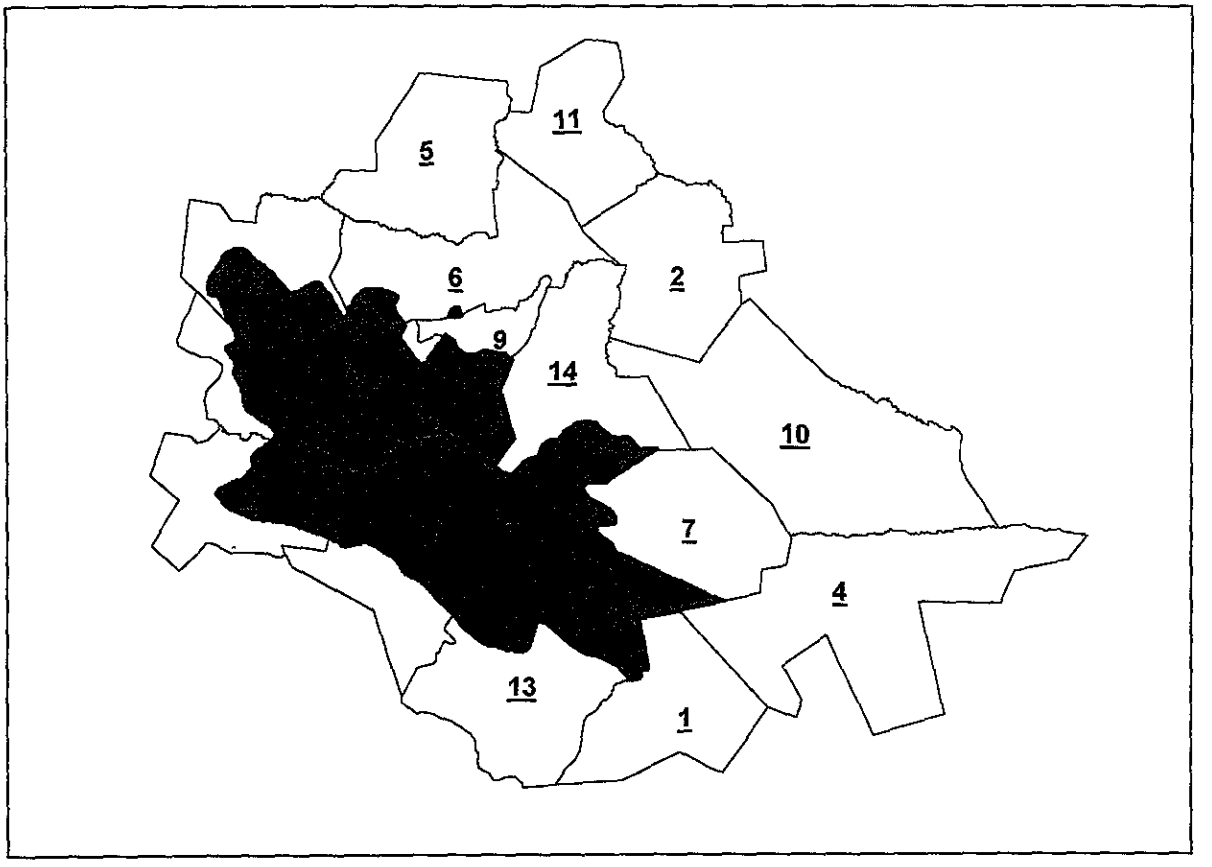


Figura 5. Delimitación de las subzonas borregueras de la región de Los Altos de Chiapas.
Fuente: A partir de la carta geográfica del Gobierno del Estado de Chiapas, 1994.

Subzonas borregueras:
A = subzona Chamula
B = subzona SanCristóbal

Municipios:

1. Amatenango del valle
2. Cancuc
3. Chamula
4. Chanal
5. Chalchihuitán
6. Chenalhó
7. Huixtán
8. Larrainzar
9. Mitontic
10. Oxchuc
11. Pantelhó
12. San Cristóbal
13. Teopisca
14. Tenejapa
15. Zinacantán

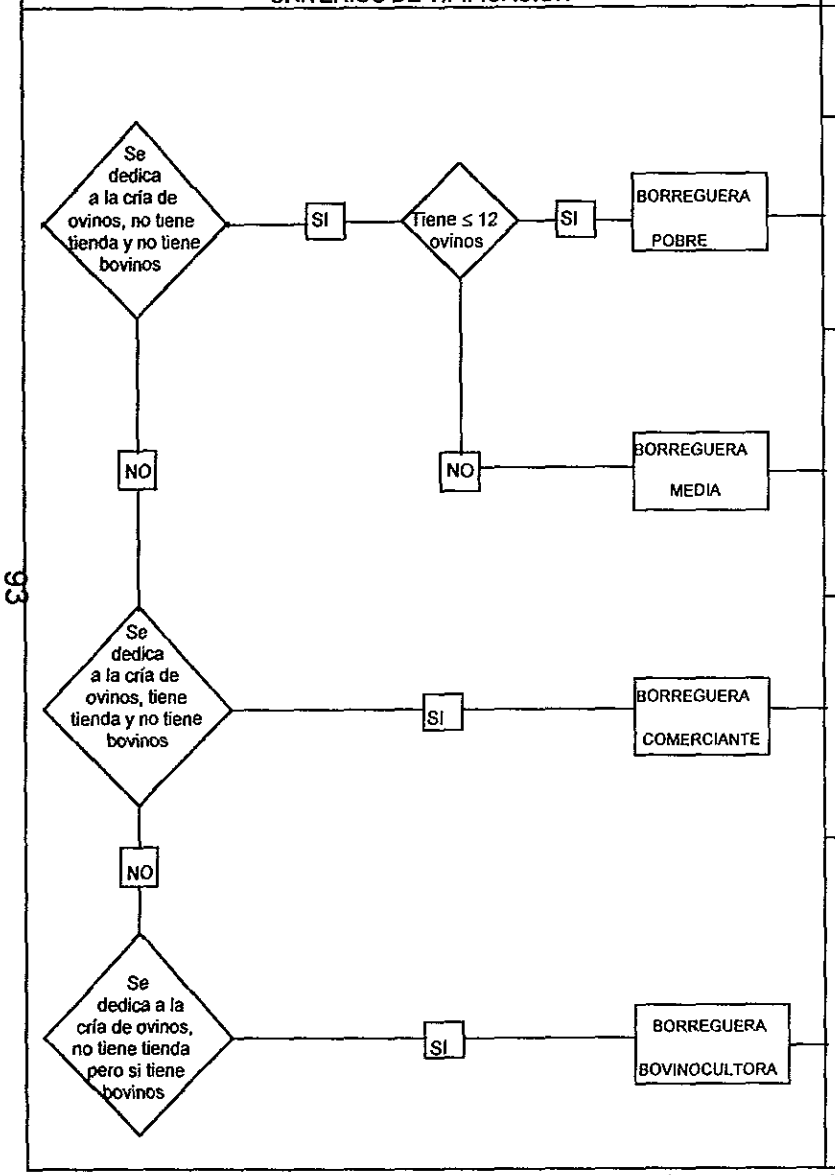
la disponibilidad de recursos, estrategias económicas, organización y racionalidad particular de cada estrato socioeconómico (Bunch, 1982; Dufumier, 1993).

La tipificación de las unidades de producción borregueras realizada mediante árboles de decisión y la caracterización de las mismas se presentan en el Cuadro 6. El análisis bivariado de indicadores socioeconómicos (borregos, tienda y bovinos) previamente definido a través de árboles de decisión permitió conocer el grado de asociación (con base en el modelo estadistico de X^2 de máxima verosimilitud) de cada estrato socioeconómico definido, con la variable independiente (borregos, tienda y bovinos) que la tipifica (Zar, 1984); y el coeficiente de contingencia Phi (ϕ) de datos categóricos permitió verificar en forma consistente el grado de asociación previamente establecido con la prueba de bondad de ajuste de X^2 (Cuadro 7). Lo anterior significa que las variables críticas seleccionadas para agrupar los tipos de unidades de producción borregueras mediante árboles de decisión, son predictoras importantes del estrato de unidades borregueras que clasifican ya que están fuertemente asociadas a ellas ($P<0.001$) y permiten validar su diferenciación.

De las tres variables criticas, la variable número de bovinos (2-7) estuvo mayormente asociada al estrato de unidades borreguera bovinocultora que agrupa, lo cual permitió diferenciarlas de las otras unidades que no contaban con bovinos. En seguida, la variable número de ovinos permitió diferenciar significativamente a las unidades con menos de 13 ovinos = borreguera pobre, y las que tenían entre 13 y 50 ovinos = borreguera media. Finalmente, las unidades de producción que contaban con una tienda, se asociaron suficientemente fuerte al estrato de unidades de producción borregueras comerciantes.

Es importante resaltar que todas la unidades de producción venden ovinos en casos de necesidad de recursos económicos. Las unidades tipificadas como borregueras pobres y medias difieren ($P<0.05$) entre sí, y con los otros estratos, en el número promedio de ovinos que poseen (Cuadro 6). Los borregueros pobres desarrollan una ovinocultura incipiente, en tanto que los borregueros medios practican una ovinocultura a una escala mayor. Estos dos tipos de unidades de

Cuadro 6. Arbol de decisión empleado para tipificar y caracterizar a unidades de producción (U de P) de ovinos en la zona borreguera Los Altos de Chiapas.



CRITERIOS DE CARACTERIZACION								
No. DE U de P	No. PROMEDIO DE OVINOS POR U de P	No. PROMEDIO DE BOVINOS POR U de P	No. U de P QUE TIENEN TIENDA	U de P CON HORTALIZAS (%)	U de P QUE ELABORAN TEXTILES (%)	U de P QUE VENDEN LANA (%)	U de P QUE EXTRAEN MADERA (%)	PROME DE TIE TOT POR U (ha)
40	6.9[a]	0	0	15 0[a]	55.0[ab]	50 0[a]	30.0[a]	0.87
17	23.2[b]	0	0	17.6[ab]	47 0[ab]	52 9[a]	35.3[ab]	1.3[a]
7	13,6[ab]	0	7	42,9[b]	71,4[b]	28,6[a]	57,1[ab]	3,1[c]
16	18,8[b]	3,9	0	37,5[b]	12,5[a]	68,8[a]	56,3[b]	2,8[b]

a,b,c Valores con diferente literal en la misma columna, son diferentes (P<0.05).

Cuadro 7. Resultados obtenidos del análisis de la clasificación de unidades de producción borregueras en Los Altos de Chiapas.

Variables	n	X^2_{LR}	GL	CC
Número de vacas	16	80.06**	3	0.71
Tenencia de tienda	7	47.47**	3	0.71
Número de ovinos	80	73.03**	3	0.64

LR = Ji cuadrada de máxima verosimilitud
CC = Coeficiente de contingencia
** = P<0.001

producción están asociadas en forma importante con la elaboración de artesanías y venta de lana, estrategia que algunas de ellas complementan con el cultivo de hortalizas y la extracción de madera. De estas unidades, las más pobres destinan su producción básicamente al autoconsumo familiar; en tanto que las borregueras medias satisfacen necesidades de autoconsumo y, además, venden algunos productos derivados del sistema textil. Por otra parte, las unidades de producción borregueras-comerciantes basan su estrategia económica en la venta de abarrotes en pequeñas tiendas, cultivo de hortalizas, elaboración de textiles y extracción de madera en una escala mayor (P<0.05) o relativamente mayor (P>0.05) en relación con los otros tipos de unidades, lo cual, además de satisfacer necesidades de autoconsumo, genera excedentes para la venta, por lo que su nivel socioeconómico es mayor que el de las unidades borregueras pobres y medias. Así también, de los cuatro tipos de unidades de producción identificadas, las unidades borregueras comerciantes son las que cuentan con mayor (P0<0.05) cantidad de tierra total (Cuadro 6), seguidas de las borregueras bovinocultoras y de las borregueras medias y pobres. Aunque minifundistas también, las unidades de producción borreguerras-bovinocultoras se diferencian de las unidades borregueras pobres, medias y comerciantes por practicar la ganadería bovina, por la mayor (P<0.05) o relativamente mayor (P>0.05) importancia que le dan a la venta de fibra de lana –en lugar de emplearla para elaborar artesanias-, la extracción de madera, el cultivo de hortalizas, así como por desarrollar a una

escala relativamente mayor o menor la producción ovina (Cuadro 6); esto sugiere que las unidades borregueras-bovinocultoras, además de cubrir sus necesidades de autoconsumo orientan su producción a la venta, por lo que tienen el nivel socioeconómico más alto de las unidades productoras de ovinos; dado su más diversificado ingreso destinan menor tiempo a la actividad artesanal de textiles.

Esta diferenciación de las unidades de producción borregueras es un ejemplo de la polarización socioeconómica que en forma generalizada está ocurriendo en la región de estudio. Sin embargo, independientemente de dicha diferenciación, el acelerado crecimiento de la población humana, el agotamiento de la frontera agrícola y las desfavorables relaciones mercantiles que los tzotziles establecen con el exterior, son factores que conllevan a una mayor presión por el uso de los recursos naturales, por lo que de continuar estas tendencias, se puede anticipar que en un plazo no muy largo se agravará aún más la actual etapa de crisis, ya de por sí severa de manejo de los recursos.

La importancia práctica de haber tipificado a las unidades de producción en el espacio geográfico de dos subzonas borregueras ha permitido estratificar las circunstancias de los agricultores, con el propósito de priorizar y planificar las investigaciones, así como proponer, generar o adaptar tecnologías de producción agrosilvopastoriles apropiadas a cada circunstancia. De acuerdo con Laird (1991), esta forma de hacer investigación resuelve el problema de la imposibilidad de generar tecnologías específicas para cada productor o para cada parcela en cada finca, en tanto que posibilita generarlas para grupos de agricultores con circunstancias parecidas. El análisis cartográfico de áreas homogéneas, en cuanto al funcionamiento del sistema bajo estudio, tales como clima, tipo de suelo, pasturas, animales, estructura de la producción y sus interacciones, entre otros aspectos, permite seleccionar sitios representativos en los que se debe realizar la investigación; obtenidos así, los resultados tienen la posibilidad de extrapolarse al área que representan después de que las propuestas hayan sido validadas (Bello, 1971; Laird, 1991; Dufumier, 1993).

7.3. Estructura y función del sistema de producción ovina

7.3.1. Clima

En la Figura 6 se presenta el mapa de temperaturas medias anuales y en la Figura 7 el de precipitación pluvial total anual de la región de Los Altos de Chiapas. Se observa que la zona borreguera, delimitada por el intervalo de temperaturas medias anuales de14 a 18 °C, exhibe una precipitación de 1500 a 2000 mm en la mayor parte de su extensión y solo una mínima parte presenta 1200 a 1500 mm. De acuerdo con el NRC (1981), el impacto del ambiente térmico, descrito en términos de temperatura ambiente efectiva, considera principalmente la temperatura y la humedad ambiental, y tienen un efecto primario en la reducción o en el aumento de la tasa de evaporación de plantas y animales. De acuerdo con la información reportada por Johnson y Hahn (1982) y Young *et al.* (1989), entre las características de la zona borreguera bajo estudio está una temperatura ambiente efectiva muy favorable para la producción de ovinos, según las características de los animales existentes en la región, así como para la producción de vegetales adaptados a climas templados (Evans, 1980).

La temperatura y la precipitación no son constantes a lo largo del año, como se puede apreciar en las Figuras 8, 9 y 10, en las que se presenta el régimen térmico y de humedad de tres estaciones meteorológicas localizadas dentro de la zona borreguera. Sus variaciones tienen un efecto directo e indirecto, y favorable o desfavorable en el sistema de producción ovina. El efecto es directo cuando el ambiente en que se encuentran los animales afecta el estado de confort de los mismos, esto es, cuando la temperatura mínima es menor de 5 °C y superior a 24 °C (Johnson y Hahn, 1982), por lo que recurren a mecanismos físicos (como evaporación, transpiración, convección) y fisiológicos (como ascenso y descenso de la tasa metabólica, disminución del consumo, termorregulación) para compensarlo, influenciando directamente su desempeño productivo (Webster, 1983; Young *et al.*, 1989); y es indirecto cuando se afectan las funciones vitales de las plantas, tales como respiración, transpiración y

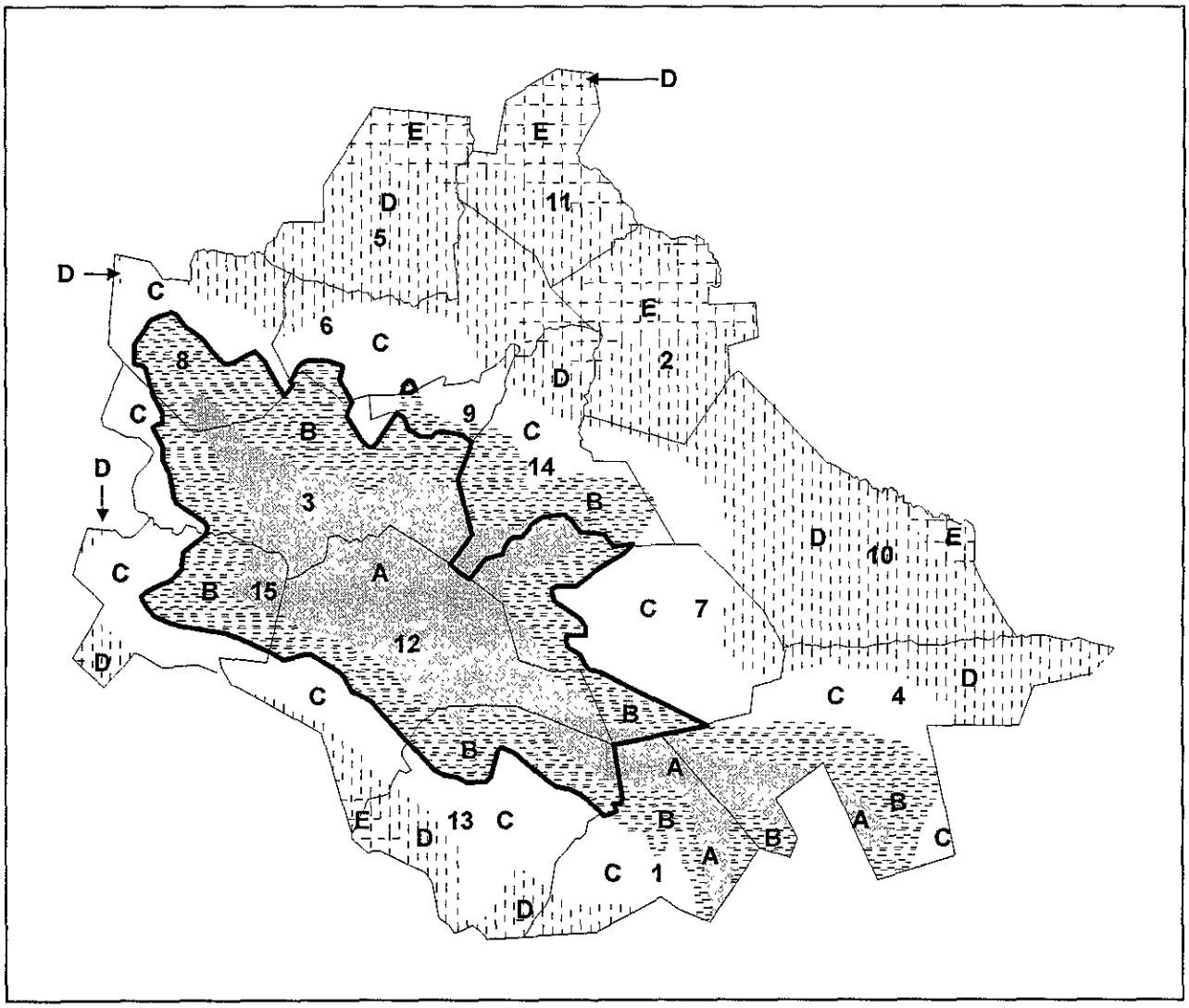


Figura 6. Temperaturas medias anuales en la región de Los Altos de Chiapas.
Fuente: CETENAL e Instituto de Geografía de la UNAM, 1970.

Temperaturas:
A. 14 a 16 °C
B. 16 a 18 °C
C. 18 a 20 °C
D. 20 a 22 °C
E. 22 a 24 °C

Municipios:
1. Amatenango del valle
2. Cancuc
3. Chamula
4. Chanal
5. Chalchihuitán
6. Chenalhó
7. Huixtán
8. Larrainzar
9. Mitontic
10. Oxchuc
11. Pantelhó
12. San Cristóbal
13. Teopisca
14. Tenejapa
15. Zinacantán

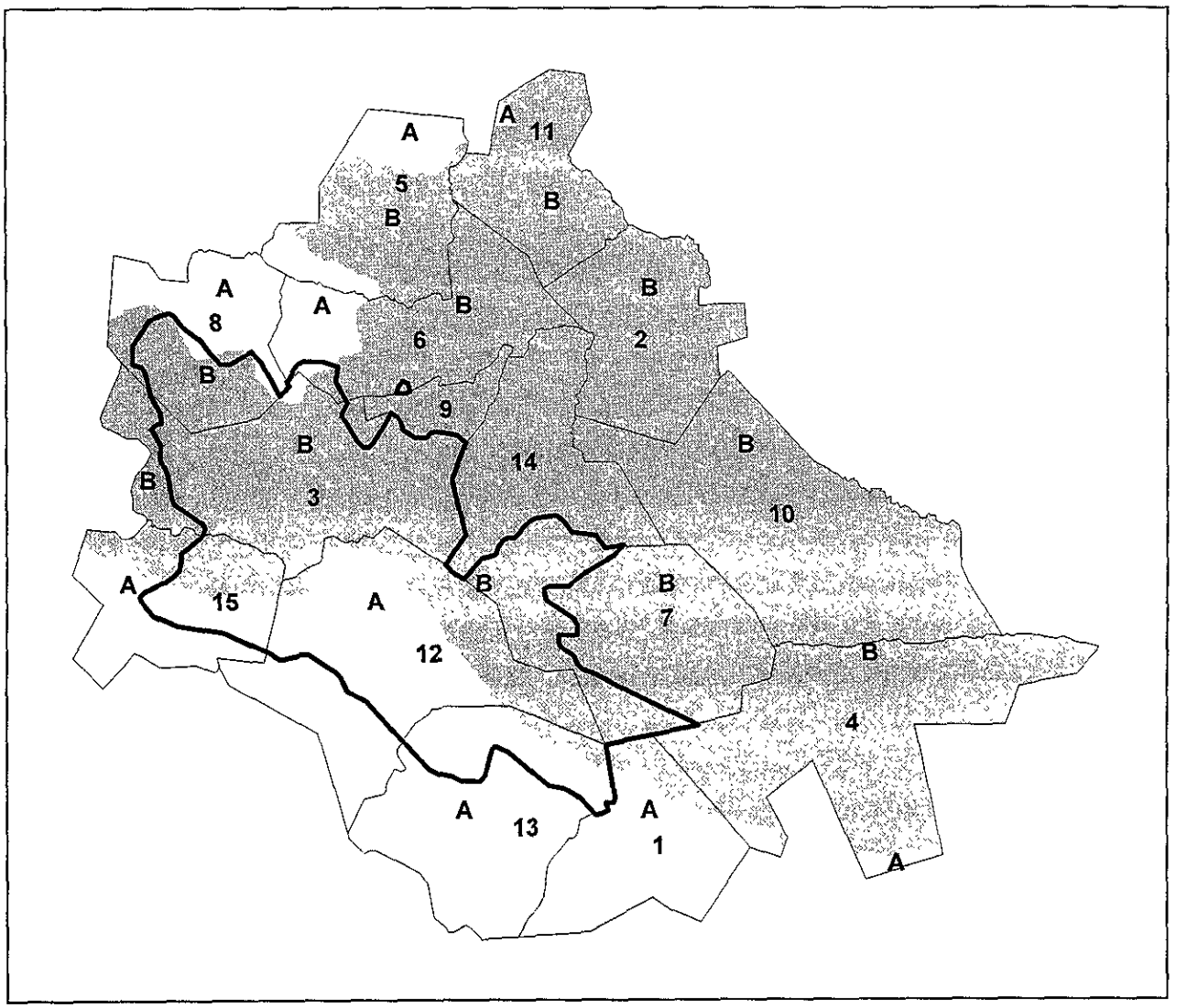


Figura 7. Precipitación pluvial total anual de la región de Los Altos de Chiapas.
Fuente: CETENAL e Instituto de Geografía de la UNAM, 1970.

Precipitación total:
A. 1,200 - 1,500 mm
B. 1,500 - 2,000 mm

Municipios:

1. Amatenango del valle
2. Cancuc
3. Chamula
4. Chanal
5. Chalchihuitán
6. Chenalhó
7. Huixtán
8. Larrainzar
9. Mitontic
10. Oxchuc
11. Pantelhó
12. San Cristóbal
13. Teopisca
14. Tenejapa
15. Zinacantán

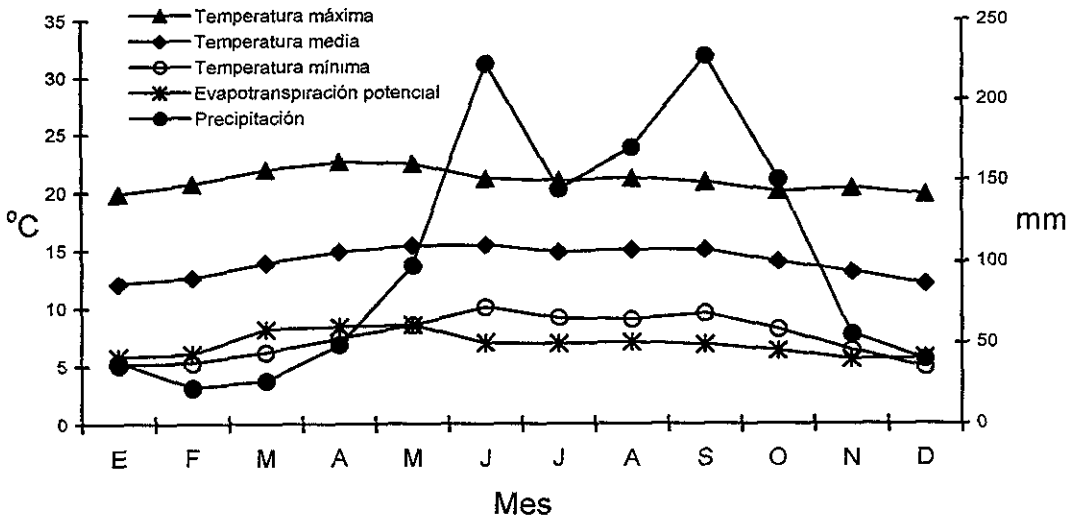


Figura 8. Régimen térmico y de humedad en la estación Chamula de la Región de Los Altos de Chiapas.
Fuente: Elaborada con datos de Díaz *et al.* (1993).

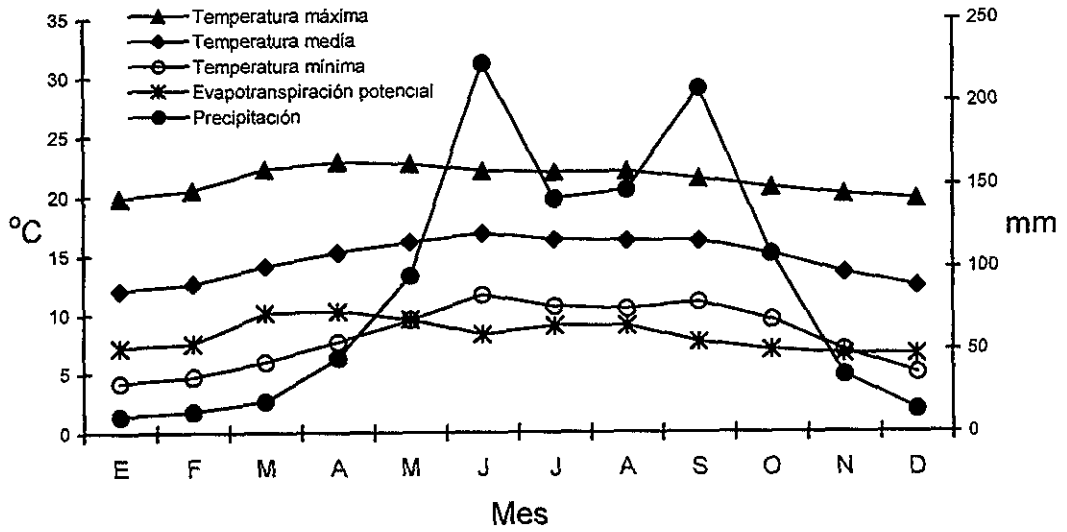


Figura 9. Régimen térmico y de humedad en la estación San Cristóbal de la Región de Los Altos de Chiapas.
Fuente: Elaborada con datos de Díaz *et al.* (1993).

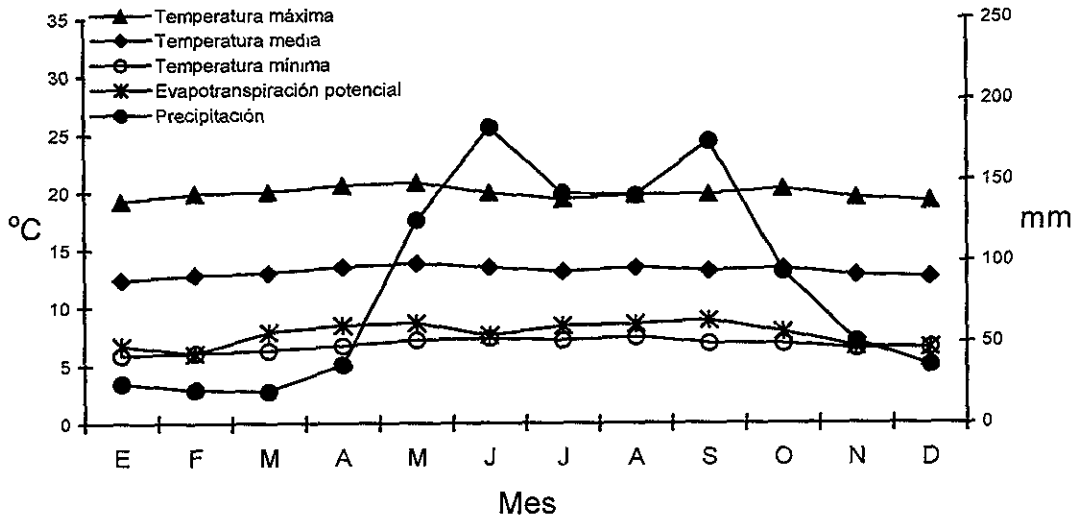


Figura 10. Régimen térmico y de humedad en la estación Chilil de la Región de Los Altos de Chiapas.
Fuente: Elaborada con datos de Díaz *et al.* (1993).

fotosíntesis, que determinan la cantidad y la calidad de forraje producido (Diehl y Box, 1978).

De acuerdo con los datos de la Figura 8, correspondiente a la estación Chamula, las plantas cultivadas y no cultivadas de su área de influencia cuentan con un balance hídrico positivo a partir del mes de mayo (cuando inicia la estación de crecimiento) y termina a mediados de diciembre, es decir, durante siete meses y medio la precipitación pluvial media supera a la evapotranspiración potencial total, y corresponde al período con el máximo potencial agroclimático para el crecimiento de las plantas. Dentro del periodo señalado, existe un exceso de precipitación a finales de mayo y principios de octubre que no es aprovechada por las plantas, y que provoca inundaciones en las partes bajas, principalmente donde el drenaje subterráneo es deficiente. Por otra parte, desde principios de enero hasta principios de marzo, y de noviembre a diciembre, las temperaturas mínimas se encuentran por debajo de los 5 °C, las cuales limitan la fotosíntesis y detienen la función de síntesis de sustancias por las plantas (Penning de Vries, 1983).

Los datos de la estación San Cristóbal (Figura 9) presentan pequeñas diferencias respecto de la estación Chamula. El período que comprende el balance hídrico positivo inicia a principios de mayo y finaliza a principios de noviembre, por lo que la estación de crecimiento en su área de influencia es de alrededor de seis meses y medio. Se observa también un exceso de precipitación de junio a septiembre, y las temperaturas por debajo de los 5 °C se presentan de diciembre a febrero, la cual afectan el desarrollo de plantas y animales en el área de influencia de la estación climática San Cristóbal, ubicada a una altitud inferior a la estación Chamula.

En términos generales, el balance hídrico registrado en la estación Chilil (Figura 10) es similar al de las dos estaciones señaladas anteriormente. Las diferencias son las siguientes. El período que comprende el régimen térmico positivo va de finales de abril a la mitad del mes de noviembre, por lo que el período de crecimiento es de aproximadamente siete meses. Al igual que la estación San Cristóbal, de junio a septiembre se presenta un exceso de precipitación en la estación Chilil. A diferencia de las estaciones de Chamula y San Cristóbal, en la estación Chilil no se reportan temperaturas mínimas por debajo de 5 °C, por lo que las temperaturas bajas, en esta estación, no afectan en forma severa el crecimiento de las plantas.

La importancia del potencial agroclimático del recurso hídrico en la zona borreguera radica en que la estación de crecimiento definida para el área de influencia de cada estación climática, permite planificar el establecimiento de los cultivos en función de su ciclo vegetativo y contribuye a definir las posibilidades económicas de la zona. Más que un contraste espacial del potencial hídrico en la zona borreguera, se observa claramente un contraste temporal. Es decir, existe poca variabilidad del potencial hídrico dentro del área de influencia de cada una de las estaciones meteorológicas; más bien, el contraste del potencial hídrico es temporal, el cual ha sido mostrado al definir la estación de crecimiento, así como el período del año no apto para establecer cultivos.

En la definición de la estación de crecimiento no se consideró la duración adicional de éste debido a la humedad almacenada en el suelo, lo cual amplía el

período de dicha estación debido a que los cambios en la reserva de humedad del suelo se traducen en modificaciones del ritmo de evapotranspiración. Al respecto, Pool-Novelo *et al.* (1991) señalan que en los suelos de textura franca del área de influencia de la estación Chamula (Area Cárstica) existe buen nivel de humedad durante el año, con un amplio rango de humedad aprovechable, sin excesos de humedad y con un ligero déficit al final del período de cosecha, lo que permite tener suelos fácilmente laborables durante todo el año, y humedad aprovechable para realizar cultivos de invierno; sin embargo, la ocurrencia de heladas es una limitante para el establecimiento de cultivos invernales. Los mismos autores señalan que en el área de influencia de la estación San Cristóbal (Area de Poljé), se observa un menor rango de humedad aprovechable y un gran contraste en la dinámica de humedad del suelo durante el año, con efectos importantes para las condiciones de manejo del suelo, ya que durante el período de sequía, la humedad está por debajo del punto de marchitamiento permanente y se tiene un suelo duro y agrietado, mientras que en el período lluvioso la humedad se encuentra por encima de la capacidad de campo con un suelo sobresaturado, pegajoso y pesado, que de no excavarse una red de drenaje, no permite el desarrollo de cultivos.

7.3.2. Suelo

7.3.2.1. Clasificación de los suelos a nivel regional y de la zona borreguera

De acuerdo con el INEGI (1984) existen nueve tipos de unidades principales de suelos en la región de Los Altos de Chiapas, de los cuales seis tipos se encuentran en la zona borreguera (Figura 11). Esta diversidad de suelos es el resultado de la gran variación en tipos de roca, en relieve, en climas y en vegetación que existe en la región. A continuación se indican las características restrictivas y las características favorables que presentan estos tipos de suelos para el uso agropecuario y forestal.

En casi la tercera parte de la zona borreguera (31%) se presenta una asociación de suelos de escasa profundidad y desarrollo, en cuyo interior existen

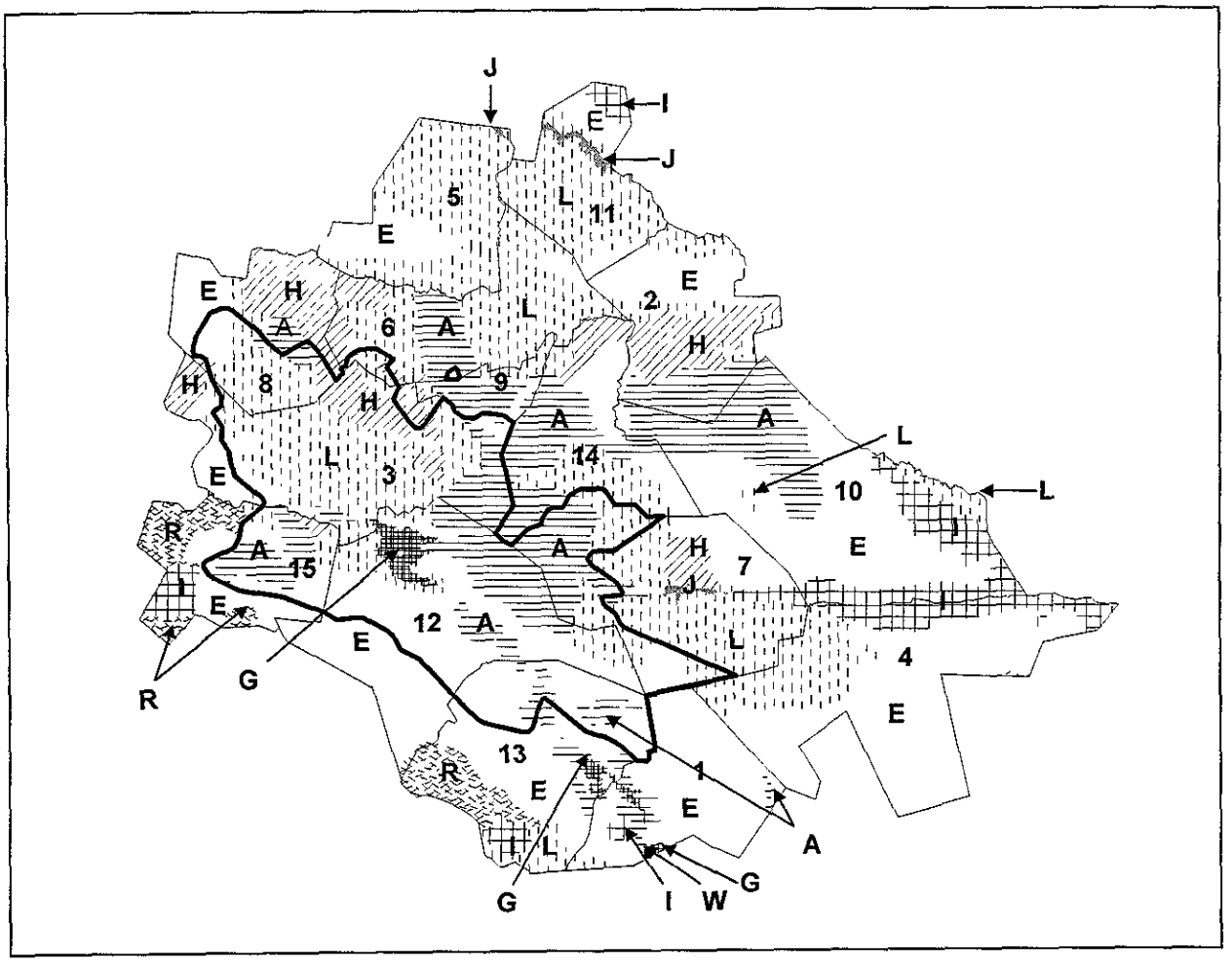


Figura 11. Unidades de suelos de Los Altos de Chiapas.
Fuente: INEGI (1985). Carta edafológica 1:250 000.

Unidades principales de suelo. Sistema de Clasificación FAO/UNESCO

A . Acrisol
H . Feozem
J . Fluvisol
G . Gleysol
I . Litosol
L . Luvisol
W . Planosol
R . Regosol
E. Rendzina

Municipios

1. Amatenango del valle
2. Cancuc
3. Chamula
4. Chanal
5. Chalchihuitán
6. Chenalhó
7. Huixtán
8. Larrainzar
9. Mitontic
10. Oxchuc
11. Pantelhó
12. San Cristóbal
13. Teopisca
14. Tenejapa
15. Zinacantán

pequeñas superficies con suelos más profundos. El tipo de suelos predominante en esta asociación son las Rendzinas (Figura 11; Figura 12, clase B), ahora clasificadas como Leptosoles rendzicos (FAO, 1988), que se distinguen por tener una capa superficial rica en humus y muy fértil que descansa sobre una capa de roca caliza, o algún material rico en cal (INEGI, 1981). En el caso de Los Altos de Chiapas, esta capa de roca material se presenta a menos de 50 cm de profundidad, a lo cual se le llama fase lítica y tiene la propiedad de impedir o dificultar la penetración de las raíces de las plantas (Figura 13). El siguiente tipo de suelos en orden de importancia son los Litosoles que tienen una profundidad menor a 10 cm y son aún más restrictivos para el crecimiento de las raíces. Esta asociación de Rendzinas y Litosoles predomina en la mitad sureste de la zona borreguera y los suelos asociados en tercer orden de importancia son: Acrisoles, Luvisoles o Feozem, que tienen en común la característica de ser más profundos que los anteriores. Estos suelos, que ocupan escasas superficies en esta asociación dominada por Renzinas, son los suelos dominantes en otras áreas. Las asociaciones de suelos dominadas por Acrisoles ocupan 23,214 ha (25%) de la zona borreguera, siendo más abundantes en la mitad sureste (Figura 12, Clase A). Los Acrisoles son típicos de climas tropicales o templados húmedos, y se distinguen por tener un pH ácido o muy ácido, cercano a 5.5, por tener baja cantidad de nutrimentos y por presentar fijación de fósforo, características que representan problemas de fertilidad severos para el cultivo de muchas especies de plantas. A nivel mundial se reporta un bajo rendimiento de cultivos estacionales, como el maíz y el frijol, en estos suelos. Para una agricultura anual se requiere encalado y una fertilización completa, especialmente de fósforo. Su fuente de nitrógeno se agota rápidamente, y el nitrógeno añadido en forma de fertilizante se lixivia inmediatamente por las abundantes lluvias. Estos suelos se destruyen menos a través del uso forestal. Presentan texturas finas y se asocian principalmente con Rendzinas y Litosoles.

Los Luvisoles y los Feozem son suelos que predominan en el 41 % de la zona borreguera, y la mayor parte se encuentra en la parte noroeste, particularmente, en el municipio de Chamula (Figura 12, Clase C). Son los

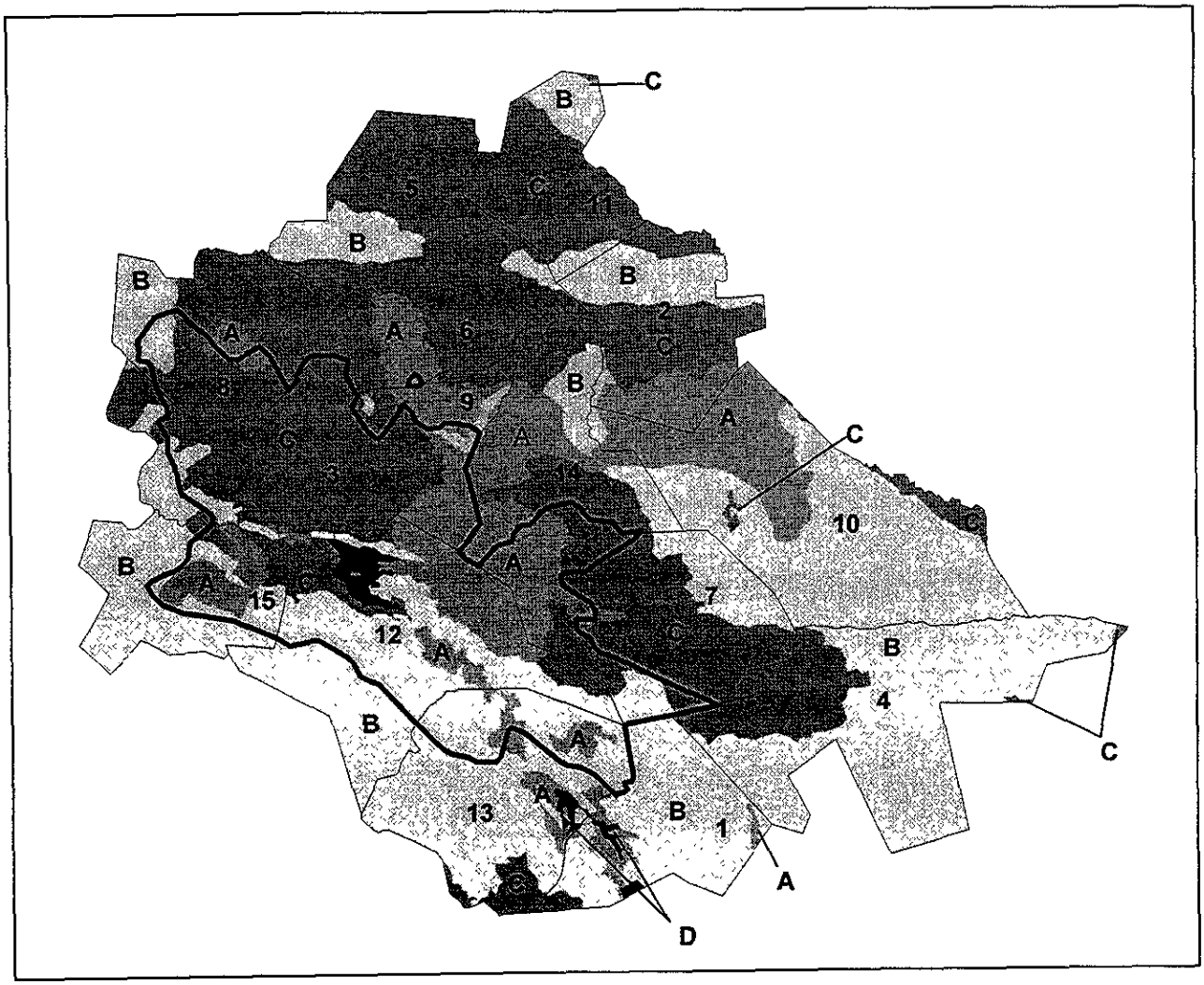


Figura 12. Unidades de suelos de Los Altos de Chiapas según las principales características que influyen en su aptitud.
Fuente: INEGI (1985). Carta edafológica 1:250 000.

Suelos:

A. Suelos ácidos, poco fértiles
B. Suelos poco desarrollados, muy delgados y pedregosos
C. Suelos fértiles, erosionables
D. Suelos con mal drenaje, inundables

Municipios:

1. Amatenango del valle
2. Cancuc
3. Chamula
4. Chanal
5. Chalchihuitán
6. Chenalhó
7. Huixtán
8. Larrainzar
9. Mitontic
10. Oxchuc
11. Pantelhó
12. San Cristóbal
13. Teopisca
14. Tenejapa
15. Zinacantán

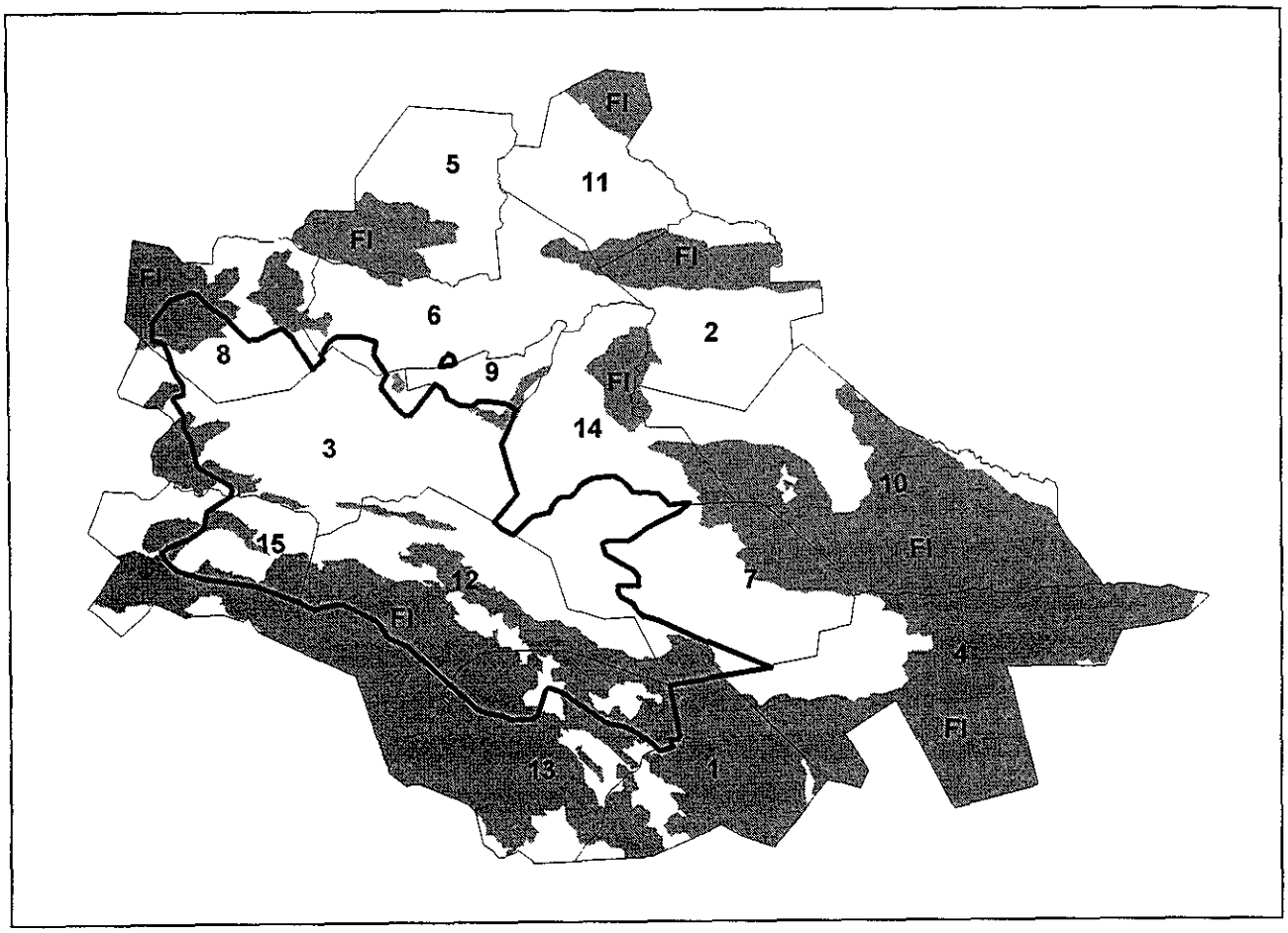


Figura 13. Suelos de Los Altos de Chiapas con una fase lítica.
Fuente: INEGI (1985). Carta edafológica 1:250 000.

Fase lítica (FI): Existe, a menos de 50 cm de profundidad, una capa de roca dura y continua, o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de raíces.

Municipios

1. Amatenango del valle
2. Cancuc
3. Chamula
4. Chanal
5. Chalchihuitán
6. Chenalhó
7. Huixtán
8. Larrainzar
9. Mitontic
10. Oxchuc
11. Pantelhó
12. San Cristóbal
13. Teopisca
14. Tenejapa
15. Zinacantán

mejores suelos de la zona en lo que a fertilidad se refiere. De acuerdo con Driessen y Dudal (1989), los Luvisoles están considerados como suelos fértiles y adecuados para una amplia gama de usos agrícolas a nivel mundial, en tanto que la FAO (1976) indica que en estos suelos los pastizales inducidos o cultivados pueden dar buenas utilidades, y cuando se les da un uso forestal los rendimientos son sobresalientes; sin embargo, son altamente susceptibles a la erosión. Tienen textura media y se asocian con Acrisoles, Rendzinas, Regosoles y Litosoles, que como se indicó anteriormente, son suelos con importantes restricciones físicas y químicas.

Los suelos Feozem tienen una capa superficial obscura suave, rica en materia orgánica y en nutrimentos. En general, se considera que hacen una tierra agrícola excelente y el rendimiento de la producción pecuaria es aceptable (Driessen y Dudal, 1989). Los rendimientos disminuyen cuando los suelos son menos profundos o se presentan en laderas y pendientes, lo cual es una condición que se presenta en nuestra zona de estudio. La susceptibilidad a la erosión de estos suelos es moderada o alta.

Otro tipo de suelos, clasificados como Gleysoles, predomina en la parte baja de la cuenca del valle de San Cristóbal, en el área fisiográfica llamada polje San Cristóbal (Mera,1989), en una superficie continua de 1,869 ha (Figura 12, Clase D). Estos suelos se caracterizan porque se inundan durante una temporada del año, debido a la falta de buen drenaje superficial y subterráneo, ya que se presentan en áreas donde se acumula o estanca el agua. Su utilización está limitada por el exceso de agua subterránea que impide el crecimiento adecuado de muchas plantas cultivadas. En muchos casos, para mejorarse, requieren obras de drenaje. En general, se les considera aptos para la ganadería bovina y uso agropecuario, tal como sucede en los poljes de San Cristóbal y Teopisca, donde sin embargo, han sido sustituidos, en su mayor parte, por un uso urbano.

7.3.2.2. Uso del suelo

Una de las características más importantes de Los Altos de Chiapas es la

gran heterogeneidad en el uso del suelo. En general, las unidades de producción poseen una cantidad de tierra muy pequeña (Cuadros 4 y 6), distribuida en minúsculas parcelas que se caracterizan por un uso diversificado del suelo. De 80 unidades de producción estudiadas en la zona borreguera, el 72.5 % tiene de 1 a 5 parcelas, el 10 % de 6 a 7 y el 17.5% tiene de 8 a 9 parcelas dispersas dentro o fuera del territorio de la comunidad. En estas parcelas se observan cultivos de maíz, frijol, papa, hortalizas, pastizales inducidos y pequeños rodales de vegetación secundaria de donde se extraen productos forestales como leña, carbón y madera. Parra y Mera (1989) señalan que ante esta situación de munifundismo y de fragmentación del uso del suelo resulta difícil separar los usos de este en forma individual, por lo que consideraron necesario delimitar áreas agrícolas con base en un determinado patrón de uso del suelo, a los que llamaron áreas agrícolas, y que definieron según las formas de producción dominantes, la intensidad de uso y el destino de la producción. Con base en estas ideas se elaboró un mapa de áreas agrícolas actualizado correspondiente al año de 1996 (Figura 14).

Este mapa muestra cuatro patrones de uso del suelo dentro de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas. Uno de ellos es el patrón de uso agropecuario anual de la tierra que se lleva a cabo principalmente donde dominan los suelos fértiles clasificados como Luvisoles y Feozem, suelos favorables para ser intensificados, y ocupa una extensión de 18,870 ha (20% de la superficie de la zona borreguera). Dentro de la subzona borreguera Chamula el área agropecuaria anual adquiere un carácter muy intensivo e incluye cultivos de hortalizas, cultivo continuo, cultivo de año y vez, y pastizales inducidos. Las pequeñas áreas intensivas tienen particular importancia económica debido a que en ellas se realiza una producción agrícola estrechamente vinculada con la producción ovina, a través del uso rotacional del suelo entre cultivos y pastizales, y el uso de estiércol para abonar los cultivos, los cuales, a su vez, aportan residuos de cosechas para alimentar a los ovinos. En la subzona borreguera San Cristóbal, particularmente en el municipio de Huixtán se localiza un área de agricultura anual menos intensiva en la que se emplean bovinos para labrar la tierra con arado. En

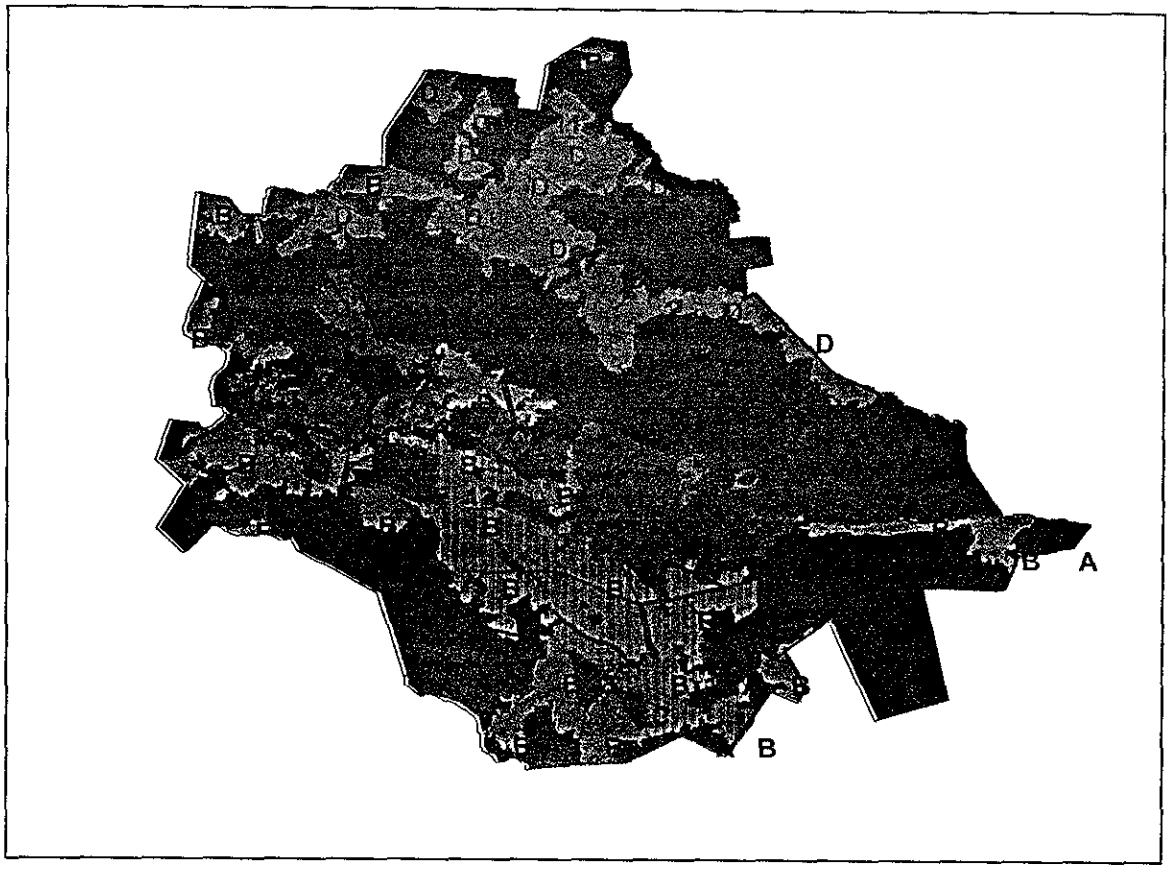


Figura 14. Areas agrícolas e intensidad de uso del suelo en la región de Los Altos de Chiapas.
Fuente: A partir de la interpretación de una imagen de satélite digital LANDSAT TM (1995).

Limites municipales
Subzonas borregueras
Agricultura de roza-tumba-quema
Zona forestal
Agricultura anual
Zona cafetalera
Zona urbana de San Cristóbal

Municipios:
1. Amatenango del valle
2. Cancuc
3. Chamula
4. Chanal
5. chalchihuitán
6. Chenalhó
7. Huixtán
8. Larrainzar
9. Mitontic
10. Oxchuc
11. Pantelhó
12. San Cristobal
13 Teopisca
14. Tenejapa
15 Zinacantán

ambas subzonas el patrón de uso incluye también pequeños fragmentos de bosques secundarios muy perturbados que son utilizados para obtener leña, estos rodales se localizan principalmente en afloramientos de suelos pedregozos.

Otra área agropecuaria con menor intensidad de uso del suelo, es aquella donde se desarrolla una agricultura de roza-quema, un patrón de áreas bajo cultivo y áreas con vegetación secundaria arbustiva con pocos años de descanso, dentro del cual hay algunas áreas forestales. Este patrón tiene una extensión de 36,577 ha (39.7% del área borreguera). Este tipo de agricultura predomina donde los terrenos son más accidentados y el uso es más somero, con dominancia de Rendzinas y Litosoles.

Otro patrón de uso está constituido por bosques de pino y pino-encino con diversos grados de perturbación y de los cuales se extrae madera en rollo, tablas, carbón y leña, razón por la cual fue considerada por Parra y Mera (1989) como el área forestal comercial. Esta área ocupa 32,775 ha, pero el 79% de la misma se encuentra dentro de la subzona borreguera San Cristóbal. Esto puede entenderse si se considera que en esta zona existe una menor densidad de población rural que cultiva la tierra y que el tipo de tenencia de la tierra dominante es la propiedad privada, en la que sobresale el municipio de San Cristóbal donde existen 204 unidades de producción rurales de más de 5 ha de tenencia privada, que suman 5,960 ha (Cuadro 8). La propiedad privada de la tierra da mayor certidumbre a los productores sobre el derecho de propiedad, y usufructo, lo que contribuye a un manejo más cuidadoso de los recursos. Dentro de esta zona forestal encontramos claros (o áreas desmontadas) donde se practica una agricultura anual y se crían ovinos en pastizales inducidos.

Finalmente, encontramos el área urbana de la Ciudad de San Cristóbal, la cual, aunque ocupa una pequeña extensión 3,883 ha, concentra a 75,000 habitantes.

Los resultados presentados concuerdan con lo reportado por Grandi (1996), quién señala que a nivel mundial, los factores fundamentales que inducen a los campesinos a la degradación de los recursos naturales son: a) la sobrexplotación de los recursos, inducida por la escasez de la tierra y las pocas

Cuadro 8. Tipo de tenencia de la tierra en los municipios de las subzona borreguera de la región de Los Altos de Chiapas.

Subzona Borreguera Y municipio	Superficie Total (ha)	Tipode tenencia de la tierra							
		Ejidal		Comunal		Privada		Publica	
		Ha	%	ha	%	Ha	%	Ha	%
Subzona Chamula									
Chamula	9 744	1 093	11.22	8 651	88.78	0	0	0	0
Larrainzar	5 585	1 646	29.47	3 925	70.28	14	0.25	0	0
Chenalhó	14 114	4 691	33.23	7 865	55.73	1 558	11.04	0	0
Zinacantán	10 310	3 130	30.36	5 044	48.93	2 079	20.16	57	0.55
Subtotal	39,753	10,560	26.56	25,485	64.11	3,651	9.18	57	0.14
Subzona San Cristóbal									
San Cristóbal	9 477	1 555	16.41	316	3.33	7 569	79.87	37	0.39
Huixtán	17 612	8 421	47.81	1 200	6.81	7 991	45.37	0	0
Teopisca	13 380	4 902	36.64	685	5.12	7 672	57.34	121	0.90
Subtotal	40,469	14,878	36.76	2,201	5.44	23,232	57.41	158	0.39
Total	80,222	25,438	31.71	27,686	34.51	26,883	33.51	215	0.27

Fuente: INEGI (1994). VII Censo Agrícola-Ganadero. Chiapas, 1991.

oportunidades de nuevos empleos en los sectores no agrícolas, b) el abandono de las prácticas tradicionales de conservación de los recursos, y c) la colonización de tierras que constituyen un factor de deterioro y perturbación del medio natural.

En el año de 1990, en toda la zona borrreguera existían 230 localidades cuya población total ascendía a 164,212 habitantes (INEGI, 1991), lo cual significaba una densidad de población de 178 habitantes por km^2. Este valor es superior a la densidad promedio de los municipios de la región de Los Altos (101 habitantes por km^2).

Dentro de dicha zona borreguera, la mayor intensidad de uso del suelo ocurre en la subzona Chamula, lo que ha conducido al agotamiento de la fertilidad de los mismos, y en consecuencia a que sean abandonados para emplearse como pastizales, los cuales se sobrepastorean y finalmente se erosionan. Esta subzona cuenta actualmente tan solo con 3.9% de superficie total cubierta por bosque, y obedece por una parte, a la elevada población, la cual asciende a 120,132 habitantes (302.2 habitantes por km^2; INEGI, 1991), que ejerce una fuerte

presión por el uso de los recursos; y por otra parte, a que el tipo de propiedad de la tierra predominante es la comunal (en la que resalta el municipio de Chamula; Cuadro 8), seguido de la ejidal; aunque en la práctica las tierras comunales funcionan como privadas, es claro que para el caso particular de los pastizales comunales existe una competencia permanente por obtener de ellos el mayor provecho, de acuerdo con lo señalado por Sandford (1983) sobre la tragedia de los comunes. Esto sucede especialmente en la subzona borreguara Chamula a raíz de que no existe ningún límite en el número de animales por rebaño, y ocasiona que las unidades borregueras medias incrementen el tamaño de sus rebaños, y en consecuencia, compitan de manera ventajosa en el uso extractivo del pastizal respecto a las unidades borregueras pobres.

7.3.2.3. Caracterización química y física de los suelos en los pastizales evaluados

La naturaleza del suelo influye en la producción de herbáceas a través de su efecto en el suministro de nutrimentos solubles, que es mucho mayor en suelos arcillosos o de barro que en los suelos arenosos y en los que provienen de rocas básicas, más que en los de rocas ígneas (Hodgson, 1994). De acuerdo con los análisis físico-químicos de los suelos de los pastizales estudiados (Cuadro 9), éstos presentan restricciones para la producción de forraje. El pH es moderadamente ácido y el contenido de materia orgánica y nitrógeno total se consideran muy altos. De acuerdo con los intervalos del método de Bray P-1, los valores de fósforo van de bajo a muy bajo según lo señalado por Jardines y Arguijo (1985). El contenido de potasio es relativamente alto en el Bloque A, suficiente en el B, excesivo en el bloque C y alto en el D; el contenido de calcio es suficiente en el bloque A, pobre en el B y suficiente en el C; en cuanto a magnesio, el bloque A es pobre y los niveles en los bloques B y C son suficientes; la concentración de fierro, tanto en el bloque B como en el C, es excesiva; y la de aluminio es excesiva para el bloque B y favorable para el bloque C. La textura es más favorable en el bloque B. Estos resultados concuerdan en buena medida con los reportados por Pool-Novelo *et al.* (1991) y Alvarez-Solís *et al.* (1998), quienes

Cuadro 9. Características químicas y físicas de suelos de pastizales evaluados en ladera, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

*Bloque	pH $CaCl_2$	MO %	NT %	P ppm	Na ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	Fe ppm	Al ppm	LL ppm	Textura
A	4.9	3.19	0.493	1.6	18	182	1129	79	28.46	-	73.23	Franca
B	5.4	2.50	0.250	2.1	-	90	802	194.4	-	54.8	-	Franca
C	5.9	1.27	0.176	1.21	20	546	3024	580	18.37	-	74.41	Arcillosa
D	4.6	2.40	0.278	1.4	18	236	1319	261.0	56.73	0.12	60.75	Arcillosa

*Bloque A= Sitio Bautista Chico; Bloque B= Sitio Tres Cruces; Bloque C= Sitio Chamula; y Bloque D= Sitio Chilil.
pH = Potencial de hidrógeno; MO = Materia orgánica; NT = Nitrógeno total; P = Fósforo; Na = Sodio; K = Potasio; Ca = Calcio; Mg = Magnesio, Fe = Fierro, Al = Aluminio y LL = Límite líquido.

señalan que desde el punto de vista químico, los problemas más importantes de los suelos en la región de estudio son la acidez, asociada con problemas de fijación de fósforo y las bajas cantidades de cationes básicos intercambiables (Ca, Mg, K, Na).

Conjuntamente con los factores climáticos, el manejo y la variabilidad de las características químicas y físicas de los suelos, influyeron en buena media en la producción de los pastizales evaluados.

7.3.3. Planta

7.3.3.1. Producción primaria aérea neta y producción de biomasa de pastizales en pastoreo

En la Figura 15 se presenta el efecto del período de crecimiento (cada uno asociado a un momento de cosecha) sobre la PPAN de pastizales excluidos, así como la producción de biomasa de pastizales en pastoreo. Se observa un comportamiento estacional muy marcado de la PPAN, ya que estos pastizales aún cuando estuvieron en exclusión tardaron algunos meses en recuperar su composición florística. Al comienzo de la evaluación, las especies anuales iniciaron un nuevo ciclo y respondieron mejor a menores eventos de precipitación que las perennes, las cuales rebrotaron con vigor cuando la precipitación fue mayor. En relación con esto, Hodgson (1994) señala que las especies anuales mueren (longevidad) y pierden (senectud) hojas más rápidamente que las especies perennes, las cuales acumulan mayor PPAN. Por lo que la composición florística es uno de los factores que determinan la curva de producción de biomasa en los pastizales.

Así, a partir de la doceava semana de crecimiento, correspondiente a la cosecha realizada en el mes de junio, hubo un incremento progresivo en la acumulación de biomasa, hasta alcanzar en diciembre el nivel máximo e iniciar el descenso a finales de febrero. El comportamiento estacional de la producción de biomasa en pastoreo también fue claro; con excepción de la cosecha realizada en agosto, tuvo un incremento progresivo de mayo a octubre y un descenso bien definido de noviembre a abril. Tanto la PPAN como la biomasa disponible tuvieron

su máximo pico de producción en la estación de crecimiento (Figuras 8, 9 y 10); en forma particular, la PPAN se vio favorecida como consecuencia del balance hídrico positivo y los mayores intervalos de crecimiento (intervalos de defoliación). Es probable que la producción de biomasa en pastoreo, en agosto, haya tendido a disminuir por efecto de la canícula, período en el cual la precipitación pluvial disminuye drásticamente (Figuras 8, 9 y 10), e indica que la producción de biomasa en los pastizales bajo pastoreo se reduce en respuesta a condiciones desfavorables de humedad, mayormente que la PPAN de pastizales excluidos, debido a una menor eficiencia de uso del agua por menor cobertura, menor índice de área foliar y mayor evaporación (López-Tirado y Jones, 1991). Por otra parte, la biomasa cosechada en pastoreo fue mucho menor respecto a la cosechada en los pastizales excluidos (Figura 15), debido a la mayor intensidad y frecuencia de defoliación, puesto que no hubo control del pastoreo, ya que los pastizales evaluados son comunales y abiertos, y el pastoreo tradicional es continuo y

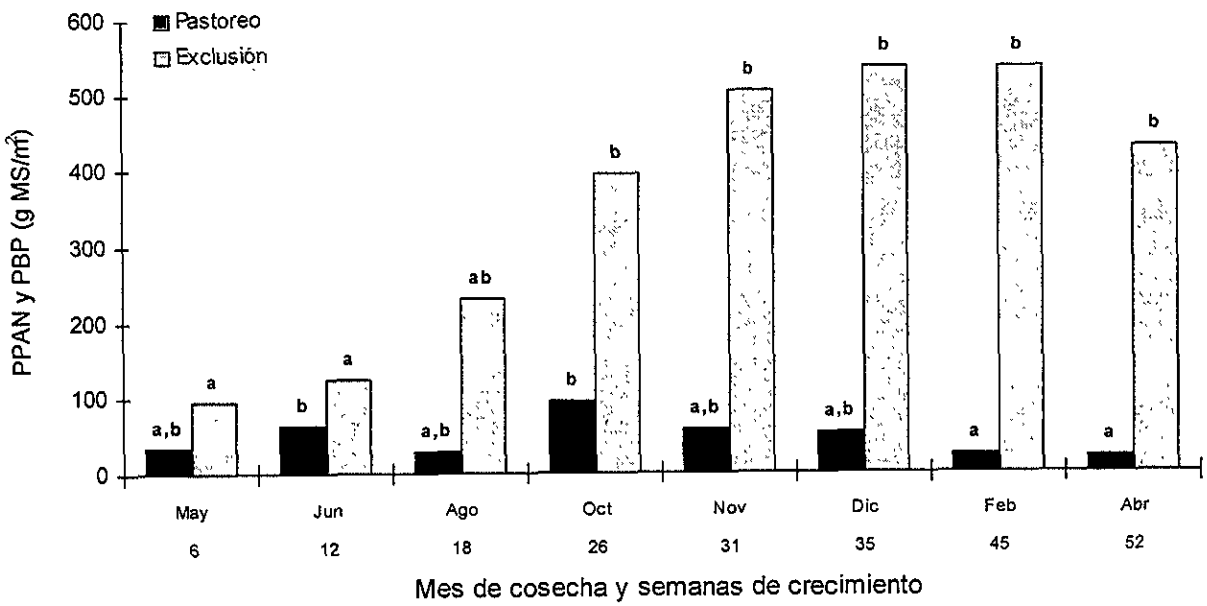


Figura 15. Efecto del mes de cosecha y tiempo de crecimiento en la producción primaria aérea neta de pastizales excluidos y producción de biomasa en pastizales pastoreados, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.
a,b = Letras distintas en el mismo tipo de barra, son diferentes ($P<0.05$).
PPAN = Producción primaria aérea neta;
PBP = Producción de biomasa en pastoreo.

variable en presión de pastoreo. Esta situación favoreció una mayor evaporación por la menor intercepción de radiación, debido al bajo índice de área foliar. La intensa defoliación pudo haber ocasionado una caída en las reservas de las plantas perennes (en tallos y raíces) empleadas para la sobrevivencia (Gardener *et al.*, 1993) induciendo una mayor tasa de mortalidad, reflejada en el descenso del forraje disponible.

En este contexto, Rhodes y Sharrow (1990) reportan rendimientos similares de materia seca en praderas evaluadas sin pastorear y pastoreadas por ovinos, en tanto que se mejoró la calidad de la pradera al ser pastoreada, mientras que Agrawal y Goyal (1987) obtuvieron mayor rendimiento de biomasa en una pradera mixta sin pastorear (2561 kg ha^{-1} $año^{-1}$) que en áreas pastoreadas (875 kg ha^{-1} $año^{-1}$) de las cuales cuantificaron 26 % y 16 % de material muerto en exclusión y pastoreo respectivamente. Es probable que la menor producción de biomasa en condiciones de pastoreo, en este último caso, se haya debido a la alta frecuencia e intensidad de defoliación, ya que al reducir el índice de área foliar también se reduce la fotosíntesis por unidad de área, mientras que la evaporación directa de humedad se incrementa como se comentó previamente.

En la Figura 16 se presenta el efecto del bloque o sitio de localización del pastizal en la PPAN promedio anual de pastizales excluidos, y la producción de biomasa de pastizales apacentados por ovinos. Por una parte, se observa que tanto en exclusión como en pastoreo, los bloques A y B exhibieron mayor ($P<0.05$) biomasa respecto al bloque C, lo cual se explica principalmente por el mayor contenido de nutrimentos de los suelos, particularmente de nitrógeno total y materia orgánica (Cuadro 9); y por otra parte, por el hecho de que el bloque C se localizara cerca de la cabecera municipal de San Juan Chamula, donde se observa un mayor número de pastoras al cuidado de sus rebaños, que ha favorecido históricamente una mayor frecuencia e intensidad de uso de los pastizales, cuyo efecto se refleja en el bajo aporte de biomasa de dicho bloque, particularmente en condiciones de pastoreo. En relación con lo anterior, López-Tirado y Jones (1991) encontraron mediante simulación de defoliaciones repetidas que, al incrementar el intervalo de defoliación y disminuir la intensidad de la

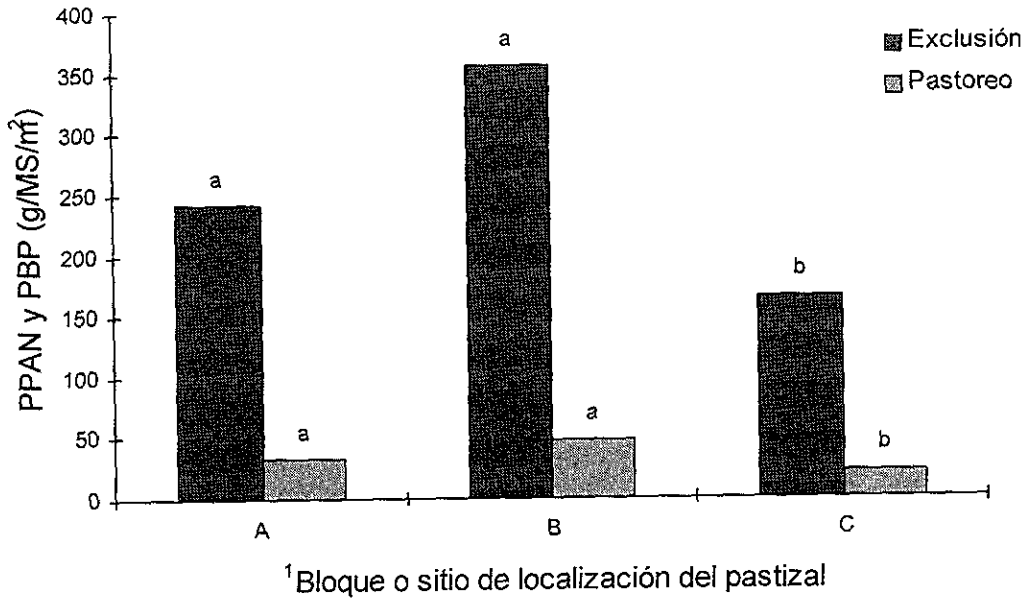


Figura 16. Efecto de la localización del pastizal (bloque) en la productividad primaria aérea neta anual de pastizales excluidos y la producción de biomasa de pastizales pastoreados, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.
a,b Letras distintas en el mismo tipo de barra, son diferentes ($P<0.05$).
[1]Bloque A= Sitio Bautista Chico; Bloque B= Sitio Tres Cruces; y Bloque C= Sitio Chamula.
PPAN = Producción primaria aérea neta;
PBP = Producción de biomasa en pastoreo.

misma, la cosecha se incrementa; en contraste, cuando se disminuyen los intervalos de corte y se incrementa la intensidad de defoliación, tanto la producción total como la cosechada disminuyen, al igual que la eficiencia de uso del agua, por el menor índice de área foliar que induce una mayor evaporación directa.

De acuerdo con Pearson *et al.* (1983), la defoliación con presiones altas de pastoreo inducen una disminución del índice de área foliar y mayor eficiencia fotosintética en las plantas pastoreadas, lo cual permite que las hojas continúen su desarrollo debido a que las plantas defoliadas tienen cierto grado de tolerancia al pastoreo por exhibir fotosíntesis compensatoria, con reemplazamiento rápido de hojas, o alteración en el patrón de distribución del carbono (Trlica y Rittenhouse, 1993). No obstante, la fotosíntesis por unidad de área es menor bajo estas condiciones que en áreas con presión de pastoreo ligera, pues aún cuando una

mayor presión de pastoreo incrementa la eficiencia fotosintética en hojas individuales, este incremento no compensa la reducción del índice de área foliar resultante del pastoreo. Cuando la defoliación es muy intensa y demasiado frecuente, hay una drástica caída de las reservas de las plantas, disminuye el desarrollo de estolones y provoca la muerte de los rebrotes (Gardener *et al.*,1993; Jones, 1974). Es probable que este sea el caso del pastizal del bloque C, que históricamente ha estado sometido a una intensidad y frecuencia de defoliación alta, y podría reflejarse en una presencia, frecuencia y abundancia menores de las especies forrajeras más productivas. Sin embargo, aunque la respuesta de la planta a la herbivoría está condicionada por el pasado histórico, las condiciones ambientales actuales y la interacción entre los componentes bióticos y abióticos son determinantes (Trlica y Rittenhouse, 1993).

En el Cuadro 10 se presenta el efecto de la frecuencia de corte (o frecuencia de defoliación) con una intensidad de defoliación (altura de corte) de 2 cm por arriba del suelo (área foliar remanente), en la PPAN y PVPAN anual en

Cuadro 10. Efecto de la frecuencia de corte en la producción primaria aérea neta anual y la productividad primaria aérea neta de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

	Frecuencia de corte (semanas)				
Variable	6	8	12	18	26
PPAN, g/m^2	578.8^{b}	$661.6^{a,b}$	584.6^{b}	852.6^{a}	533.4^{b}
Error estándar (±)	43.4	48.6	44.8	58.9	38.9
PVPAN, $g/m^2/d^{-1}$	1.6	1.8	1.6	2.3	1.5

a,b Medias con distinta literal en la hilera, son diferentes ($P<0.05$).

pastizales de ladera excluidos. Independientemente de la variación estacional, como se muestra en el caso de la frecuencia de corte cada seis semanas, la mejor respuesta fisiológica de las especies forrajeras reflejada en la PPAN y PVPAN se obtuvo con una frecuencia de corte de 18 semanas. Lo anterior se encuentra estrechamente relacionado con la variación de las reservas de carbohidratos no estructurales de las plantas, debido a que los cortes o defoliaciones frecuentes causan movilización activa de los carbohidratos de

reserva, con lo cual el vigor de las plantas y la cobertura del pastizal disminuyen (Christiansen y Svejcar, 1988). Los cortes frecuentes y sucesivos dan como resultado el deterioro de la producción vegetal debido a que se favorece una mayor evaporación y menor eficiencia de uso del agua, a causa de la disminución de la cobertura, índice de área foliar y fotosíntesis; lo anterior, reduce la persistencia de las plantas, debido a la pérdida de vigor del sistema radicular y por bajas sensibles en las reservas de carbohidratos almacenados en la zona meristemática (Sotomayor *et al.*, 1973). Por lo tanto, la capacidad de rebrote de una pradera está en función directa de la altura y frecuencia de corte a que se le someta y de esto dependerá su rendimiento (Hodgson, 1981). Esta información permite la planificación de los períodos de pastoreo, debido a que el rendimiento y calidad del forraje están condicionados por la velocidad de recuperación del mismo (Spedding, 1975), y está regulada por la disponibilidad de tejido meristemático, reserva y balance de carbohidratos, área foliar remanente, interacción planta-animal, radiación incidente, temperatura ambiental y humedad entre otros factores (Vickery, 1981; Valentine, 1990).

En el Cuadro 11 se presenta el efecto de la estación del año y del corte cada seis semanas en la PPAN y PVPAN de pastizales excluidos. Se observa una gran variación estacional de la PPAN, la cual afecta directamente la capacidad de

Cuadro 11. Efecto de la estación del año y de la defoliación de cada seis semanas sobre la producción (PPAN) y productividad (PVPAN) primaria aérea neta de pastizales inducidos, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

	Crecimiento	PPAN		PVPAN
Estación del año	Semanas	(g/m^2)	EE (±)	($g/m^2/d^{-1}$)
Primavera	6	$70.0^{a,b,c}$	5.2	1.59
Primavera-Verano	6	$48.2^{b,c,d}$	3.6	1.12
Verano	6	$55.9^{a,b,c,d}$	3.8	1.30
Verano-otoño	6	25.0^{a}	8.2	2.90
Otoño	6	$91.6^{a,b}$	6.8	1.86
Otoño-Invierno	6	$80.8^{a,b,c}$	6.1	2.31
Invierno	6	26.9^{d}	2.1	0.60
Invierno-Primavera	6	$34.5^{c,d}$	2.5	0.80
PPAN anual	---	532.9	---	---

a, b, c, d Medias con distinta literal en la columna, son diferentes ($P<0.05$).

carga de los pastizales, por lo que esta debe ser variable y ajustada a la producción estacional de forraje. Con una PPAN de 532.9 g/m^2, los pastizales aportan 5,329 kg MS ha^{-1} año^{-1}, con una frecuencia de corte (o defoliación) de seis semanas e intensidad de defoliación (altura de corte) de 2 cm por arriba del suelo (área foliar remanente), con la cual es posible alcanzar una capacidad de carga superior a 1.0 UA ha^{-1} año^{-1}. De acuerdo con los resultados del Cuadro 10, esta capacidad de carga puede ser mayor a medida que se incrementa la PPAN con los mayores intervalos de corte (o frecuencia de defoliación) hasta las 18 semanas; sin embargo, la calidad del forraje debe ser baja. Estos resultados deben corroborarse en investigaciones que consideren varios ciclos anuales con la finalidad de evaluar la sostenibilidad del pastizal.

Así también, en la Figura 17 se presentan los cambios mensuales promedios en PPAN, forraje disponible y calidad del forraje cosechado. Resulta

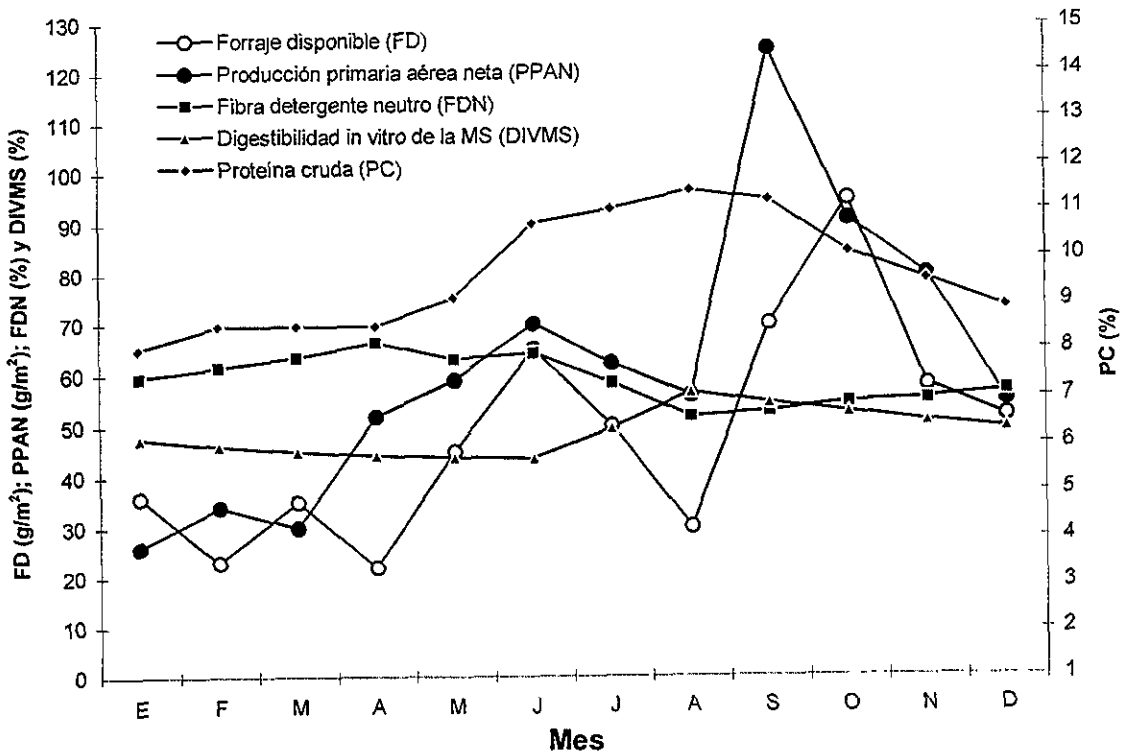


Figura 17. Cambios mensuales en la cantidad y la calidad de la biomasa de pastizales inducidos en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

interesante la clara definición del comportamiento estacional de las variables mencionadas. El máximo nivel productivo se obtuvo en los meses de junio a noviembre, período del año en que la estación de crecimiento es muy favorable. En este mismo período los niveles de PC fueron los mas altos, la DIVMS tendió a ser mayor, en tanto que la FDN tendió a reducirse. Este comportamiento estacional de la cantidad y calidad del forraje es común en diversas partes del mundo (Breman y With, 1983; More y Sahni, 1980), y es afectado por factores como clima, fertilidad de los suelos, intensidad de defoliación y altura de corte (Motazediant y Sharrow, 1990). Para sitios con un promedio de 400 a 1000 mm de precipitación anual, Bartolome *et al.* (1980; citado por López, 1989) reportan como óptimo 840 kg de MS ha^{-1} de forraje remanente mínimo (acolchado), para pastos anuales de California. Ello sugiere que una cantidad de forraje remanente mínimo por abajo del nivel óptimo señalado, es un indicador de sobrepastoreo. Por otra parte, la temperatura tiene un gran efecto en la anatomía y digestibilidad de pastos de clima templado y tropical; por ejemplo, altas temperaturas disminuyen la digestibilidad debido a un incremento en la intensidad de lignificación de los forrajes (Wilson *et al.*, 1991). La altura de corte también afecta la cantidad y la calidad de los forrajes. De esta forma, William *et al.* (1977) al aumentar la altura de corte lograron incrementar el contenido de proteína total, en tanto que la digestibilidad del pasto no fue afectada. Los cambios estacionales en la composición del pasto pueden resultar en cambios en la tasa de permanencia del mismo en el retículo-rumen de los animales que lo consumen, lo cual puede explicar las diferencias en consumo voluntario, sugiriendo así que las condiciones medioambientales pueden modificar el comportamiento de los animales en pastoreo y el apetito (Jarrige, 1979; Hodgson, 1994). La interacción de la variación estacional de la digestibilidad y la variabilidad estacional del forraje tiene como consecuencia que los ovinos experimenten variaciones en la calidad de su dieta (Grant y Campbell, 1978), lo cual sugiere tomar las medidas necesarias para compensar las deficiencias en los períodos críticos, que para la región de estudio corresponde de enero a mayo.

7.3.3.2. Producción primaria aérea neta de pastizales inducidos bajo fertilización

La necesidad de incrementar el aporte de biomasa de los pastizales inducidos de la región de estudio es inminente, fue por ello que se evaluó la influencia de distintos tratamientos de fertilización sobre la producción primaria de los mismos.

El efecto de bloque en el promedio de biomasa acumulada en pastizales inducidos, excluidos del pastoreo de ovinos, y fertilizados con distintos niveles de nitrógeno y fósforo, fue diferente ($P<0.05$; Bloque C: Sitio Chamula= 186.2 g/m^2 y Bloque D: Sitio Chilil= 143.1 g/m^2) al efectuar cortes sucesivos mensuales (septiembre-abril) en distintas subparcelas (crecimiento acumulado). Sin embargo, la producción promedio obtenida con una frecuencia de corte mensual consecutiva en la misma subparcela (biomasa regenerada), no fue significativa ($P>0.05$; Bloque C= Sitio Chamula = 30.64 g/m^2 y Bloque D= Sitio Chilil = 27.36 g/m^2) por efectos de bloque. La explicación de la mayor producción de biomasa en el Bloque C se encuentra relacionada con el menor grado de acidez del suelo, mayores niveles de bases intercambiables (potasio, calcio y magnesio), así como con los mayores niveles de fierro y aluminio en el Bloque D (Cuadro 9), lo cual sugiere que influyó en una baja disponibilidad de fósforo en el suelo (Sánchez, 1976). Lo anterior indica que más que los factores climáticos, el pH y el balance de nutrimentos tuvieron mayor influencia en la producción primaria. Aun cuando el contenido de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo fueron mayores en el bloque D, y la temperatura mínima histórica registrada en la estación climática Chamula (muy cercana al pastizal del Bloque C; Figura 8) fue menos favorable para el crecimiento de las plantas que la de la estación Chilil (muy cercana al pastizal del Bloque D; Figura 10); debido a que en invierno la temperatura llega a descender por debajo de 5 °C), la producción primaria fue mayor en el Bloque C.

De acuerdo con Sánchez (1976), los problemas de acidez de los suelos están asociados con niveles de pH menores de 5.5 y presencia de aluminio intercambiable. Además, el mismo autor señala que la toxicidad por aluminio (> 1 ppm) es la causa más común de infertilidad de los suelos ácidos, ya que los

niveles altos de aluminio causan daño directo a la raíz con lo que disminuye el crecimiento de la misma y se reduce la translocasión de calcio y fósforo en la planta; además, ello ocasiona que el suelo presente una acentuada deficiencia de estos minerales y que se reduzca el rendimiento de la cosecha. Lo anterior sugiere que la menor producción primaria del pastizal del Bloque D se debió al mayor grado de acidez del suelo, a deficiencias de calcio y fósforo, y a la presencia, aunque en un nivel bajo, de aluminio.

En la Figura 18 se presenta el efecto de la interacción de cada mes de cosecha y/o tiempo de crecimiento con los distintos niveles de fertilización

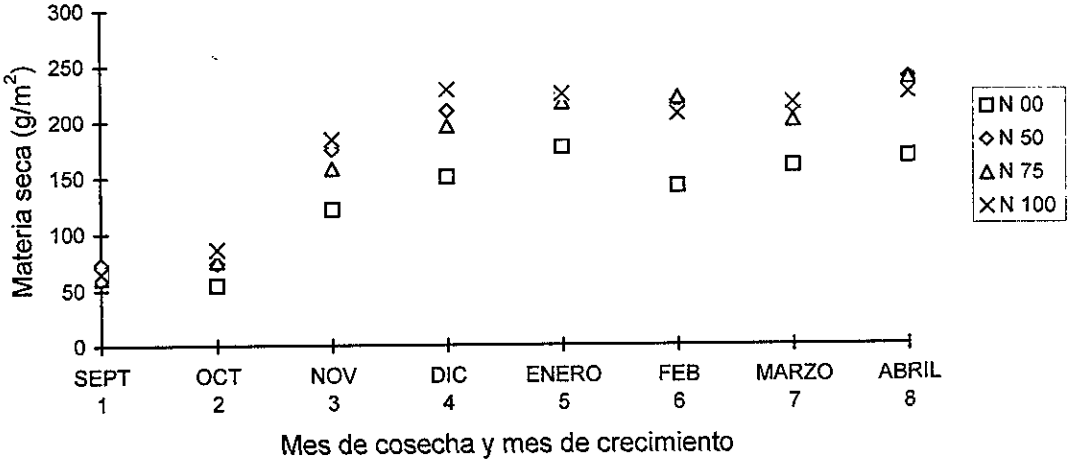


Figura 18. Efecto de la interacción entre distintos niveles de fertilización nitrogenada (kg/ha) y cortes sucesivos mensuales (en distintas subparcelas) en la producción primaria (crecimiento acumulado; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

nitrogenada sobre el crecimiento acumulado del forraje. Se encontró que a lo largo de la evaluación, el nivel de N= 00 aportó menor ($P<0.001$) PPAN que los niveles N= 50, N= 75 y N= 100, los cuales alcanzaron la mayor PPAN (Cuadro 12), sin diferencias significativas entre ellos.

Así también, al relacionar cualitativamente el efecto de cada nivel de fertilización nitrogenada con los meses de cosecha y/o tiempos de crecimiento, el crecimiento acumulado del forraje fue mayor de noviembre a abril que de

Cuadro 12. Resultados obtenidos al comparar las distancias promedio de las curvas de producción primaria (crecimiento acumulado; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), fertilizados con distintos niveles de nitrógeno, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

	N 00	N 50	N 75	N 100
N 00				
N 50	***			
N 75	***	*		
N 100	***	NS	NS	

septiembre a octubre. Ello indica que a los tres meses de crecimiento, en exclusión, se obtiene la máxima producción en los pastizales al ser fertilizados con los niveles de nitrógeno aplicados. Después del tercer mes, aún se observa un crecimiento relativo hasta el cuarto mes, y posteriormente el crecimiento se estabiliza. Esto sugiere la necesidad de incrementar el intervalo de corte mensual a uno mayor, el cual podría estar alrededor de los tres meses.

En el caso de la fertilización con distintos niveles de fósforo (Figura 19), se encontró que los niveles P= 40 y P= 60 lograron la mayor (P<0.001) PPAN,

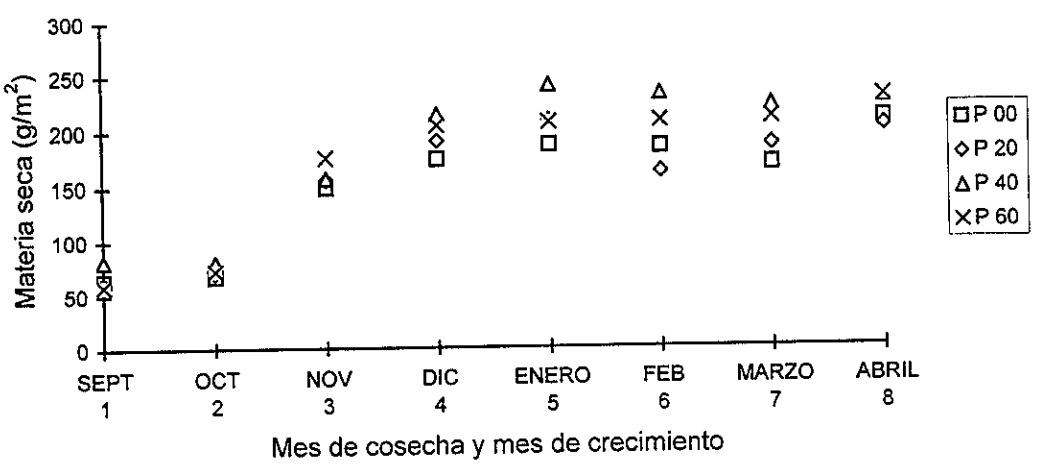


Figura 19. Efecto de la interacción entre distintos niveles de fertilización fosfatada (kg/ha) y cortes sucesivos mensuales en distintas subparcelas en la producción primaria (crecimiento acumulado; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

seguidos del nivel P= 20 (P<0.05). Las otras comparaciones no fueron significativas (Cuadro 13).

Es importante resaltar que la máxima producción de los pastizales fertilizados con fósforo se obtuvo en forma similar a la obtenida con la fertilización nitrogenada, a los tres meses de crecimiento. Es posible que además del efecto de la fertilización, la variación del contenido de nutrimentos que existían en los suelos, el arrastre de nutrimentos hacia las partes bajas y la composición botánica de los pastizales, hayan contribuido a la variación de la producción primaria de los pastizales evaluados.

Cuadro 13. Resultados obtenidos al comparar las distancias promedio de las curvas de producción primaria (crecimiento acumulado; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), fertilizados con distintos niveles de fósforo, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

	P 00	P 20	P 40	P 60
P 00				
P 20	*			
P 40	***	NS		
P 60	***	NS	NS	

En las Figuras 20 y 21 se presenta el efecto de la interacción entre el mes de cosecha y los distintos niveles de fertilización nitrogenada y fosfatada sobre la biomasa regenerada mensualmente. Se observa que el nivel de N= 00 aportó menor (P<0.01) PPAN que los niveles N= 75 y N= 100, los cuales alcanzaron la mayor producción de biomasa promedio de todo el periodo de evaluación (Cuadro 14); sin embargo, los resultados muestran que los distintos niveles de fósforo no afectaron significativamente el comportamiento de la curva de producción de biomasa regenerada (Cuadro 15). La respuesta a solo niveles bajos de fertilización podría estar asociada con deficiencias múltiples de nutrimentos, pero también con otras causas como pobre balance hídrico, y baja respuesta a la fertilización de las especies presentes en los pastizales evaluados. Finalmente, el lavado rápido de nutrimentos por la lluvia hacia las partes bajas pudo también haber afectado el nivel de respuesta observado.

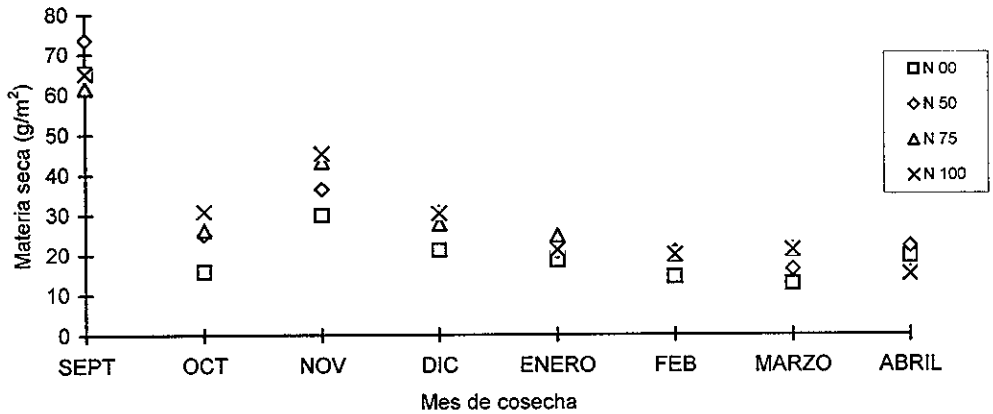


Figura 20. Efecto de la interacción entre distintos niveles de fertilización nitrogenada (kg/ha) y una frecuencia de corte mensual (en la misma subparcela) en la producción primaria (biomasa regenerada; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

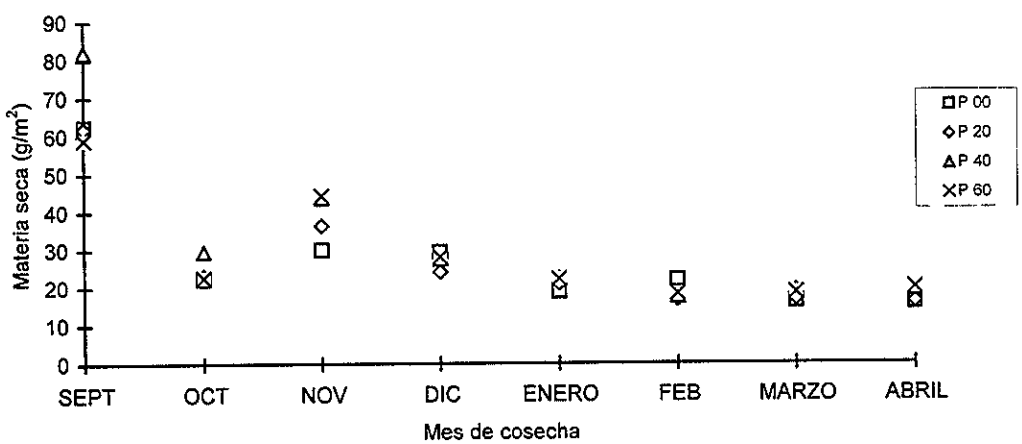


Figura 21. Efecto de la interacción entre distintos niveles de fertilización fosfatada (kg/ha) y una frecuencia de corte mensual (en la misma subparcela) en la producción primaria (biomasa regenerada; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Cuadro 14. Resultados obtenidos al comparar las distancias promedio de las curvas de producción primaria (biomasa regenerada; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), fertilizados con distintos niveles de nitrógeno, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

	N 00	N 50	N 75	N 100
N 00				
N 50	NS			
N 75	**	NS		
N 100	**	NS	NS	

Cuadro 15. Resultados obtenidos al comparar las distancias promedio de las curvas de producción primaria (biomasa regenerada; g MS/m^2) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), fertilizados con distintos niveles de fósforo, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

	P 00	P 20	P 40	P 60
P 00				
P 20	NS			
P 40	NS	NS		
P 60	NS	NS	NS	

Además, las Figuras 20 y 21 muestran que la biomasa regenerada fue mayor en el primer mes de cosecha (septiembre), un mes posterior a la aplicación de los fertilizantes. Enseguida, en octubre, que correspondió al segundo mes de cosecha, se presentó un descenso drástico de la biomasa regenerada, seguido de un relativo incremento en noviembre, para luego comenzar a descender progresivamente hasta febrero, estabilizándose el aporte de biomasa regenerada posteriormente. El descenso brusco de la biomasa regenerada podría ser explicado por la disminución de la precipitación pluvial, seguida de la pérdida de vigor de las plantas por la frecuencia de corte, así como por la ocurrencia de heladas y severa sequía en invierno.

7.3.3.3. Contenido de proteína cruda de la biomasa y balance parcial de nitrógeno de pastizales fertilizados

En la Figura 22 se presenta el contenido de proteína cruda del forraje acumulado en el quinto mes de cosecha (de la evaluación de crecimiento acumulado). Se observa que T4, T5, T9, T10 y T13 no difirieron (P>0.05) en contenido de proteína cruda respecto al tratamiento testigo. Sin embargo, T2, T3, T6, T7, T8, T11, T12, T14, T15 y T16 fueron superiores (P<0.05) respecto al testigo. Aunque el contenido de proteína cruda del forraje por efectos de la fertilización tendió a ser mayor en T12= NP 75-40, la respuesta no logró definirse con claridad, puesto que desde T2 y T3 con solo fertilización fosfatada, hasta T15 y T16 con las dosis más altas de nitrógeno y fósforo (empleadas en esta evaluación), presentaron el mayor (P<0.05) contenido de proteína cruda en el forraje en relación con el tratamiento testigo, sin que entre ellos hubieran diferencias significativas (P>0.05). Estos resultados indican que cualquiera de los niveles de fertilización utilizados mejora el contenido de proteína de los pastizales.

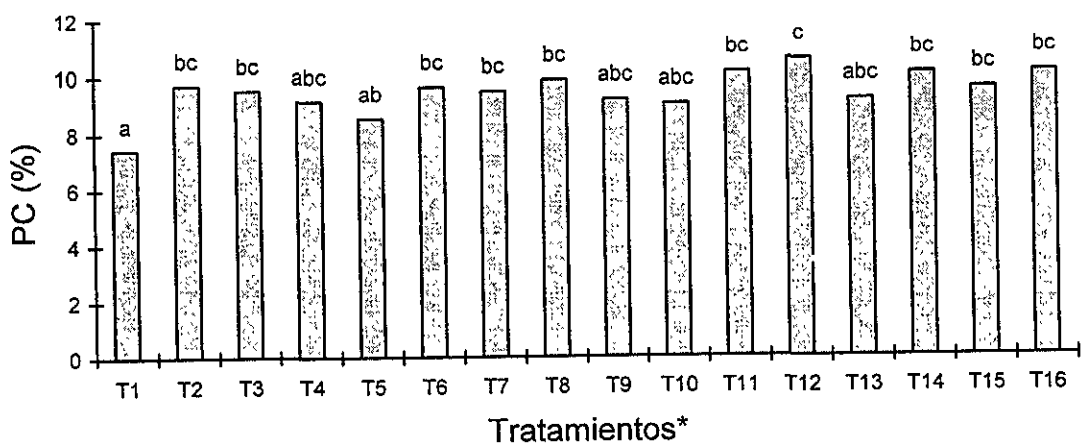


Figura 22. Contenido de proteína cruda de la biomasa acumulada (crecimiento acumulado) en el quinto mes de cosecha (enero) de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), con diferentes dosis de fertilización (kg/ha), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.
* T1= Testigo; T2= P 20; T3= P 40; T4= P 60; T5= N 50; T6= N 75; T7= N 100; T8= NP 50-20; T9= NP 50-40; T10 = NP 50-60; T11= NP 75-20; T12= NP 75-40; T13= NP 75-60; T14= NP 100-20; T15= NP 100-40; T16= NP 100-60.

Es importante señalar que los niveles máximos de fertilización nitrogenada y fosfatada, aplicados en esta evaluación, fueron bajos comparados con otras aplicaciones usadas en pastizales para la producción de ovejas, las cuales son mayores de 200 y 100 kg/ha de nitrógeno y fósforo respectivamente (Hodgson, 1994). La variación en el contenido de proteína del forraje se debió, en adición a la fertilización, a la composición botánica de los patizales evaluados. Es probable que la madurez del forraje acumulado en los cinco meses de crecimiento, al cual se le determinó el contenido de proteína cruda, no haya permitido captar diferencias importantes en el contenido de proteína entre niveles de fertilización, como ha ocurrido en otras investigaciones (Rubio *et al.*, 1996; Hodgson, 1994), en las que al aumentar la aplicación de fertilizantes nitrogenados se incrementó el contenido de proteína de los pastos, y cuando el tiempo de crecimiento acumulado del forraje es mayor, es decir, la frecuencia de corte es menor, el contenido de proteína del forraje cosechado se reduce a la mitad (Hodgson, 1994).

En el Cuadro 16 se presenta la biomasa total regenerada en ocho meses de evaluación y el balance parcial de nitrógeno de los pastizales. De acuerdo con la producción de biomasa regenerada, las parcelas de T1 (NP= 0-0) logran una capacidad de carga de 0.56 UA ha^{-1} $año^{-1}$ por efectos de la exclusión, la cual se incrementa a 1.53 UA ha^{-1} $año^{-1}$ con T5 (NP= 50-0), y a 0.8 UA ha^{-1} $año^{-1}$ con T2 (NP= 0-20); estos tratamientos produjeron la mayor y menor biomasa regenerada respectivamente, de todos los tratamientos. De acuerdo con la producción de forraje presentada en el Cuadro 10 por efecto de distintas frecuencias de corte, la capacidad de carga de T5 (NP= 50-0), con una frecuencia de corte mensual, se incrementaría notablemente al aumentar el intervalo de cosecha de 1.5 a 4.5 meses. Así también, se observa que la mayor ($P<0.05$) cantidad de nitrógeno en el forraje cosechado se obtuvo en T3, T5, T7, T9, T12, T14, T15 y T16. En este grupo de tratamientos sobresalen T5, T9 y T12, sin diferencia estadística ($P>0.05$) entre ellos. Se observa que el balance positivo del nitrógeno en el suelo fue aumentando de acuerdo con el incremento en la dosis de fertilización nitrogenada aplicada; en tanto que los tratamientos que no recibieron fertilización nitrogenada

Cuadro 16. Balance parcial de nitrógeno en (biomasa total regenerada) pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), con una frecuencia de corte mensual (septiembre-abril) y con diferentes dosis de fertilización (kg/ha), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Concepto	Tratamiento*															
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
[1] Rendimiento medio, kg MS/ha	1252.6	1812.3	2668.4	2420.7	3435.8	2034.4	2543.5	2102.7	2809.6	2299.3	2101.4	2734.1	2524.5	2627.9	2474.9	2216.2
[2] Literal	a	ab	abc	abc	c	ab	bc	ab	bc	abc	ab	bc	abc	bc	abc	abc
Error estándar (±)	94.4	96.6	142.4	202.4	508.8	108.6	407.6	170.4	199.5	216.6	227.8	304.5	309.3	192.2	291.6	153.0
Nitrógeno aplicado, kg/ha	0	0	0	0	50	75	100	50	50	50	75	75	75	100	100	100
[3] Nitrógeno obtenido en forraje cosecahado, kg/ha	13.28	24.81	32.51	31.83	42.43	28.01	35.62	29.63	37.07	29.72	29.66	42.52	32.31	38.09	34.18	32.49
[2] Literal	a	ab	b	ab	b	ab	b	ab	b	ab	ab	b	ab	b	b	b
Error estándar (±)	0.8	1.3	2.3	3.0	6.7	0.9	6.9	2.2	3.4	2.7	2.1	6.4	2.4	3.0	4.6	3.0
[4] Balance de nitrógeno	-13.28	-24.81	-32.51	-31.83	7.57	46.99	64.38	20.37	12.93	20.28	45.34	32.48	42.69	61.91	65.82	67.51

* T1= Testigo; T2= P 20; T3= P 40; T4= P 60; T5= N 50; T6= N 75; T7= N 100; T8= NP 50-20; T9= NP 50-40; T10 = NP 50-60; T11= NP 75-20; T12= NP 75-40; T13= NP 75-60; T14= NP 100-20; T15= NP 100-40; T16= NP 100-60

[1] Sumatoria de la producción de forraje en ocho meses (septiembre-abril), obtenida con una frecuencia de corte mensual.

[2] a,b,c Medias con distinta literal en la misma hilera, son diferentes ($P<0.05$).

[3] Se obtuvo con el porcentaje de nitrógeno (N) del forraje cosechado en el quinto mes de evaluación (enero) multiplicado por el rendimiento ajustado.

[4] Es la diferencia entre el N aplicado y el N obtenido en el forraje cosechado.

tuvieron un balance negativo. Es importante señalar que T2, T3 y T4, que recibieron solo fertilización fosfatada, presentaron un balance negativo muy superior al tratamiento testigo. En la practica, el balance negativo de nitrógeno de los pastizales evaluados debe ser menor, ya que durante el pastoreo tradicional de los ovinos, estos depositan cantidades importantes de nitrógeno en heces y orina, de fósforo en heces y de potasio en orina principalmente (Hodgson, 1994), lo cual no ocurrió en esta evaluación debido a que los pastizales fueron excluidos del pastoreo. Estos resultados muestran que T5, con solo 50 kg de nitrógeno por hectárea, produjo el máximo rendimiento de forraje a los ocho meses de crecimiento, así como uno de los mayores niveles de nitrógeno en el follaje y el balance positivo de nitrógeno más bajo de los tratamientos con fertilización nitrogenada (7.57 kg/ha); además, por ser el tratamiento que deja la menor cantidad de nitrógeno residual en el suelo, puede favorecer la sostenibilidad de los pastizales, siempre y cuando se acompañe de una reducción de la presión aactual de pastoreo.

7.3.3.4. Relación beneficio-costo de la producción de biomasa de pastizales fertilizados

El uso de una técnica como la fertilización debe tener el propósito de incrementar la producción en forma rentable, además de observar la sostenibilidad de la práctica. La introducción de tecnologías a un sistema de producción debe fundamentarse en una relativa seguridad de que los costos sean compensados por el incremento de los beneficios. Con base en lo anterior, se realizó una evaluación económica mediante el método de análisis de presupuesto parcial, para obtener la relación beneficio-costo de la producción primaria de los pastizales inducidos bajo fertilización.

El análisis económico (Cuadros 17 y 18) partió de la producción de forraje. La mayoría de los tratamientos produjeron mayor biomasa total a través de una frecuencia de corte mensual (biomasa regenerada; Cuadro 17), con excepción de T13 (NP= 75-60), T9 (NP= 50-40), T11 (NP 75-20) y T15 (NP= 100-40), los que tuvieron mayor producción con un crecimiento acumulado de ocho meses

Cuadro 17. Relación beneficio-costo en la biomasa regenerada de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), con una frecuencia de corte mensual (septiembre-abril) y con diferente dosis de fertilización (kg/ha), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Concepto	Tratamiento*															
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
[1] *Rendimiento medio, kg MS/ha*	1252.6	1812.3	2668.4	2420.7	3435.8	2034.4	2543.5	2102.7	2809.6	2299.3	2101.4	2734 1	2524.5	2627.9	2474.9	2216.2
[2] Rendimiento ajustado, kg MS/ha	1127.4	1631.0	2401.5	2178.6	3092.2	1830.9	2289.2	1892.4	2528.7	2069.3	1891.2	2460.6	2272.0	2365.1	2227.4	1994.6
[3] Beneficio bruto de campo, $/ha	1757.7	3322.7	4793.1	4177.3	5533.3	3697.4	4549.2	3915.2	4861.7	3917.1	4015.3	5458.9	4372.3	4994.4	4462.1	4227.4
[4] Costo del fertilizante, $/ha	---	91.4	182.7	273.8	163.1	244.5	326.1	254 4	345.8	436.9	335 9	427.2	518.3	417.5	508.8	599.9
[5] Costo de la mano de obra, $/ha	---	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	30.0	15.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30 0	30.0
[6] Total de costos variables, $/ha	---	106.4	197.7	288.8	178.1	259 5	356.1	269.4	375.8	466.9	365.9	457 2	548.3	447.5	538 8	629.9
[7] Beneficio neto, $/ha	1757.7	3216.3	4595.4	3888.5	5355.2	3437.9	4193.1	3645.8	4485.9	3450.2	3649.4	5001.7	3823.9	4547.0	3923.3	3597.5
[8] Tasa de retorno directa, $/ha	---	30.2	23.2	13.5	30.1	13.2	11.8	13.5	11.9	7.4	10.0	10.9	7.0	10.2	7.3	5.7
[9] Tasa de retorno marginal, $/ha	---	13.7	14.4	7.4	20.2	6.5	6.8	7.0	7 3	3.6	5.2	7.1	3.8	6.2	4.0	2.9

* T1= Testigo; T2= P 20; T3= P 40; T4= P 60; T5= N 50; T6= N 75; T7= N 100; T8= NP 50-20; T9= NP 50-40; T10 = NP 50-60; T11= NP 75-20; T12= NP 75-40; T13= NP 75-60; T14= NP 100-20; T15= NP 100-40; T16= NP 100-60

[1] Sumatoria de la producción de forraje en ocho meses (septiembre-abril), obtenida con una frecuencia de corte mensual.

[2] Es el *rendimiento medio menos un 10 % del mismo.*

[3] BBC = Es el rendimiento ajustado multiplicado por el costo de un kilogramo de forreje producido. Este último se obtuvo tomando como referencia el costo actual de un kg de alfalfa ($4.16) con 19.4 % de proteína cruda (PC). Con ello se calculó que el costo de un g de PC era de $ 0.021. Este valor se usó como constante para estimar el costo del forraje cosechado, con base en los g de PC obtenidos en cada tratamiento de fertilización.

[4] Se calculó con datos actuales: urea 46-0- 0 ($1.5/kg) y SFT 0-46-0 ($2.1/kg).

[5] La estimación se realizó dividiendo en dos la máxima cantidad de fertilizante empleada. Los tratamientos que recibierón la dosis más baja hasta la dosis intermedia se les asignó medio jornal, y los que recibierón más de la dosis intermedia, se les asignó un jornal.

[6] TCV = Es la sumatoria de los costos variables.

[7] BN = BBC-TCV.

[8] TRD = BN/TCV.

[9] TRM = BN de cualquier tratamiento - BN del tratamiento testigo / CV de cualquier tratamiento - CV del tratamiento testigo.

Cuadro 18. Relación beneficio-costo en el crecimiento acumulado de forraje en ocho meses, de pastizales inducidos (excluidos del pastoreo), y con diferente dosis de fertilización (kg/ha), en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Concepto	Tratamiento*															
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
[1] Rendimiento medio, kg MS/ha	1169.5	1620.7	1504.7	2420.1	2883.1	1729.6	2593.3	1849.5	2934.8	1901.3	2585.8	2191.9	3046.5	2061.2	2530.9	1812.8
[2] Rendimiento ajustado, kg MS/ha	1052.5	1458.6	1354.2	2178.1	2594.8	1556.6	2333.9	1664.6	2641.3	1711.1	2327.2	1972.7	2741.9	1855 1	2277.8	1631.5
[3] Beneficio bruto de campo, $/ha	1641.0	2971.4	2702.8	4176.3	4643.2	3143.5	4638.2	3443.8	5078.2	3239.1	4940.8	4376.5	5276.4	3917.5	4563.0	3457.9
[4] Costo del fertilizante, $/ha	—	91.4	182.7	273.8	163.1	244.5	326.1	254.4	345.8	436.9	335.9	427.2	518.3	417.5	508.8	599.9
[5] Costo de la mano de obra, $/ha	---	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	30.0	15.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
[6] Total de costos variables, $/ha	---	106.4	197.7	288.8	178.1	259.5	356.1	269.4	375.8	466.9	365.9	457.2	548.3	447.5	538.8	629.9
[7] Beneficio neto, $/ha	1641.0	2865.1	2505.1	3887.5	4465.1	2884.0	4282.1	3174.4	4702 5	2772.2	4575.0	3919.3	4728.0	3470.0	4024.2	2827.9
[8] Tasa de retorno directa, $/ha	---	26.9	12.7	13.5	25.1	11.1	12.0	11.8	12.5	5.9	12.5	8.6	8.6	7.8	7.5	4.5
[9] Tasa de retorno marginal, $/ha	---	11.5	4.4	7.8	15.9	4.8	7.4	5.7	8.1	2.4	8.0	5.0	5.6	4.1	4.4	1.9

* T1= Testigo; T2= P 20; T3= P 40; T4= P 60; T5= N 50; T6= N 75; T7= N 100; T8= NP 50-20; T9= NP 50-40; T10 = NP 50-60; T11= NP 75-20; T12= NP 75-40; T13= NP 75-60, T14= NP 100-20; T15= NP 100-40; T16= NP 100-60

[1] Producción de forraje, cosechado en un solo corte a los ocho meses de crecimiento (septiembre-abril).

[2] Es el rendimiento medio menos un 10 % del mismo.

[3] BBC = Es el rendimiento ajustado multiplicado por el costo de un kilogramo de forreje producido. Este último se obtuvo tomando como referencia el costo actual de un kg de alfalfa ($4.16) con 19.4 % de proteína cruda (PC). Con ello se calculó que el costo de un g de PC era de $ 0.021. Este valor se usó como constante para estimar el costo del forraje cosechado, *con base en los g de PC obtenidos en cada tratamiento de fertilización.*

[4] Se calculó con datos actuales: urea 46-0- 0 ($1.5/kg) y SFT 0-46-0 ($2.1/kg).

[5] La estimación se realizó dividiendo en dos la máxima cantidad de fertilizante empleada. Los tratamientos que recibierón la dosis más baja hasta la dosis intermedia se les asignó medio jornal, y los que recibierón más de la dosis intermedia, se les asignó un jornal.

[6] TCV = Es la sumatoria de los costos variables.

[7] BN = BBC-TCV.

[8] TRD = BN/TCV.

[9] TRM = BN de cualquier tratamiento - BN del tratamiento testigo / CV de cualquier tratamiento - CV del tratamiento testigo.

(Cuadro 18). En el caso de la biomasa regenerada de pastizales con una frecuencia de corte mensual, la mayor producción se obtuvo, en orden de importancia, en T5, T9, T12, T3 y T14, mientras que el crecimiento acumulado de forraje en ocho meses (Cuadro 17) fue mayor en T13, T9, T5, T7, T11 y T15. Estos resultados de producción de forraje, conjuntamente con el total de costos variables influyeron en forma decisiva en los resultados de la evaluación económica.

El análisis económico muestra, en general, que el beneficio bruto de campo y el beneficio neto en los tratamientos que recibieron fertilización fueron mayores, llegando en algunos casos, a duplicar o triplicar los beneficios del tratamiento testigo. En forma particular, en el análisis económico de la biomasa regenerada de pastizales con una frecuencia de corte mensual (Cuadro 17) sobresalen, en orden de importancia, T5, T12, T14, T9 y T3 por el mayor beneficio bruto de campo. Estos mismos tratamientos presentaron el mayor beneficio neto en el siguiente orden de importancia T5, T12, T3, T14 y T9. En relación con la tasa de retorno directa, la cual indica el importe monetario que se gana por cada peso invertido en la fertilización de los pastizales, T2, T5 y T3 fueron los sobresalientes; y para el caso de la tasa de retorno marginal, que indica la ganancia por arriba del aporte monetario del tratamiento testigo, T5, T3 y T2 resultaron ser los mejores. En lo que se refiere al crecimiento acumulado de forraje en ocho meses (Cuadro 18), el mayor beneficio bruto de campo y beneficio neto se obtuvieron, en orden de importancia, en T13, T9, T11, T5, T7 y T15, la tasa de retorno directa fue mejor en T2 y T5, mientras que la tasa de retorno marginal fue superior en T5, seguida de T2.

Los dos análisis económicos realizados muestran que el tratamiento testigo, así como T2, T3 y T4, con solo fertilización fosfatada, presentaron un beneficio neto equiparable o superior a los otros tratamientos; sin embargo, esa extracción de recursos económicos del pastizal asociada a un balance negativo o extracción continua de nitrógeno del suelo, contribuye a que el sistema de producción ovina deje de ser sostenible. De todos los tratamientos, T5 fue el que produjo simultáneamente la mejor tasa de retorno directa y tasa de retorno

marginal en ambas evaluaciones, con solo 50 kg/ha de nitrógeno aplicado, correspondiente a la dosis mas baja empleada. Estos resultados concuerdan con los reportados por Rubio *et al.* (1996) al evaluar el efecto de la fertilización en forrajes nativos del norte de México, donde obtuvieron, con aplicaciones de 60-0-0 kg/ha de NPK, uno de los mayores beneficios netos y tasa de retorno marginal (355 %).

7.3.3.5. Composición florística de los pastizales

La importancia de conocer la composición florística de los pastizales y sus cambios a través del tiempo por efectos del pastoreo, radica en que permite identificar a las especies deseables con mayor persistencia y que tienen posibilidades de contribuir a la sostenibilidad ecológica y económica del pastizal y de la producción pecuaria.

En el Cuadro 19 se presenta el listado de familias y especies botánicas que estuvieron presentes al realizar la exclusión de los pastizales (inicio de la evaluación) en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas. El total de familias y especies identificadas en los cuatro bloques o pastizales evaluados fueron 25 y 74 respectivamente. En el Bloque A se registraron 22 especies, 27 en el B, 32 en el C y 34 en el D. Con excepción de *Aegopogon cenchroides* var. *breviglumis, Pennisetum clandestinum y Cuphea aequipetala*, que fueron identificadas en los cuatro bloques, las otras especies se registraron solo en uno, en dos o en tres de los bloques. Del total de especies identificadas 31 fueron anuales y 46 perennes; así también, 47 fueron herbáceas erguidas, 20 herbáceas postradas, 2 herbáceas trepadoras, 4 arbustivas y 1 arbórea (González *et al.*, 1997; Hodgson, 1994; López, 1992; Beedlove, 1986; Mejia, 1986; Tocani, 1980; Flores, 1977; Font, 1977). De acuerdo con información de las pastoras de la región, especialistas y técnicos botánicos de ECOSUR, observaciones propias y revisión bibliográfica (Mejía y Dávila, 1992; González, 1984; Breedlove, 1981; Flores, 1977), las especies forrajeras deseables o consumidas por animales domésticos en pastoreo fueron 38, las poco deseables fueron 23, y las no deseables fueron 13. De ellas, en los bloques A, B, C y D, respectivamente se encontraron 10, 15,

Cuadro 19. Presencia de especies vegetales en pastizales naturalizados de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Familia y especie	Nombre Común (Tzotzil)	Bloque[1]				Forma de vida[2]	Hábito de crecimiento[3]	Importancia forragera[4]
		A	B	C	D			
CARYOPHYLLACEAE								
Drymaria aff. Villosa	---				x	A	HE	D
CLETHRACEAE								
Clethra suaveolens	Tsots nite'		x	X		P	A	ND
COMMELINACEAE								
Commelina coelestis	Tzemeni	x	x	X		A	HP	PD
Tripoganda amplexicaulis	Sakil tz'emen		x		x	A	HE	D
COMPOSITAE								
Baccharis conferta	Meste'				x	P	AR	PD
Baccharis serraefolia	Varaxic		x			P	AR	PD
Bidens aff. Chrysanthemifolia	---	x				A	HE	D
Bidens aurea	Tusus womol				x	A	HE	D
Bidens odorata	Sak matáz	x				A	HE	D
Bidens pilosa var. Minor	Matas		x		x	A	HE	D
Bidens triplinervia	Saju'		x			A	HE	D
Conyza bonariensis	Tsushnu womol	x	x	X		A	HE	ND
Conyza canadensis	---				x	A	HE	ND
Erigeron karvinskianus	Sak nich womol				x	P	HE	D
Gnaphalium americanum	---			X		A	HE	PD
Gnaphalium semiamplexicaule	Sak nish			X	x	A	HE	PD
Melanthera sp.	---		x		x	P,A	HE	D
Piqueria trinervia	Chichicuy	x				P	HE	D
Spilanthes oppositifolia	---			X		P	HE	D
Stevia jorullensis	---				x	P	HE	D
Stevia serrata	Hichim womol	x			x	P	HE	D
Tagetes coronopifolia	---		x			A	HE	D
Tagetes erecta	Batz'l potzlom	x				A	HE	D
Tagetes filifolia	Tzitz womol		x	X	x	A	HE	D
Taraxacum officinale	Chosh shilel			X	x	P	HP	PD
CONVOLVULACEAE								
Dichondra sericea	---			X		A	HP	D
CRUCIFERAE								
Brassica campestris	Napush	x				A	HE	D
CUCURBITACEAE								
Cuscuta corymbosa	K'an bak				x	A	HT	ND
CYPERACEAE								
Cyperus rotundus	---	x	x	X		P	HE	ND
Bulbostylis juncoides	---				x	P	HE	PD
Fimbristylis dichotoma	Yaxal nich	x			x	P	HE	PD
Killinga pumila	---	x				P	HE	PD
EUPHORBIACEAE								
Euphorbia sp.	---		x			A,P	HE	PD
Stillingia acutifolia	Caal chak	x				P	AR	ND
GRAMINEAE								
Aegopogon cenchroides	Tzo'op womol							
Axonopus ater	---			X		P	HP	D
Bromus carinatus	Anajovel		x	X		A	HE	D
Cynodon dactylon	Acanjovel			X		P	HP	PD
Dichanthelium laxiflorum	Jovel			X		P	HP	D
Eragrostis intermedia	---			X	x	P	HE	D
Eragrostis mexicana	---		x			P	HE	D
Muhlenbergia vaginata	---			X		A	HE	D

Paspalum coniugatum	---		x		x	P	HP	PD
Paspalum jaliscanum	---	x			x	P	HP	D
Pennisetum clandestinum	---	x	x	X	x	P	HP	D
Setaria sp.	Yaxal womol	x	x		x	P,A	HE	PD
Sporobolus indicus	Yisimbe	x		X	x	P	HE	ND
Sporobolus poiretti	---			X		P	HE	ND
Stipa ichu	Anajovel		x	X	x	P	HE	PD
Stipa mucronata	Jovel		x	X		P	HE	PD
Trisetum deyeuxioides	---			X		P	HE	D
IRIDACEAE *Orthrosanthus chimboracensis*	---		x		x	P	HE	ND
Orthrosanthus exsertus	Yashal			X		P	HE	ND
LABIATAE *Salvia leptophylla*	---		x			P	AR	PD
Prunella vulgaris	Yaxal nich				x	A	HE	D
LEGUMINOCEAE *Crotalaria quercetorum*	Chuch'u			X		P	HE	PD
Desmodium aparines	---				x	P	HT	D
Medicago polymorpha	Polotz		x		x	P	HP	D
Trifolium amabile	C'anquis					P	HP	D
LYTHRACEAE *Cuphea aequipetala*	Nabonon	x	x	X	x	P	HP	D
OXALIDACEAE *Oxalis corniculata*	Kinjaj womol			X		A	HP	D
PLANTAGINACEAE *Plantago australis spp. Hirtella*	Tzepente'			X	x	P	HE	ND
POLYGONACEAE *Rumex sp.*	---	x				P	HP	ND
RHAMNACEAE *Ranunculus petiolaris*	Mitan k'ac				x	P	HE	PD
ROSACEAE *Alchemilla aphanoides*	---	x		X		P	HP	PD
RUBIACEAE *Crusea diversifolia*	Tzitz womol		x		x	A	HE	D
Houstonia serpyllacea	---			X		P	HP	D
SCHIZACEAE *Pteridium aquilinum*	Chisan			X	x	A	HE	ND
SELAGINELLACEAE *Selaginella sp.*	---			X		P	HP	PD
SOLANACEAE *Physalis phyladelphica*	---	x				A	HE	PD
UMBELLIFERAE *Daucus montanus*	Womol				x	A	HE	PD
Eryngium foetidum	Stajajet womol		x			A	HP	D
Eryngium scaposum	---		x			P	HP	D
VERBENACEAE *Verbena carolina*	sak nich womol	x				P	HE	PD

[1] Bloque A= Sitio Bautista Chico; Bloque B= Sitio Tres Cruces; Bloque C= Sitio Chamula; Bloque C= Sitio Chilil.

[2] A= anual; y P= Perenne.

[3] HE= Herbácea erguida: planta no lignificada; HP= Herbácea postrada o estolonifera: planta que produce brotes laterales en la superficie del suelo o debajo de el, y que, enraizando y muriendo en las porciones intermedias, engendra nuevos individuos y propaga vegetativamente a la planta; HT= Herbácea trepadora; AR= Arbusto: planta de consistencia leñosa, de baja: altura y con numerosos tallos desde la base; A= Arbórea planta de consistencia leñosa y con tallo simple (Font, 1977).

[4] D= Deseable; PD= Poco deseable; y ND= No deseable.

14 y 18 deseables; 7, 8, 10 y 10 poco deseables y 5, 4, 8 y 6 no deseables para los animales.

Esta información muestra la diversidad de especies presentes en los pastizales de la región de estudio, pone en evidencia que existe variación en la composición florística entre los mismos y demuestra la escasez de especies con amplia distribución espacial, lo cual obedece principalmente a las variaciones en el tipo de suelo, intensidad de pastoreo, evolución histórica del sitio y régimen climático (West, 1993). Particularmente, la presión de pastoreo tiene un efecto importante en la longevidad y la persistencia de las especies forrajeras presentes en un pastizal, y son afectadas negativamente, en mayor o menor medida, conforme aumenta la presión de pastoreo, dependiendo de la especie forrajera (Curll y Wilkins, 1982).

Los pastizales estudiados habían sido pastoreados continuamente, por lo menos, durante diez años previos al inicio de la evaluación, y su grado de cobertura fue de 84, 78, 72 y 80 %, respectivamente, en los bloques A, B, C y D al comienzo de la evaluación. La presencia de un 40.2 % de especies anuales en los pastizales evaluados puede indicar la sustitución de especies perennes deseables por otras menos deseables para los animales, especialmente en el Bloque C, en el que se identificó un mayor número de especies indeseables. Dicho bloque estuvo asociado, además, con la menor cobertura del pastizal al inicio de la evaluación, lo que muestra el estado de degradación del mismo debido al intenso pastoreo de ovinos y, en consecuencia, la pérdida de su estabilidad botánica, en mayor medida que los bloques A, B y D. Observaciones similares han sido reportadas por Jones y Mott (1980), quienes indican que la presencia o ausencia de las especies forrajeras que conforman un pastizal depende de su estabilidad, siendo una pradera botánicamente estable cuando mantiene constante su composición botánica, aún bajo condiciones de pastoreo. Al final de la evaluación de los pastizales, el efecto benéfico de la exclusión fue bastante claro, ya que estos aumentaron su cobertura a 98, 95, 92 y 98 %, respectivamente, para los bloques A, B, C y D. No obstante, la alta carga animal a que han estado sometidos, la respuesta a la exclusión es marcada. La tendencia

contraria fue demostrada por Clarkson y Lee (1988), quienes encontraron que al aumentar la carga animal de 1.3 a 3.7 ovejas/ha^{-1}, en un pastizal nativo, durante siete años de evaluación, la cobertura del mismo se redujo.

En el caso de los pastizales o Bloques C y D, que fueron evaluados para observar el efecto de distintos tratamientos de fertilización nitrogenada y fosfatada en el aporte de biomasa, la cobertura vegetal del suelo, antes de realizar la exclusión (es decir, bajo pastoreo continuo), varió de 70.0 a 62.9 % de gramíneas, de 14.8 a 11.4 % de leguminosas y de 15.2 a 25.7 % de otras especies. Después de un año de exclusión y de haber sido fertilizados los pastizales, la fluctuación de la cobertura del suelo entre tratamientos fue de 64.8 a 70 % de gramíneas, de 10.0 a 17.1 % de leguminosas, y de 12.9 a 21.9 % de otras especies, en el Bloque C; en tanto que en el bloque D la cobertura fluctuó de 51.0 a 70 % de gramíneas, de 10.0 a 12.4 % de leguminosas y de 12.4 a 36.7 % de otras especies. Aunque hubo una tendencia general relativa de incremento de la cobertura de gramíneas, así como de leguminosas, en estas ultimas los efectos de la fertilización fosfatada, en particular, no pudieron ser observados en un año de evaluación, debido a que este tiempo no fue suficiente para captar diferencias significativas en cobertura del suelo entre los grupos de especies señalados por efectos de la fertilización y/o exclusión del pastoreo.

7.3.4. Animal

7.3.4.1. Consumo de nutrimentos y producción de estiércol

La presentación de los resultados del componente animal del sistema de producción ovina bajo estudio se inicia con la estimación del consumo de forraje en condiciones de pastoreo, debido a la estrecha relación que guarda con los resultados del componente vegetal acabados de presentar en el apartado 7.3.3, así como por la influencia que tiene sobre las variables de respuesta del propio componente animal que se presentan posteriormente.

En el Cuadro 20 se muestran los resultados estimados del consumo de materia seca y aporte de estiércol de ovinos adultos en condiciones de pastoreo en la comunidad de Bautista Chico, perteneciente al municipio de San Juan

Cuadro 20. Consumo de materia seca y aporte de estiércol de ovinos adultos por estación del año y sexo, en Bautista Chico, Chamula, Chiapas

Concepto	Tratamientos*							
	1 M	2 H	3 M	4 H	5 M	6 H	7 M	8 H
Consumo, MS g d-1	461.5 ^{abcde}	288.0 ^{a}	449.5 ^{abc}	360.3 ^{ab}	562.2 ^{def}	667.6 ^{df}	474.8 ^{bcde}	460.2 ^{abcd}
Error estándar	32.4	18.42	34.36	26.48	31.02	116.76	29.35	36.96
Retorno de heces al pastizal, g d-1	90.2 ^{abcd}	58.6^{a}.	76.8^{abc}	50.6 ^{a}	116.8 ^{bd}	117.4 ^{bcd}	6.2 ^{abc}	75.2 ^{ab}
Error estándar	6.98	5.42	8.77	5.35	11.89	23.22	5.07	6.23
Extracción de heces al pastizal g, d-1	161.4 ^{ab}	101.8 ^{a}	119.7 ^{a}	105.8 ^{a}	185.6 ^{bc}	241.8 ^{c}	144..8 ^{ab}	142.5 ^{ab}
Error estándar	10.83	8.59	8.85	7.73	11.93	42.67	9.91	14.33
Producción de heces *Diaria* g d-1	257.0 ^{bcde}	160.4 ^{a}	195.1 ^{ab}	156.3 ^{a}	302.5 ^{cde}	359.1 ^{e}	224.6 ^{abcd}	217.6 ^{abc}
Error estándar	18.06	10.26	14.91	11.49	16.69	62.81	13.88	17.48

* 1= Ovinos machos en primavera; 2= Ovinos hembras en primavera; 3= Ovinos machos en verano; 4= Ovinos hembras en verano; 5= Ovinos machos en otoño; 6= Ovinos hembras en otoño; 7= Ovinos machos en invierno; 8= Ovinos Hembras en invierno.
a,b,c,d,e,f Medias con distinta letra en la misma hilera, son diferentes (P<0.05).

Chamula. El análisis de varianza mostró diferencias en consumo (P<0.05), en algunos casos, entre sexo y para estación del año. Sobresale una importante variación en el consumo de materia seca de las hembras a través del año, en tanto que los machos mantuvieron un consumo relativamente estable. En primavera y verano, las hembras obtuvieron el menor consumo, mientras que en otoño el consumo fue mayor tanto en hembras como en machos. En general, la variación del consumo de materia seca de los ovinos estuvo relacionado estrechamente con el forraje disponible en los pastizales inducidos bajo pastoreo continuo, presentado en la Figura 17; y en forma particular, el mayor consumo de las hembras en otoño, se relacionó con su estado fisiológico, especialmente con la mayor demanda de nutrimentos para gestación y lactancia.

En otoño, cuando los ovinos de ambos sexos lograron el máximo consumo, las hembras, con peso vivo promedio de 19.35 ± 1.66 kg, tuvieron un consumo de materia seca (CMS) de 3.4 % de su peso vivo, equivalente a 72.3 g de MS d^{-1}/kg

$PV^{.75}$. Por su parte, los machos, con peso vivo promedio de 23.33 ± 0.72 kg, tuvieron un CMS de 2.4 % de su peso vivo, equivalente a 52.9 g d^{-1}/kg $PV^{.75}$. El CMS de las hembras evaluadas (3.5 % del peso vivo y 88.0 g de MS d^{-1}/kg $PV^{.75}$) tiene una aproximación importante con la información reportada en las tablas del NRC (1985) para borregas no lactantes de 40 kg y que se encuentren en las primeras 15 semanas de gestación; sin embargo, dicha información difiere con el CMS (4.3 % del peso vivo y 101.5 g de MS d^{-1}/kg $PV^{.75}$) de los machos destetados de 20 kg, con crecimiento moderado.

Si se considera un consumo promedio de 101.1 g de MS d^{-1}/kg $PV^{.75}$, obtenido con información reportada por Gutiérrez (1986), Nahed (1990) y Bores (1990), para ovinos alimentados con dietas altas en forrajes y rastrojos en el estado de México, las hembras utilizadas en esta evaluación, con peso vivo promedio de 19.35 ± 1.66 kg, requieren consumir 932 g de MS d^{-1} (4.8% del peso vivo) y los machos, con 23.33 ± 0.72 kg, requieren 1071 g de MS d^{-1} (4.6% del peso vivo) para cubrir sus necesidades físicas. Ello indica, que el nivel de consumo de materia seca obtenido en la evaluación de campo (Cuadro 20) es menor que el requerido realmente por los ovinos, y en el mejor de los casos, únicamente las hembras cubren sus requerimientos de MS en otoño. A lo anterior, se encuentran asociados los largos recorridos durante el pastoreo, que representan en mayor medida una deficiencia de energía.

Al tomar como referencia un 11 % de contenido de proteína cruda en el forraje disponible, correspondiente al mes de septiembre de la Figura 17, se estima que con el mayor consumo de materia seca en otoño (Cuadro 18), las hembras (T6= 667.6 g d^{-1}) y los machos (T5=526.6 g d^{-1}) obtuvieron, respectivamente, 73.4 y 61.8 g de proteína diariamente. Sin embargo, el NRC (1985) reporta requerimientos de proteína de 156 g d^{-1}, para borregas no lactantes de 40 kg que se encuentren en las primeras 15 semanas de gestación; y 95 g d^{-1} para borregas de 50 kg en mantenimiento. En el caso de los machos, el NRC (1985) reporta requerimientos de 167 y 191 gramos de proteína por día para corderos destetados de 20 kg, con crecimiento moderado. Es claro que la diferencia entre el consumo y el requerimiento de proteína es mucho mayor en el

caso de los machos. Sin embargo, la falta de información específica de los requerimientos nutricionales de los ovinos criollos de la región de estudio, dificulta conocer con mayor aproximación en que medida estos cubren sus necesidades nutritivas durante el pastoreo. El bajo peso y la talla pequeña de los animales, no se ajustan a ninguna de las tablas convencionales de necesidades nutricionales para ovinos. Es probable que el bajo peso metabólico de los animales permita que los nutrimentos que estos obtienen en otoño, cubran los requerimientos nutricionales para mantenimiento y una parte de las necesidades de producción, particularmente en el caso de las hembras; sin embargo, se estima que en las otras estaciones del año los requerimientos no se cubren, a juzgar por la condición de los animales, principalmente en primavera, debido a la disminución del forraje disponible y de su contenido de proteína (Figura 17), lo cual, se reflejó en consumos bajos (Cuadro 20). De acuerdo con Allden y Whittaker (1970), lo anterior obedece a la estrecha relación que existe entre tasa de consumo y variación de la disponibilidad de forraje en el pastizal., así como de su calidad.

Al igual que el consumo de materia seca, también el aporte de estiércol tuvo una tendencia de variación similar a lo largo del año. La mayor producción de estiércol en otoño, así como la menor producción de éste en las otras estaciones del año, se relacionó más con la cantidad consumida de forraje que con el incremento o la disminución de la fibra detergente neutro y/o la digestibilidad *in vitro* del forraje (Figura 17). A nivel del rebaño, el total de forraje consumido y el total de estiércol producido varían en función del forraje disponible, tamaño y/o edad de los ovinos. En este contexto, Zoby y Holmes (1983) al evaluar el consumo de borregos de diferentes tamaños, encontraron que los jóvenes y pequeños tuvieron el menor consumo; sin embargo, en relación al peso metabólico el consumo fue mayor. Así también, los borregos pequeños produjeron mayor cantidad de heces, como media relativa del peso metabólico, que los animales medianos, y éstos a su vez produjeron más que los grandes. La tendencia observada por los citados autores se encuentra ligada al manejo óptimo del pastizal, de los animales y de la interacción de ambos. Lo anterior no ocurre en la región de estudio, debido al incipiente manejo de pastizales, ovinos y de la

interacción planta-animal, observado en la variabilidad del forraje disponible a lo largo del año, que es particularmente deficiente en invierno y parte de primavera, en tanto que la carga animal se mantiene elevada durante todo el año.

Del estiércol que produjeron diariamente los ovinos en los distintos tratamientos (Cuadro 20), la cantidad que retornó al pastizal durante el pastoreo fue menor que la cantidad producida durante el encierro nocturno de los animales. Lo anterior significa que existe una extracción continua de nutrimentos del pastizal a través de las heces, las cuales se utilizan para el abonado de los cultivos, principalmente para la producción de hortalizas en las áreas agropecuarias intensivas de la zona borreguera. Dicha extracción de estiércol, asociada a la alta carga animal, a la no fertilización de los pastizales o de otras prácticas que permitieran recuperara la fertilidad, está conduciendo a un franco deterioro.

7.3.4.2. Dinámica de la estructura del rebaño

En el Cuadro 21 se presenta el tamaño y la estructura de once rebaños observados durante un año en la comunidad de Bautista Chico, municipio de San Juan Chamula. Esta información muestra heterogeneidad entre los rebaños; sin embargo, durante el periodo de observación (un año), ni el tamaño ni la estructura de los rebaños mostraron variaciones importantes. El tamaño de los rebaños, particularmente en el municipio de San Juan Chamula, con alta población ovina, es pequeño, por lo que existe un alto número de unidades de producción borregueras. En promedio, las hembras mayores de tres años (45.8 ± 10.6 %) y los machos de más de un año (21.1 ± 14.1) integran el mayor número de animales de los rebaños. Desde el punto de vista de la eficiencia reproductiva, es ineficiente que en los rebaños exista un alto número de machos; sin embargo, como el principal objetivo de los tzotziles es producir lana, no es una práctica generalizada el desechar animales con el propósito de mantener una estructura más conveniente, a ello se debe que los rebaños mantengan una alta proporción de machos, lo cual puede ser positivo para fines de producción de lana, aunque para producción de carne no sería conveniente. Estos resultados son similares, en

Cuadro 21. Tamaño y estructura de rebaños de la comunidad de Bautista Chico, Chamula, Chiapas.

Rebaño	Total	Cord. <1A	Hemb. 1ª	Hemb. 2ª	Hemb. 3A	Hemb. >4A	Machos >1A
			Al inicio del monitoreo (marzo de 1995)				
R1	23	3	3	1	3	9	4
R2	10	2	1	0	1	3	3
R3	5	0	2	0	1	1	1
R4	5	0	1	0	0	3	1
R5	13	5	0	2	2	4	0
R6	7	1	1	1	1	2	1
R7	15	2	0	1	2	3	7
R8	3	1	0	0	2	0	0
R9	6	1	0	0	1	2	2
R10	18	4	0	4	3	4	3
R11	6	0	2	0	0	2	2
Prom.=	10.1	1.7	0.91	0.81	1.45	3.0	2.18
D.Std.=	6.08	1.60	0.99	1.19	0.98	2.21	1.94
			Al final del monitoreo (marzo de 1996)				
R1	24	3	2	3	1	11	4
R2	12	3	2	0	0	4	3
R3	5	0	0	2	0	2	1
R4	6	1	0	1	0	3	1
R5	13	2	2	0	2	5	2
R6	7	1	1	1	1	2	1
R7	14	2	1	0	1	5	5
R8	4	1	0	0	0	2	1
R9	6	1	1	0	0	2	2
R10	19	3	2	0	3	7	4
R11	6	0	0	2	0	2	2
Prom.=	10.55	1.55	1.0	0.82	0.73	4.09	2.36
D.Std.=	6.49	1.13	0.89	1.08	1.01	2.84	1.43

términos generales, a los reportados por Nahed y Parra (1984) en 8 rebaños de la misma comunidad estudiada (tamaño del rebaño= 11.5; corderos < 1 año= 0.75; hembras de 1 a 2 años= 1; hembras >2 años y < 3= 1.37; hembras > 3 y <4 años= 1.25; hembras > de 4 año= 3.5 y machos > 1 años= 1.6), e indican que en más de 14 años no han habido cambios sustanciales.

De la misma forma que ha sido reportado por Temple y Reh (1984) para otras regiones del mundo, la dinámica de la estructura de los rebaños estudiados

estuvo determinada por la tasa de natalidad (57.1 ± 30.7 %), sobrevivencia (84.8 ± 10.4 %), mortalidad de corderos (15.2 ± 4.7 %) y de ovinos adultos (11.5 ± 3.2 %), que dependen del cuidado y manejo que el productor les da a los animales; así como por la tasa de extracción (10.2 ± 2.8 %) o venta de animales, determinada por las necesidades económicas y de factores socioculturales; la introducción de animales al rebaño, según las posibilidades económicas para la compra, el mecanismo de herencia y el criterio del productor. Estos parámetros productivos son relativamente similares a los reportados por Parra-Vázquez *et al.* (1993), con excepción de la tasa de extracción (5 %), la cual se ha incrementado a 10.2 ± 2.8 % en los últimos años.

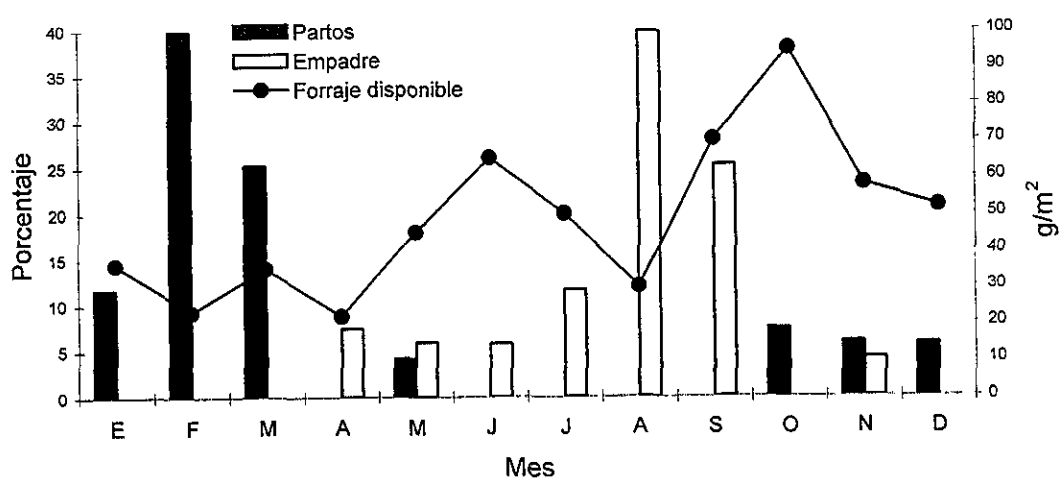
La baja disponibilidad de forraje y las condiciones climáticas adversas, principalmente de enero a marzo, causan problemas de desnutrición y reducen la resistencia a la infección (Howie, 1963), lo cual contribuye a la baja tasa de natalidad y alta tasa de mortalidad de los ovinos. Conjuntamente con lo anterior, la fuerte consanguinidad que presentan los rebaños de ovinos de los tzotziles, por falta de control del empadre, ha conducido a una declinación general del vigor, del comportamiento productivo y de la capacidad para adaptarse al ambiente, lo cual afecta a toda la población y modifica la estructura del rebaño (Lasley, 1979). Lasley (1979) señala que la consanguinidad, acompañada de la selección de sementales superiores podría ser muy ventajosa para los rebaños de muchos productores; sin embargo, es importante estar conscientes de los efectos y las posibles consecuencias de este sistema de apareamiento. Así también, el hecho de que los productores estén conscientes de vender animales con problemas reproductivos, hembras con baja aptitud materna y ovinos viejos, afectan la estructura del rebaño.

Es importante señalar que los rebaños pequeños pertenecen a unidades de producción con escasos recursos que destinan la producción al autoconsumo, mientras que los rebaños grandes pertenecen a unidades de producción en un estrato socioeconómico mayor, con la tendencia a producir para el mercado, además de satisfacer el autoconsumo familiar. Aún así, es notorio que la estructura de los rebaños de los distintos tipos de productores difiere, en gran

medida, de aquellos rebaños manejados con propósitos comerciales y para producción de carne en México; por ejemplo, el caso del sistema de producción ovina en Xalatlaco, estado de México, donde el tamaño promedio del rebaño es de 84 ovinos, de los cuales el 60 % -54 animales- son hembras en etapa reproductiva (Arbiza *et al.*, 1991).

7.3.4.3. Comportamiento reproductivo

En la Figura 23 se presenta la frecuencia mensual de pariciones y empadre de las ovejas paridas en los rebaños estudiados de la comunidad de Bautista Chico. Se observa que la dinámica reproductiva se encuentra estrechamente relacionada con el ciclo natural lluvias-forraje-calores, es decir, las borregas son cubiertas durante el período de lluvias, principalmente entre los meses de julio y septiembre, cuando existe mayor producción de forraje en los pastizales y, en consecuencia, los animales aumentan el consumo de nutrimentos. Ello ocasiona que las pariciones se distribuyan de octubre a mayo, con una mayor



	I	P	V	O	Sexo
CMS (g d^{-1})	460.2	288.0	360.3	667.6	Hembras
	474.8	461.5	449.5	562.2	Machos

Figura 23. Frecuencia mensual de empadre y pariciones de borregas en la comunidad de Bautista Chico, Chamula, Chiapas, y su relación cualitativa con el forraje disponible y el consumo de materia seca (CMS).
I = Invierno; P = Primavera; V = Verano; O = Otoño. n = 36.

concentración en los meses de febrero y marzo. De acuerdo con Ley *et al.* (1986), este comportamiento reproductivo de la borrega Chiapas no tiene relación directa con el fotoperiodo regional, pero sí con la disponibilidad de forraje.

De la Figura 23 se puede concluir que los mayores consumos de materia seca coinciden con la mayor disponibilidad de forraje; sin embargo, los mayores requerimientos de las hembras en febrero-marzo, para lactancia, coinciden con los menores consumos, atribuibles a la escasez de forraje. Esto ocasiona una alta mortalidad en las crías.

Como resultado de este ciclo reproductivo estacional, más bien determinado por la dinámica de las condiciones naturales que por el manejo que los productores les dan a los ovinos, la tasa de parición (27.4 % ± 18.7) se encuentra muy por abajo del promedio nacional (85 %; Flores y Parra, 1985), así como de cuatro razas de ovejas (74.3 %) de Arabia Saudita, reportada por Eltawil y Narendran (1990). En el presente trabajo se observó que después de los 2 años y hasta los cinco años de edad se incrementa la fertilidad con la edad de las borregas (Cuadro 22). Este comportamiento obedece a una disminución en la

Cuadro 22. Edad e intervalo de peso de borregas paridas y no paridas, y su relación cualitativa con el porcentaje de natalidad, en 12 rebaños de la comunidad de Bautista Chico, municipio de San Juan Chamula, Chiapas.

Edad (años)	Intervalo peso hembras paridas (kg)	Intervalo peso hembras no paridas (kg)	Parición (%)
2	--	16.0 - 20.5	11.1
3	19.0 -26.0	17.0 - 26.0	36.0
4	18.5 - 23.0	17.0 - 26.5	40.0
5	18.0 - 23.0	16.5 - 17.5	50.0
6 a 8	--	18.0 - 29.0	0.0

demanda de nutrimentos con la reducción de la tasa de crecimiento conforme avanza la edad, hasta alcanzar el peso adulto. En el caso de las hembras de seis a ocho años, la fertilidad decayó totalmente debido a las condiciones precarias de alimentación que reduce la longevidad. Esto determina que bajo condiciones nutricionales restrictivas, la fertilidad de las borregas jóvenes (de 3 a 5 años) sea

mas alta, y esta empieza a declinar rápidamente con la edad. Es probable que en animales con más de seis años de edad ocurra una mayor incidencia de mortalidad embrionaria (Jainudeen y Hafez, 1988). En los rebaños observados, ocho de nueve borregas lograron el primer parto a los tres años de edad o después de esta, y solo una tuvo su primer parto a los dos años, lo cual es atribuible al peso relativamente bajo de las hembras, producto de una nutrición inadecuada, que suprime el estro en hembras jóvenes mayormente que en las adultas (Jainudeen y Hafez, 1988). Esta pobre nutrición, muy posiblemente incluya deficiencias de fósforo y vitaminas A o E que podrían haber causado disfunción ovárica.

No se observó una clara diferencia dentro de grupo de edad entre intervalo de peso y porcentaje de parición, con excepción del grupo de edad de cinco años, en el que las borregas que no parieron se mantuvieron en un intervalo estrecho de peso e inferior al de las hembras paridas. Las hembras que no parieron aún cuando se encontraban dentro del rango de peso de las que sí se reprodujeron, podrían haber sido afectadas por deficiencias en el consumo de minerales, vitaminas, energía y/o proteína, lo que eventualmente les habría causado ciclos estrales irregulares y baja fertilidad por reducción de la síntesis y liberación de hormonas; por anestro, influida por la temporada de parto y la duración de la lactancia; por estros silenciosos; y por reabsorción o muerte embrionaria (Lynch, 1992; Jainudeen y Hafez, 1988). La alta relación hembras/macho promedio observada (4.4/2.18 ± 3.01/2.4) en los rebaños haría suponer que la falta de monta no estaría afectando los pobres resultados de reproducción registrados. La relación hembras/macho observada es similar a la reportada por Parra-Vázquez *et al.* (1993) para rebaños de esta misma región. En general, la fertilidad de las borregas afecta el intervalo entre partos, cuyo promedio obtenido en un grupo de datos distintos al del Cuadro 22 fue de 442.3 ± 65.5 días, e indica, que las borregas no logran tener una cría cada año, sino que por alguna de las causas señaladas anteriormente, estas se desfasan, causando disminución de la fertilidad y en consecuencia, reducción de la eficiencia reproductiva. Con los datos aportados en el Cuadro 22, se podría estimar que el intervalo entre partos es mucho mayor. Sin embargo, es lógico esperar variaciones entre años, que podrían llegar a ser muy amplios en función de las variables ambientales.

7.3.4.4. Crecimiento animal

En la Figura 24 se presenta la curva de crecimiento de corderos registrada en la comunidad de Bautista Chico. Algunos productores fueron poco participativos en el pesaje de sus corderos, ello dificultó la toma de datos y ocasionó reducción en el tamaño de la muestra. La información se manejó en un solo grupo debido a que el análisis de varianza no mostró diferencias (P>0.05)

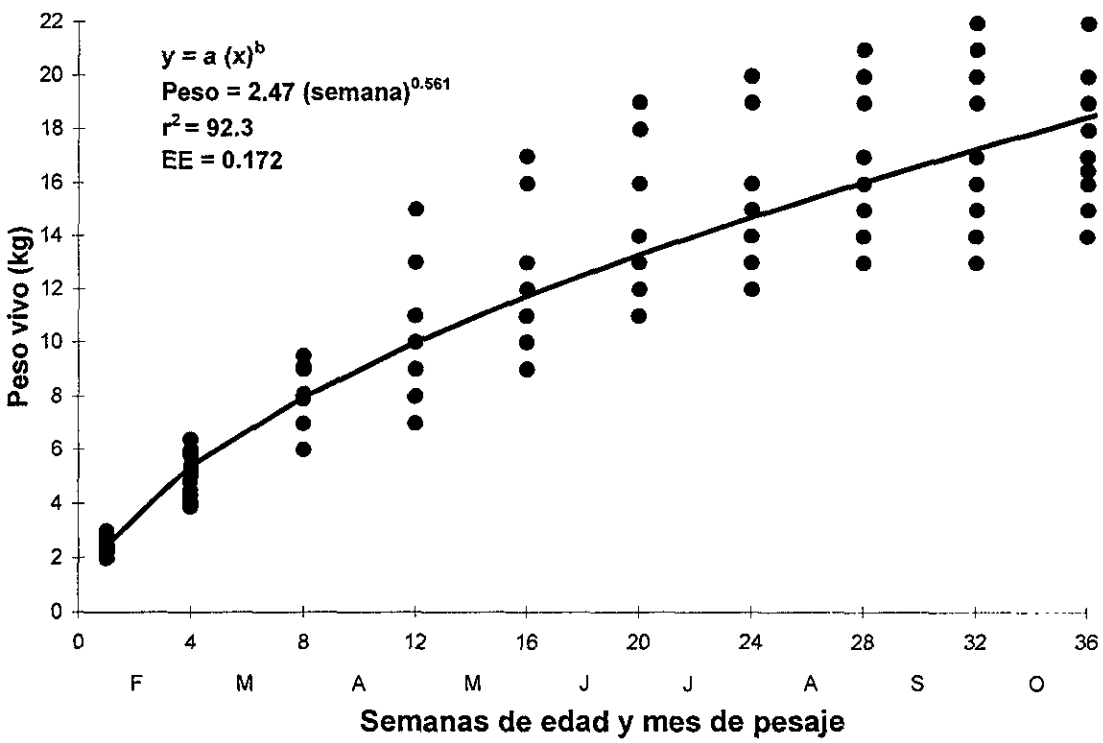


Figura 24. Curva de crecimiento de corderos observada en la comunidad de Bautista Chico, *municipio de San Juan Chamula, Chiapas.* n = 16.

entre sexo, probablemente por las condiciones restrictivas de alimentación. La relación existente entre el peso y la edad de los corderos fue significativa (P<0.01), con un comportamiento bien definido.

El hecho de que el ritmo de crecimiento de los corderos haya sido mayor hasta antes del destete, cuando el crecimiento ocurre a expensas de la utilización de las reservas energéticas de la madre, demuestra que éstos tuvieron una fuerte dependencia nutricional de la producción láctea de las madres, la cual, a su vez

depende de la condición corporal de las mismas. Después del destete, el ritmo de crecimiento declinó pese a las condiciones climáticas favorables y el mayor forraje disponible, debido, probablemente, a que los corderos no lograron obtener, del forraje consumido, el nivel de nutrimentos necesarios para mantener la misma tasa de crecimiento obtenida durante la lactancia (Figura 25). Las oscilaciones en el forraje disponible, principalmente por efectos de la canícula, así como la competencia por el alimento a causa de la alta carga animal podrían haber explicado el pobre comportamiento de los corderos después del destete. Además, podría haber estado presente una fuerte parasitosis (Parra-Vázquez *et al.*, 1993; Perezgrovas y Pedraza, 1985).

En la Figura 25 se presenta el peso vivo de corderos observados de acuerdo con la etapa fisiológica. Del nacimiento hasta los primeros seis meses de edad, se observó un crecimiento semanal acelerado de 529 g, correspondiente a 75.5 g d^{-1}. Posteriormente, del destete natural a los seis meses, hasta el año de edad, hubo un descenso brusco del crecimiento, con 125 g semanales y 17.8 g d^{-1}, el cual fue significativamente diferente ($P<0.01$) al de la etapa de crecimiento acelerado. Estos resultados son similares a los observados por Parra-Vázquez *et al.* (1993) y Perezgrovas y Pedraza (1985) en ovinos criollos de la región de estudio.

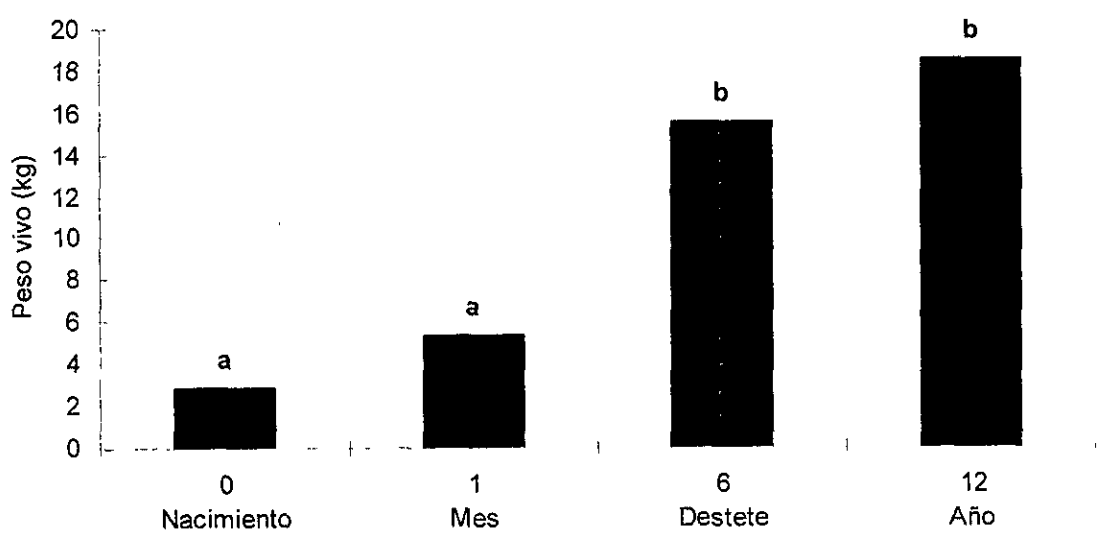


Figura 25. Peso vivo de corderos en diferentes etapas fisiológicas en la comunidad de Bautista Chico, Chamula, Chiapas.
n = 16.

7.3.4.5. Variación del peso vivo y producción de lana de ovinos adultos

De manera similar al forraje disponible, el consumo de materia seca y el ciclo reproductivo, también la variación del peso vivo (Figura 26) y la producción de lana (Figura 27) fueron fuertemente estacionales y estuvieron determinadas

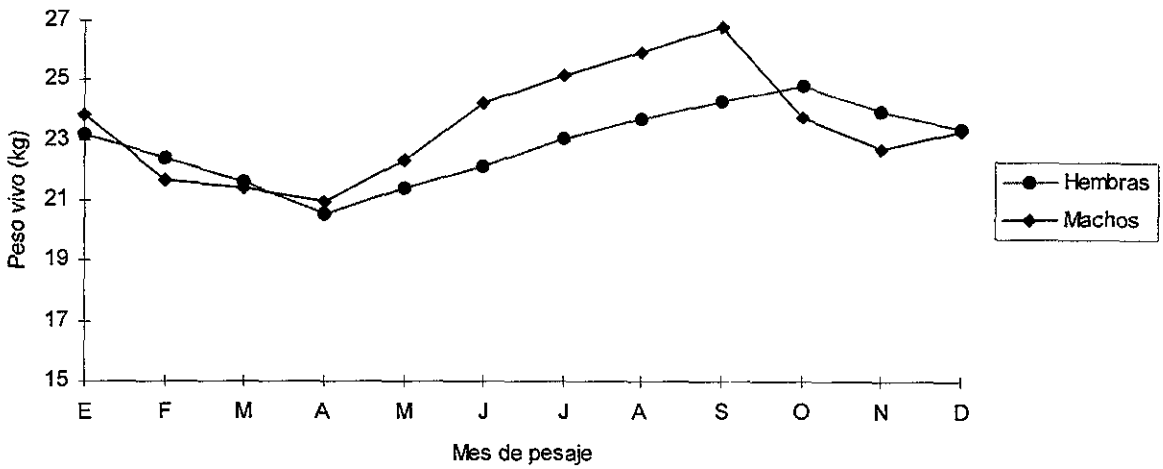


Figura 26. Cambios de peso vivo de ovinos adultos en la comunidad de Bautista Chico, Chamula, Chiapas.
n= 18 machos y 29 hembras.

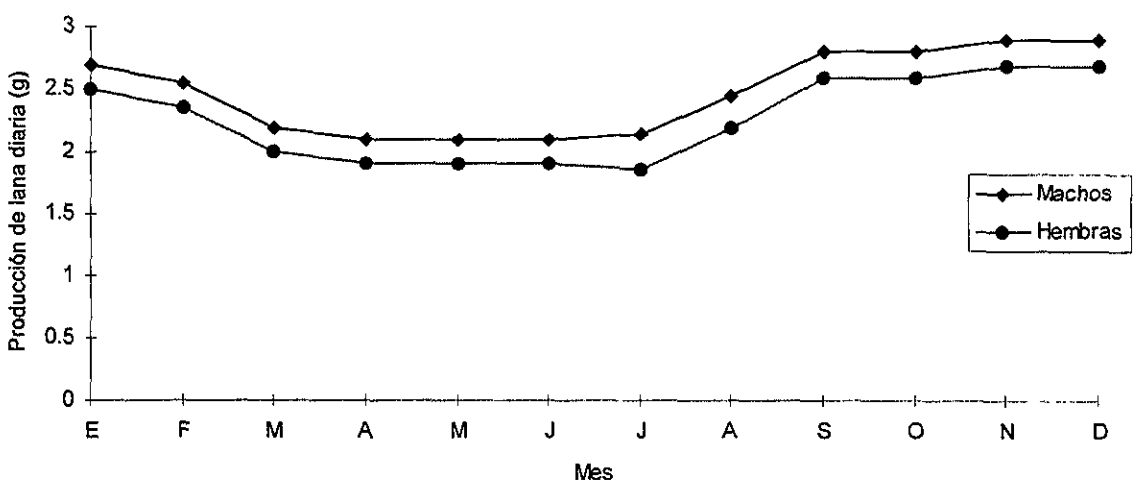


Figura 27. Producción de lana diaria de ovinos adultos en la comunidad de Bautista Chico, Chamula, Chiapas.
n= 18 machos y 29 hembras.

por las lluvias, que a su vez definen la estación de crecimiento del forraje. Pese a que el análisis de varianza no mostró diferencias (P>0.05) entre sexo durante el año de evaluación, el peso de los ovinos machos fue relativamente mayor de mayo a septiembre, y la producción de lana promedio anual fue 8.5 % mayor que la de las hembras. El incremento de peso general de los ovinos de mayo a septiembre y, posteriormente, el de producción de lana de agosto a enero, se debió al aumento del forraje disponible, que favoreció el mayor consumo de materia seca, particularmente de las hembras. Las hembras gestantes presentaron un incremento de peso relativamente mayor que las hembras vacías conforme avanzó el tiempo de gestación, debido al crecimiento del feto y la acumulación de líquido amniótico; además, presentaron una reducción en la producción de lana (11 %) en comparación con las mismas. La explicación de esta respuesta podría estar principalmente en la partición de la energía del alimento para las diferentes funciones orgánicas y actividades productivas (Prescott, 1976). En este proceso, según Church y Pond (1977), la madre dirige prioritariamente los nutrimentos hacia el feto, al grado de sacrificar sus propios tejidos corporales, y deja en segundo término la recuperación de peso y la producción de la lana.

La pérdida de peso de las hembras gestantes en febrero y marzo estuvo relacionada con las pariciones, reducción de peso que se prolongó hasta el mes de abril debido a la demanda de nutrimentos para la lactancia y que se agravó por la baja calidad y cantidad del forraje disponible en los pastizales, que a su vez condujo al menor consumo de materia seca. Las variaciones de peso, así como la producción de lana promedio observadas a lo largo del año, tanto en ovinos machos (2.47 g d^{-1} ± 0.32; 901.5 g $año^{-1}$) como en hembras (2.26 g d^{-1} ± 0.33; 824.9 g $año^{-1}$), concuerdan con las reportadas por Parra-Vázquez *et al.* (1993). Los citados autores indican también que las variaciones de peso coinciden con el valor de hematócrito, cuyo mínimo en el año se presentó en primavera (25.8 %), y el máximo en otoño-invierno (29.2 %). De acuerdo con Farrell *et al.* (1972) el bajo peso, la fluctuación del peso vivo y los valores tan bajos de hematócrito, indican el estado de desnutrición de los ovinos, el cual se agrava durante la temporada de

sequía, y conduce a la baja producción y sostenibilidad del sistema de producción ovina.

7.3.4.6. Evaluación parasitaria

Es bien sabido que la incidencia de infecciones parasitarias en los animales domésticos en pastoreo ocasiona pérdidas económicas importantes debidas a la reducción en la productividad de los mismos. Los rebaños de ovinos localizados en la zona borreguera de la región de Los Altos de Chiapas son un ejemplo de ello, y pese a que los productores tienen una percepción clara de la magnitud del problema, es evidente la falta de control del mismo. En la presente investigación se evaluaron las descargas parasitarias del género *Eimeria*, del órden *Estrongílidos*, así como de las especies *Fasciola hepatica* y *Dictyocaulus filaria*, en 26 ovinos mayores de 3 años (18 hembras y 8 machos), de acuerdo con la estación del año (Cuadro 23). El estudio se centró únicamente en animales adultos debido a que las pastoras se negaron a que se muestrearan animales de menor edad.

En general, se observan (Cuadro 23) oscilaciones en las descargas parsitarias de *Eimeria spp.*, *Estrongílidos, Dictyocaulus filaria* y *Fasciola hepatica* en las diferentes estaciones del año. Así también, hubieron casos recurrentes de parasitosis mixtas, es decir, parasitosis gastroentéricas, hepáticas y pulmonares en los mismos ovinos.

La proporción de ovinos que presentaron algún grado de infestación por *Eimeria spp* fue alto (81.7 %), con una variación relativamente baja ($P>0.05$) entre estaciones. La mayor proporción de ovinos infestados por *Eimeria spp.*, fueron leves, un menor número de individuos presentó descargas moderadas de oocistes en las cuatro estaciones del año, mientras que los casos severos se presentaron en verano e invierno en un bajo porcentaje. De acuerdo con Borchert (1964), las especies del género *Eimeria* que afectan a los ovinos, también conocidas como *Coccidias* (*E. intrinculata*, *E. faurei*, *E. arloingi*, *E. parva*, *E. honnesi* y *E. granulosa*, entre otras), presentan con frecuencia la característica de ser apatógenas, incluso cuando se encuentran en grandes cantidades. El citado autor

Cuadro 23. Parásitos gastroentéricos, hepáticos y pulmonares identificados en ovinos criollos adultos según la estación del año, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Genero Parásitario	Grado de Infección	Estación del año: Primavera casos	Primavera %	Verano casos	Verano %	Otoño casos	Otoño %	Invierno casos	Invierno %	% promedio por estación	Desviación estandar (±)
Eimeria[1]	Leve[4]	15	57.7	16	61.5	16	61.5	10	38.5	54.8	11.0
	Moderada[5]	7	26.9	5	19.2	5	19.2	3	11.5	19.2	6.3
	Severa[6]	0	0.0	4	15.4	0	0.0	4	15.4	7.7	8.9
	% por estación	22	84.6 a	25	96.2 a	21	80.8 a	17	65.4 a	81.7	12.7
Estrongilidos[1]	Leve[4]	18	69.2	13	50.0	9	34.6	9	34.6	47.1	16.4
	Moderada[5]	3	11.5	3	11.5	5	19.2	11	42.3	21.2	14.6
	Severa[6]	2	7.7	3	11.5	2	7.7	2	7.7	8.7	1.9
	% por estación	23	88.5 b	19	73.1 ab	16	61.5 a	22	84.6 b	76.9	12.2
Fasciola hepatica[2]	Negativo	25	96.2	16	61.5	19	73.1	5	19.2a	62.5	32.2
	Positivo	1	3.8 d	10	38.5 b	7	26.9 c	21	80.8 a	37.5	32.2
Dictiocaulus filaria[3]	Negativo	25	100	17	65.4	26	100	20	76.9	85.6	17.3
	Positivo	1	3.8 a	9	34.6 b	1	3.8 a	6	23.1 b	16.3	17.3

a,b,c,d Valores con diferente literal en la misma columna , son difeerentes (P<0.05).
[1] Resultados obtenidos con la técnica de McMaster.
[2] Resultados obtenidos con la técnica de sedimentación.
[3] Resultados obtenidos con la técnica de Baermann.
[4] Cuando se encontraron entre 1 y 500 huevecillos por gramo de heces.
[5] Cuando se encontraron entre 501 y 1000 huevecillos por gramo de heces.
[6] Cuando se encontraron más de 1000 huevecillos por gramo de heces.

indica que en los casos patológicos severos llegan a afectar la pared intestinal y con menor frecuencia al hígado y los riñones, en cuyos epitelios y endotelios las *Coccidias* ejercen una acción destructora que reduce la absorción de nutrimentos.

Existen reportes (Lapage, 1971; Borchert, 1964) de que la *coccidiosis* es una infección muy común en los corderos menores de un año de edad. En la región de estudio, Perezgrovas y Pedraza (1985) identificaron infestaciones severas de *Eimeria spp.*, en corderos, con descargas parasitarias de mil a diez mil oocistes por gramo de heces entre los meses de diciembre y abril, en tanto que en ovinos adultos reportan principalmente infestaciones moderadas (entre 500 y

1000 huevecillos por gramo de heces) de noviembre a febrero, observadas también en esta investigación.

En lo que se refiere a las infestaciones por *Estrongílidos*, los géneros, *Oesophagostomum*, *Chabertia*, *Bunostonum*, *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, *Nematodirus* y *Dictyocaulus,* parasitan en mayor medida a los ovinos (Borchert, 1962). En el Cuadro 23 se observa que el número de animales (76.9 %) que presentaron algún grado de infestación por *Estrongílidos* fue alto, con una variabilidad importante (P<0.05) entre estaciones. Al igual que en el caso de las infestación por *Eimeria spp.*, en mayor medida las descargas parasitarias de oocistes de *Estrongílidos* fueron leves, seguidas en menor proporción de descargas moderadas y severas en las distintas estaciones del año, con excepción de las descargas moderadas de invierno que se presentaron en mayor proporción.

De acuerdo con Sykes *et al.* (1992), los géneros de *Estrongílidos* tienen una predilección por un sitio del tracto gastrointestinal o del pulmón, en el que habitan en su fase adulta. El citado autor señala que en el abomaso se localizan las especies *Haemonchus contortus*, *Ostertagia (Teladorsagia) circuncinta* y *Trichostrongylus axei*; en el doudeno e intestino delgado proximal *Cooperia curticei*, *Nematodirus battus, Nmatodirus spathiger, Trichostrongylus colubriformis, Trichostrongylus vitrinus* y *Bunostonum trigonocephalum*; en el ciego e ileum distal *Oesophagostomum venulosum*, *Oesophagostomum columbianum,* y *Chabertia ovina,* y en los pulmones (en bronquios y tráquea) *Dictiocaulus filaria.*

En lo que se refiere a *Fasciola hepatica*, el promedio de casos positivos en las cuatro estaciones del año fue relativamente alto (37.5 %), observándose una fuerte variabilidad (P<0.05) en el número de casos positivos entre estaciones, los cuales se concentraron en mayor medida (P<0.05) en verano e invierno.

La infestación por *Dictiocaulus filaria* fue la que presentó el menor promedio (16.34 %) de casos positivos entre estaciones. Los casos positivos identificados en primavera y otoño fueron muy bajos (P<0.05) en relación a los observados en verano e invierno.

De acuerdo con Dunn (1983), Lapage (1971) y Borchert (1964), la

temperatura y la humedad son los factores determinantes tanto para el desarrollo de especies de parásitos, como en la dinámica poblacional de las mismas. En consecuencia resulta de gran importancia el estudio de la ecología parasitaria, para conocer las características ambientales en las que alcanzan su máximo desarrollo y tienen su mayor efecto sobre los animales. En este contexto, el hecho de que no se hayan observado tendencias definidas de infestaciones parasitarias en relación con el rebaño (5 rebaños) a que pertenecen los ovinos evaluados, localizados geográficamente dentro de una comunidad y subzona borreguera (Figura 5), indica que los rangos de temperatura (Figura 6) y humedad (Figura 7) de la zona borreguera de la región de Los Altos de Chiapas, permite de igual forma el desarrollo de las parasitosis identificadas en toda su extensión geográfica. Esto es en un rango de temperatura de 14 a 20 °C y de 1,200 a 2,000 mm de precipitación pluvial anual.

Las infestaciones parasitarias severas por *Eimeria spp.*, en verano e invierno, las mayores descargas parasitarias (moderadas) de estrongílidos en invierno y la mayor proporción de casos positivos de *Fasciola hepatica* y *Dictiocaulus flaria* en verano e invierno, podrían ser explicadas por la mayor precipitación pluvial en verano, la cual favorece el ciclo evolutivo de los huevecillos expulsados con las heces, hasta transformarse en larvas infestantes. El hecho de que en verano los pastizales aporten la mayor cantidad de biomasa, permite que los ovinos recuperen el peso perdido en invierno, que se encuentren en buena condición corporal, y que sean menos susceptibles a las parasitosis. Sin embargo, en el invierno la infestación por parásitos empeora debido al aumento de la susceptibilidad de los ovinos por la desnutrición, las bajas temperaturas, la gestación o la lactancia (Lynch *et al.*,1992; Sykes *et al.*, 1992; Herd *et al.*, 1983). De acuerdo con Lapage (1971), las larvas infestantes son capaces de emigrar a través de las finas películas de agua que mojan la superficie de la planta para distribuirse por el césped, que al ser ingeridas por un hospedador completan su ciclo vital al convertirse en parásitos adultos, llegándose a presentar ciclos continuos de infestación a lo largo del año, como en el caso de las parasitosis de los ovinos de la región de estudio.

Las oscilaciones de las descargas parasitarias observadas entre estaciones del año obedecen a la falta de uniformidad en la distribución de los oocistes en las heces, problemas de diarrea o estreñimiento, diferentes grados de patogenicidad entre los nematodos, estado fisiológico del animal y a que las cargas elevadas de parásitos adultos reducen su capacidad de poner huevos (Doxey, 198; Saldaña *et al.*, 1988; Dunn, 1993). Así también, las infestaciones parasitarias y la exposición a sus numerosos antígenos genera una respuesta inmune compleja en los animales, tanto por la ingestión de larvas como por los adultos residentes (Miller, 1984).

De acuerdo con Sykes y Coop (1982); Sykes *et al.* (1992) y Bang *et al.* (1990) las parasitosis del abomaso, intestino e hígado ocasionan reducción de 15-20 % en el consumo de alimento en infestaciones subclínicas crónicas, hasta anorexia completa en infestaciones agudas; producen daño tisular, anemia, toxemia o bien obstrucción de órganos huecos. Los citados autores indican que los parásitos del abomaso producen daños en las células secretoras del mismo, con la consecuente reducción de ácido clorhídrico, y por lo tanto, una elevación del pH hasta valores superiores a 6.5, lo cual limita la digestión de proteínas en el abomaso. Además, señalan que la mayoría de las infestaciones parasitarias gastroentéricas disminuyen la eficiencia de digestión (particularmente la digestibilidad del nitrógeno en se reduce en un 25%) y absorción de nutrientes, así como la eficiencia con que se utiliza la energía metabolizable (del 30 al 50%); reducen gravemente el crecimiento del esqueleto; el crecimiento de lana se reduce en 16%; la ganancia de peso de corderos en crecimento se reduce 52% con infestaciones por *Ostertagia circumcincta*; 62% con *Trichostrongylus colubriformis*, y 24% con infestaciones crónicas por *Fasciola hepatica.* También la fertilidad de las hembras se reduce y el parto está asociado a una pérdida de resistencia al parasitismo; la producción de leche de ovejas infestadas durante las primeras seis semanas de lactancia se reduce aproximadamente 25%; aumenta la mortalidad de corderos y de ovinos adultos (Sykes, 1989), y en consecuencia, la estructura del rebaño se ve afectada. Esta situación ha conducido al uso de medicamentos antiparasitarios, los cuales contribuyen a evitar la pérdida de peso

y la mortalidad de los animales en las épocas de mayor incidencia parasitaria; si embargo, esta alternativa práctica puede no ser la mejor opción, ya que causa problemas de resistencia de los parásitos al medicamento cuando este ha sido el único método de control (Sykes *et al.*, 1992).

En una perspectiva integral de control sostenible de las parasitosis, Jackson (1993) sugiere que el manejo del ambiente y del pastoreo, la quimioterapia y la inmunoterapia, son necesarias que se apliquen simultáneamente. Otra alternativa prometedora que debe ser explorada es el identificar ovinos con resistencia genética a los parásitos (Jilek y Bradley, 1969; Sani y Rajamanickam, 1990), principalmente cuando se trata de razas locales, como el caso de los grupos raciales de los ovinos criollos de la región de Los Altos de Chiapas, que comúnmente exhiben variaciones importantes de características de interés, con buen potencial para progresar por selección (Bradford, 1989; Iniguez *et al.*, 1990). En el mismo contexto de búsqueda de alternativas a los problemas de la producción animal, McCorkle (1995) sugiere en una perspectiva etnoveterinaria, la exploración de métodos tradicionales de control y tratamiento de parasitosis, mediante el uso de medicina herbolaria.

7.3.5. Comercialización

7.3.5.1. Comercialización de ovinos en pie y de la carne de ovinos

En la zona borreguera de Los Altos de Chiapas, los tipos de unidades de producción borreguera pobre (42.1%), borreguera media (55.6 %), borreguera comerciante (85.7%), y borreguera bovinocultora (81.2 %) inician la formación de su rebaño al recibir en herencia de 2 a 3 ovinos. Algunas de estas unidades productivas comenzaron a vender ovinos hace más de 20 años (16.2%), otras iniciaron hace 10 a 20 años (22.5%), y en los últimos 10 años se incorporaron a la venta de ovinos un mayor número de unidades de producción (61.3%).

El objetivo principal de la venta de ovinos en los distintos tipos de unidades de producción (U de P) es obtener recursos económicos para la compra de víveres (47.5% de las U de P), ropa (38.7 de las U de P) y cubrir los costos del tratamiento de enfermedades de la familia (55% de las U de P). Todas las

unidades de producción borregueras venden ovinos principalmente a acopiadores foráneos (acopiador regional-extraregional, acopiador barbacoyero externo, y acopiador tablajero; Figura 28) debido a que pagan mejor precio por los animales,

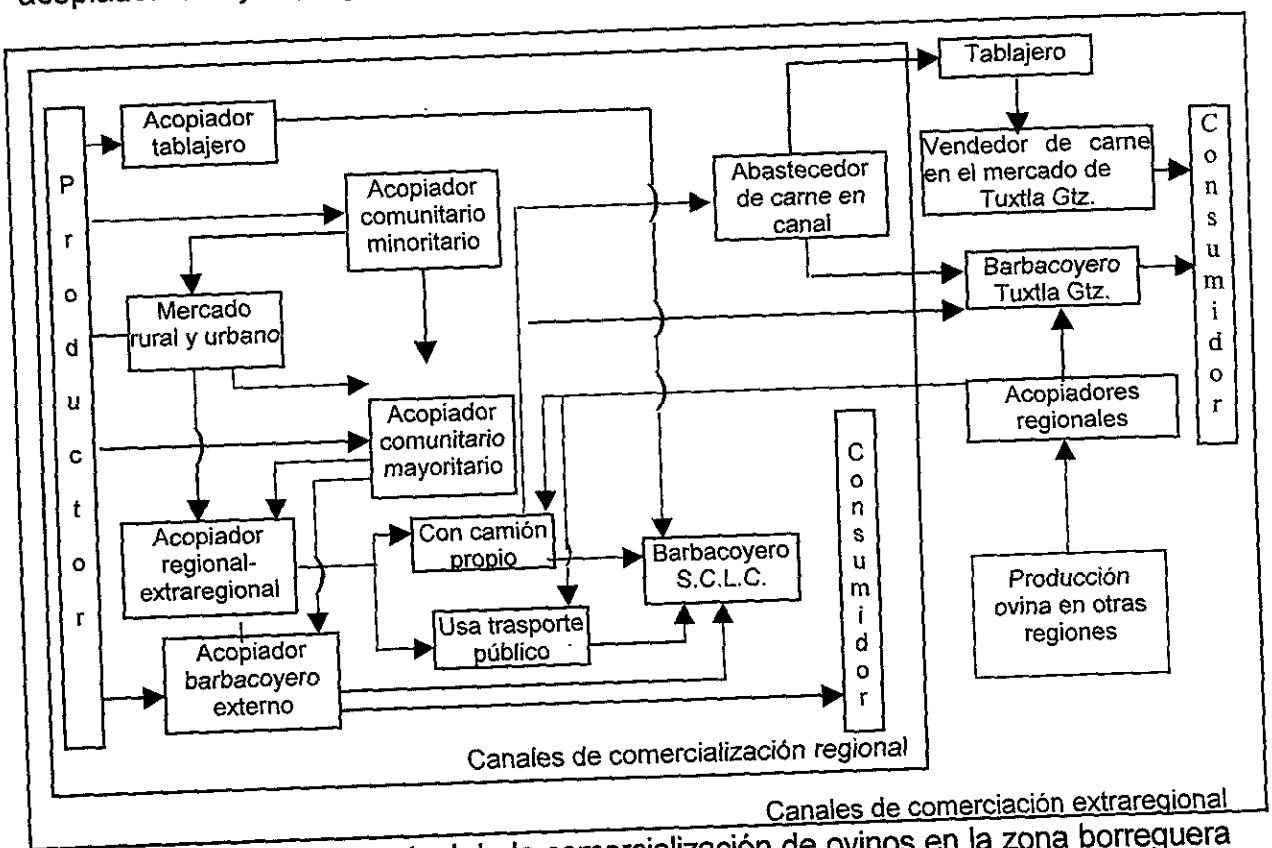


Figura 28. Modelo conceptual de la comercialización de ovinos en la zona borreguera de la Región de Los Altos de Chiapas y a nivel extraregional.

y en menor proporción les venden a acopiadores comunitarios (comunitarios mayoritarios y acopiadores comunitarios minoritarios). Los ovinos que se ponen a la venta son principalmente animales de desecho; sin embargo, con alta frecuencia, son vendidos los machos jóvenes y sanos, y en casos de extrema necesidad de recursos económicos, las unidades borregueras pobres, medias y comerciantes llegan a deshacerse de las hembras reproductoras (Cuadro 24).

El precio de venta de los ovinos varía de cincuenta a cuatrocientos pesos, según el tamaño y el sexo del animal, y la mayor frecuencia de venta se da cada uno o dos años (87.5%). Aunque los ovinos pueden ser vendidos en cualquier momento del año, los productores están conscientes de que los mejores precios para la venta se dan de abril a junio (78.7% de los productores), por la escasez de

Cuadro 24. Criterios empleados por los productores (%) para la venta de ovinos, en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Característica	Tipo de unidad de producción			
	Borreguera pobre	Borreguera Media	Borreguera comerciante	Borreguera bovinocultora
n =	40.0	17.0	7	16
Intercambia ovinos por otros productos.	7.5	5.8	0	0
Pago de deudas o compromisos inmediatos.	45.0	35.3	28.5	68.7
Venta de ovinos.	97.5	100.0	100	100
A comprador foráneo[1]	95	94.1	100	100
a acopiador comunitario[2]	50.0	35.3	28.6	50.0
			0.0	0.0
Ovinos que se venden.				
Viejos	87.5	82.3	71.4	93.7
que no producen lana	62.5	47.0	42.8	100
hembras infértiles	45.0	41.2	14.2	87.5
enfermos	7.5	35.2	0.0	0.0
machos	50.0	52.9	85.7	100
hembras reproductoras	40.0	29.4	14.2	0.0
Porcentaje de regateo[3]				
de 0 a 20.	30	41.2	28.5	37.5
de 21 a 40.	37.5	29.4	28.6	31.3
de 41 a 60.	42.5	47.0	42.8	31.2

[1] Acopiadores foráneos: regional-extraregional, acopiador barbacoyero externo, y acopiador tablajero.
[2] Acopiador comunitario: mayoritario y minoritarios.
[3] Porcentaje que el productor incrementa en relación al precio ofrecido inicialmente por el comprador

animales en buenas condiciones de carne, así como en los meses de diciembre y enero (68.7% de los productores), debido a la demanda de animales por las fiestas de fin de año. El mecanismo de fijación del precio de los ovinos se da mediante el regateo (en este caso, es definido como el porcentaje que el productor incrementa en relación al precio ofrecido inicialmente por el comprador) entre el productor y el vendedor, el cual es variable (Cuadro 25); y el arreglo de las operaciones comerciales se finiquitan bajo la forma de pago al contado.

Cuadro 25. Márgenes de ganancia[1] (comercialización) de ovinos en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Canal de comercialización	Productor	Acopiador comunitario minoritario	Acopiador comunitario mayoritario	Acopiador barbacoyero externo	Acopiador regional y extraregional	Abastecedor de carne en canal	Vendedor de carne en el mercado de Tuxtla	Barbacoyero
Canal 1.								
Precio de venta	119.5	—	—	490[2]	—	—	—	—
Margen bruto de ganancia	—	—	—	370.5	—	—	—	—
Margen neto de ganancia	—	—	—	306.5	—	—	—	—
Canal 2.								
Precio de venta	119.5	—	—	—	295	—	—	490[2,3]
Margen bruto de ganancia	—	—	—	—	175	—	—	195
Margen neto de ganancia	—	—	—	—	159	—	—	147
Canal 3.								
Precio de venta	119.5	132	144	—	295	—	—	490[2,3]
Margen bruto de ganancia	—	12.5	12.5	—	150.5	—	—	195
Margen neto de ganancia	—	12.5	12.5	—	134.5	—	—	147
Canal 4.								
Precio de venta	119.5	132	144	—	295	—	—	545[2,4]
Margen bruto de ganancia	—	12.5	12.5	—	150.5	—	—	250
Margen neto de ganancia	—	12.5	12.5	—	134.5	—	—	146.6
Canal 5.								
Precio de venta	119.5	132	144.5	—	295	347.5[5]	459.2	—
Margen bruto de ganancia	—	12.5	12.5	—	150.5	52.5	136.7	—
Margen neto de ganancia	—	12.5	12.5	—	134.5	23.9	124.7	—

[1] Para su cálculo se tomó en cuenta la siguiente información: peso vivo promedio de 21 kg por ovino; rendimiento de la canal de 42.5 % (8.9 kg); y un rendimiento de 61.8 % (5.5 kg) de barbacoa por cada canal.

[2] Además del ingresos por la venta de la barbacoa de la canal, se agregó $25.00 por la venta de la cabeza y $25.00 por la piel.

[3] Barbacoyero de San Cristóbal de Las Casas y consumidor de la misma ciudad.

[4] Barbacoyero de Tuxtla Gutiérrez y consumidor de la misma ciudad.

[5] Se consideró un costo de $25.00 por kg de carne en canal (12.9 kg) incluyendo viceras (3 kg) y cabeza (1 kg); además de la piel ($25.00).

Además de la venta de ovinos, una minoría de las unidades borregueras pobres y medias intercambian ovinos por otros productos como maíz y frijol, principalmente en temporadas en que las cosechas son bajas, en tanto que los cuatro tipos de unidades de producción destinan algunos animales para saldar deudas y compromisos inmediatos, esto ocurre en mayor medida en las unidades borregueras bovinocultoras (Cuadro 24), las cuales tienen el nivel socioeconómico mayor.

Los principales acopiadores de ovinos (Figura 28) de las unidades de producción estudiadas lo constituyen el acopiador regional-extraregional y el acopiador barbacoyero (97.5%). Existen, además, otros acopiadores de menor importancia, tales como el acopiador comunitario minoritario y el acopiador comunitario mayoritario (41.2%), el mercado rural y urbano (13.7%), así como el acopiador tablajero (1.3%). Los acopiadores señalados establecen una red de relaciones con otros agentes intermediarios mediante la compra-venta de ovinos, constituyéndose así distintos canales de comercialización, los cuales conducen a que los ovinos o la carne de estos, lleguen hasta los establecimientos de barbacoa y al consumidor.

El acopiador regional-extraregional con camión propio constituye la principal vía de comercialización de ovinos a nivel extraregional; por una parte, compite con acopiadores extraregionales abasteciendo a tablajeros y barbacoyeros de Tuxtla Gutierréz, y por otra, comprando ovinos en otras regiones para abastecer a barbacoyeros de San Cristóbal de las Casas. El acopiador regional-extraregional que usa transporte público se incorpora a la competencia de acopiar ovinos de otras regiones para abastecer a borbacoyeros de la ciudad de San Cristóbal.

En el Cuadro 25 se presentan los márgenes de comercialización de los diferentes agentes que participan en los diferentes canales de comercialización de ovinos. Se observa que en la mayoría de los casos los intermediarios obtienen mayor ganacia neta que la que el productor obtiene en la venta un ovino. De los distintos canales de comercialización, el acopiador barbacoyero externo del canal 1 obtiene el mayor margen neto de ganancia de los intermediarios en todos los canales de comercialización. De manera similar al problema de intermediarismo

observado en la comecialización de ovinos en la región de estudio, en otras regiones de México se presenta también este problema en la comercialización de diversos productos agropecuarios, debido principalmente a la falta de organización de los productores para gestionar y conseguir los recursos necesarios para que puedan vender sus productos directamente en el mercado (Rosales, 1979).

7.3.5.2. Comercialización de la fibra de lana

La fibra de lana es un producto de gran importancia cultural para los tzotziles derivado del sistema de producción ovina. Después de que los ovinos son esquilados, la lana se utiliza directamente por la pastora artesana que la produce o bien entra a un proceso de comercialización con la participación de diversos agentes, y posteriormente, se incorpora como materia prima al proceso de producción de textiles. De 80 unidades de producción estudiadas en siete comunidades de la zona borreguera de Los Altos de Chiapas (Cuadro 25), el 56.2% vende lana, de las cuales, las unidades borregueras bovinocultoras, localizadas geográficamente en la subzona borreguera San Cristóbal (Figura 5) son las que presentan una tendencia relativamente mayor ($P>0.05$) a la venta que las unidades pobres, medias y comerciantes (Cuadro 6). Existen varios canales de comercialización de fibra de lana (Figura 29), de los cuales el más importante a juicio de las pastoras es el de la venta directa en el merado de San Cristóbal, sobre la Calle General Utrilla; sin embargo, algunas pastoras también llegan a vender lana a la cabecera municipal de Chamula los domingos y días festivos. Los canales de comercialización de la venta directa de lana de pastora a pastora, o el hilo de lana de pastora a artesana en el mercado rural o urbano, beneficia a ambas ya que se evita el intermediarismo. Además de vendedoras de lana provenientes de diversas comunidades de los municipios de San Cristóbal, Huixtán y Teopisca, se identificaron vendedoras que provenían de Zinacantán, Chamula, San Andrés Larrainzar y Chanal. En el caso de las vendedoras de Chamula y San Cristóbal, aún cuando la lana que obtienen de sus ovinos es insuficiente para cubrir las necesidades de la familia, se ven obligadas a venderla

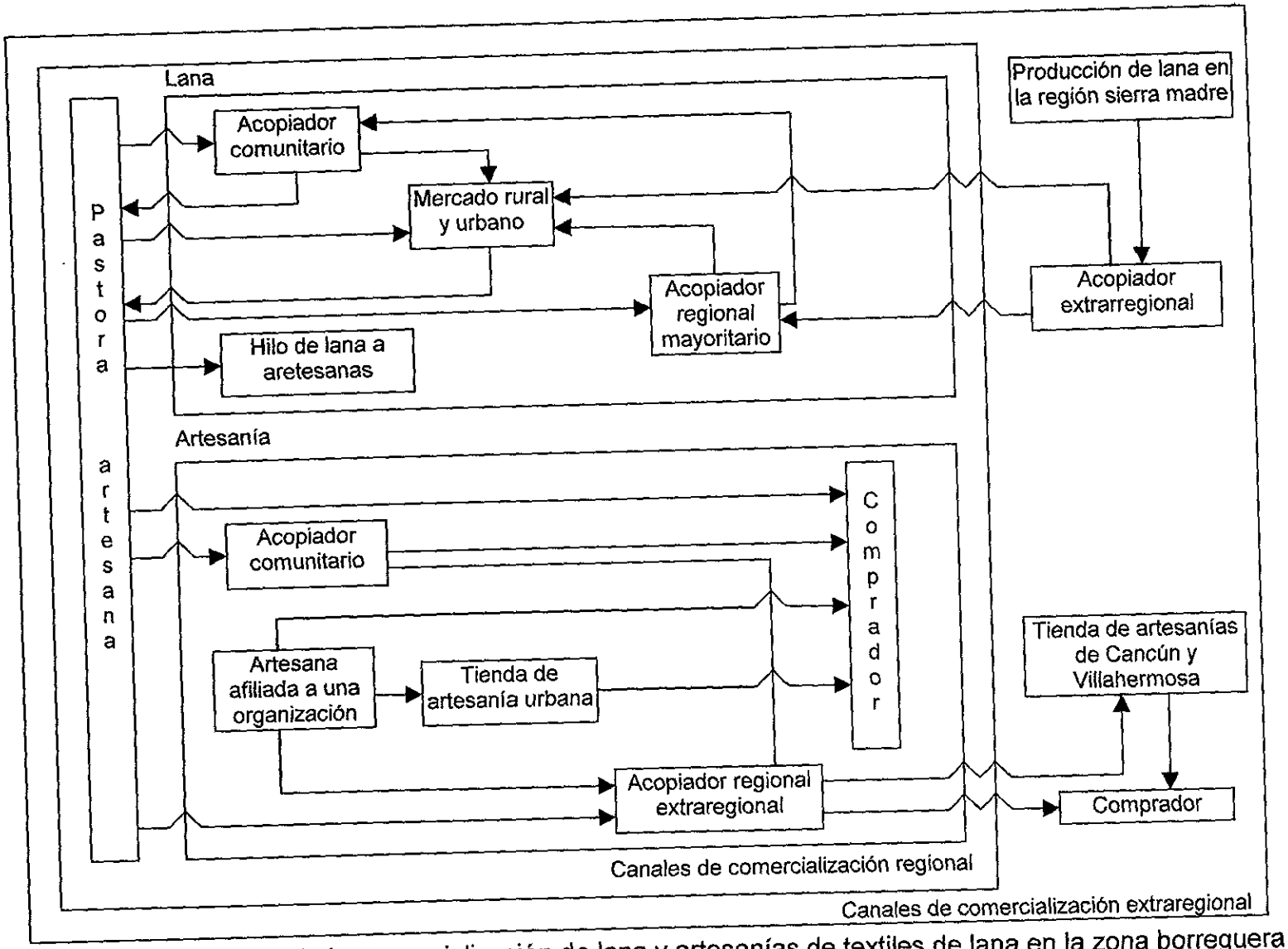


Figura 29. Modelo conceptual de la comercialización de lana y artesanías de textiles de lana en la zona borreguera de la Región de Los Altos de Chiapas y a nivel extraregional.

en caso de necesidades inmediatas de recursos económicos, en tanto que las vendedoras de los otros municipios lo hacen por que en lugar de utilizar lana para elaborar sus tejidos, utilizan telas, estambres e hilazas industriales debido a que se está perdiendo el uso tradicional de la ropa de lana; en la actualidad, solo las autoridades utilizan obligatoriamente el traje regional de lana, y el resto de la población lo usa solo en celebraciones especiales. Las compradoras de lana destinan la materia prima principalmente para elaborar la ropa de la familia, aunque algunas la usan para elaborar artesanías para la venta. Cuando las pastoras artesanas requieren de lana negra, larga y limpia, según sus criterios autóctonos de calidad para elaborar chamarros, enaguas o chales, acuden al mercado de San Cristóbal para comprarla directamente con otras pastoras. Para ello, requieren llegar muy temprano al mercado para tener opción de comprar de la mejor lana que se ofrezca. En la elaboración de prendas como ropa de los niños y artesanías, las artesanas utilizan lana de baja calidad. Existen artesanas como las del municipio de Tenejapa que en lugar de comprar lana, adquieren hilo de lana teñida de diversos colores (utilizando varias especies de vegetales) con las pastoras de Yutjemel, y otras comunidades del municipio de Chamula, para elaborar artesanías.

A pesar de que los tzotziles y tzeltales están reduciendo el uso de ropa de lana, la demanda de esta materia prima en la región ha incrementado en las últimas dos décadas, debido al acelerado crecimiento de la población indígena, la disminución de la población ovina por el incremento del mercado de barbacoa y a la creciente demanda de artesanías de textiles de lana destinada al turismo nacional e internacional. Esto ha conducido a la importación de lana de la Región Sierra Madre de Chiapas, que ante la falta de una organización sólida que aglutine a las pastoras artesanas de la región para la compra directa, se les ha dejado libre el camino a los intermediarios para que sean ellos los proveedores de lana en la región (Figura 29).

En cuanto al precio de la lana, la de buena calidad en el mercado de San Cristóbal cuesta como mínimo $ 60.00 y las de muy buena calidad varían ente $100.00 y $150.00 el montón (vellón o lana que se obtiene de un ovino en una

esquila). Por su parte, el precio de la lana corta, defectuosa y de colores diferente al negro, varía ente $20.00 y $30.00 el montón. Las pastoras señalaron que este tipo de lana es de mala calidad ya que lleva más tiempo para poderla hilar y se rompe con frecuencia.

La comercialización de fibra de lana aporta distinto margen bruto de ganancia a los intermediarios. El acopiador comunitario tiene en promedio un margen bruto de ganancia de $8.00; el acaparador de los mercados rural y urbano de $10.00; y el acopiador regional de $20.00 por cada vellón.

7.3.5.3. Comercialización de textiles de lana

La venta de artesanías de textiles de lana destinada al turismo nacional e internacional que visita la Ciudad de San Cristóbal y sus alrededores, principalmente las cabeceras municipales de San Juan Chamula, Zinacantán y Tenejapa, ha sido identificada por los tzotziles y tzeltales como una alternativa para hacerse llegar recursos económicos. Dicha comercialización genera diversas relaciones técnicas y económicas entre las unidades de producción que la practican, y se encuentra integrada en forma importante a una mercado local, regional y extraregional.

De 80 unidades de producción estudiadas en siete comunidades de la zona borreguera (Cuadro 5), se encontró que el 50% elabora textiles con fibra de lana. Después de que dichas unidades de producción fueron agrupadas en cuatro estratos de productores (Cuadro 6), se observó que las unidades borregueras comerciantes elaboran en mayor ($P<0.05$) medida textiles de lana en relación a las borregueras bovinocultoras (Figura 5., localizadas geográficamente en la zona borreguera San Cristóbal), en tanto que el porcentaje de unidades borregueras comerciantes, medias y pobres que elaboran textiles de lana no difieren significativamente, ($P>0.05$) entre sí, y se localiza geográficamente en subzona borreguera Chamula.

La comercialización de los textiles de lana se da a través de distintos canales, como se puede ver en el Figura 29. El canal de comercialización más directo ocurre cuando la pastora artesana vende su producto al comprador, o bien

cuando una artesana perteneciente a una organización vende directamente su producto al comprador final o a través de la tienda de artesanías de su organización. Sin embargo, el canal de comercialización más largo, con la participación de varios intermediarios, ocurre cuando la pastora artesana vende su producto al acopiador comunitario, este a su vez se lo vende al acopiador regional-extraregional, quien lleva a vender las artesanías a las tiendas de Cancún y Villahertmosa, y finalmente, estas se lo venden al comprador (Figura 29).

En entrevistas realizadas a vendedoras de artesanías ambulantes y con puestos fijos en las plazuelas de las iglesias de Santo Domingo y de la Caridad en la Ciudad de San Cristóbal, se encontró que la mayoría son revendedoras y adquieren los textiles con pastoras-artesanas de diversas comunidades. Solo una minoría vende textiles elaborado por ella misma o por miembros de su familia.

El margen bruto de ganancia de las revendedoras en 1997-1998, varió, dependiendo del textil que se trate (Chuj o abrigo, Jerkail o jorongo, Falda o Tsequil, o Chilil o blusa entre otros). Por ejemplo, en promedio el margen bruto de ganancia del acopiador comunitario al vender textiles a los turistas se encuentra alrededor del 80% en relación al precio de compra (Chuj o abrigo= $60; Jerkail o jorongo= $50.00; Tsequil o falda= $75.00 o Chilil o blusa=$40.00 entre otros). Cuando el acopiador comunitario, le vende textiles al acopiador regional y extraregional, sus ganancias se reducen a un 50% sobre el precio de compra. El acopiador regional-extraregional obtiene un margen bruto de ganancia de alrededor del 100% sobre el precio de compra. Las expectativas de cambio en el precio de los textiles, que pudieran favorecer el ingreso económico de las pastoras depende, principalmente, de la calidad de la lana utilizada según los criterios autóctonos, de mejorar las técnica tradicional de producción, y de evitar el intermediarismo.

En los últimos 10 años han surgido en la región algunas organizaciones de artesanas que han coadyuvado a evitar el intermediarismo en la comercialización de las artesanías de lana, algodón, estambres e hilazas industriales. Entre ellas se encuentran las sociedades coopertivas Abtel Antzetik Sna Jolobil (mujeres trabajadoras de la casa de tejidos), que aglutina a más de 700 artesanas de

textiles de diferentes comunidades de la región Altos; J`pas Jolobiletic (hacer tejidos) con alrededor de 250 artesanas y J´pas Jolobil (hacer tejido) con mas de 200 artesanas, entre otras organizaciones. El importante esfuerzo que realizan estas organizaciones está dirigido casi exclusivamente a la comercialización de artesanías de textiles, de tal forma que cada organización cuenta con una tienda de artesanías instalada en la Ciudad de San Cristóbal. Sin embargo, la nula organización de las pastoras como productoras de ovinos limita el reconocimiento de una figura asociativa regional que funja como interlocutora a nivel gubernamental para impulsar el desarrollo de la ovinocultura y la comercialización de sus productos en forma integral.

Aunque la oferta de artesanía textil se mantiene relativamente constante, la demanda varía por la afluencia temporal de turistas, por la competencia de artesanías de madera, de piel y de barro de la región, así como por la importación de artesanías guatemaltecas.

El fuerte intermediarismo en la comercialización de ovinos en pié, de fibra de lana y de las artesanías de textiles de lana en la región de Los Altos de Chiapas, hace que el margen neto de ganancia que las pastoras y las artesanas obtienen sea muy bajo. Esta falta de equidad en el contexto del desarrollo sostenible, contribuye a que la reinversión económica al sistema de producción ovina y al sistema de producción de textiles sea baja, lo cual restringe las posibilidades de desarrollo técnico, aun en el mismo contexto sociocultural en que se desarrolla la producción.

7.3.6. Manejo del sistema y dinámica de uso de la tierra

El proceso de trabajo o manejo que los tzotziles practican en el sistema de producción ovina se da en los niveles de individuo (ovino), rebaño y unidad de producción, utilizando todos los recursos disponibles a su alcance. El conocimiento empírico tradicional, y las herramientas manuales caracterizan a la técnica de producción agrosilvopastoril prevaleciente, cuyas prácticas se desarrollan mediante la división organizada del trabajo y un calendario de manejo flexible, adaptado a la variabilidad de las condiciones ambientales. Un elemento

básico en la conformación de la identidad de las mujeres tzotziles es el empleo de su fuerza de trabajo en el manejo del sistema de producción ovina (Zuñiga, 1998).

En términos generales, las prácticas de manejo a nivel de individuo, rebaño y unidad de producción son similares en toda la zona borreguera. Es decir, no se observan diferencias importantes entre los distintos estratos socioeconómicos de las unidades de producción borregueras, ni por la influencia del espacio geográfico que ocupan las dos subzonas borregueras identificadas.

Las prácticas de manejo a nivel de individuo son, alimentación complementaria con grano de maíz o pozole (masa de maíz disuelta en agua) y frutos de chilacayote (*Cucurbita ficifolia*) en la época de mayor sequía (de enero a abril), suministrados a corderos, hembras gestantes y lactantes. Los animales son esquilados dos veces por año, principalmente en los meses de noviembre y abril. El cuidado y la atención de las hembras periparturientas, así como del cordero recién nacido es escaso, lo que ocasiona que algunos corderos mueran por asfixia o por aplastamiento. Las hembras, sin embargo, son poco afectadas por la escasa atención al parto, ya que solo ocasionalmente pueden sufrir algún padecimiento, como la retención placentaria. En relación con la selección del pie de cría, las pastoras están conscientes de la existencia de ovinos con mayor capacidad productiva, a los cuales procuran seleccionar en la medida de lo posible para mantenerlos en el rebaño. Sin embargo, con frecuencia los criterios de decisión de las pastoras (Cuadro 24) para deshacerse de un animal, o la posibilidad de adquirir otro, depende más de las necesidades inmediatas de recursos económicos de las unidades de producción que de la necesidad de seleccionar a individuos superiores para mejorar la productivida del rebaño.

A nivel del rebaño, la práctica más generalizada es el pastoreo, principalmente en la temporada de lluvias (Figura 30). En la subzona borreguera Chamula el pastoreo se lleva a cabo principalmente en pastizales que jurídicamente son comunales -aunque a la mayoría de ellos se les da un uso individualizado-, en acahuales y rastrojales; en tanto que en la subzona borreguera San Cristóbal el pastoreo se realiza esencialmente en pastizales de propiedad privada, y también en acahuales y rastrojales (Figura 30). Después de

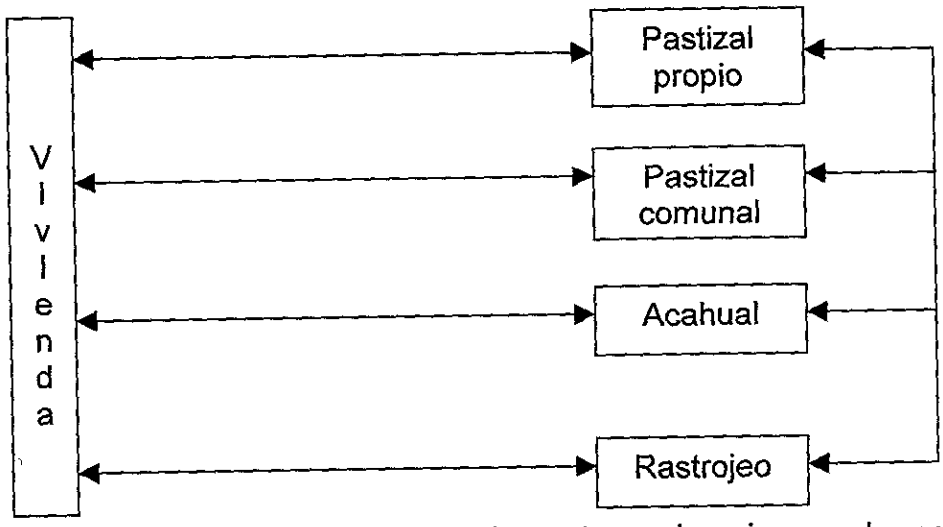


Figura 30. Modelo conceptual de las rutas de pastoreo de ovinos en la región de Los Altos de Chiapas.

que los productores establecen los cultivos, se practica el aperzogo (atar con un lazo a los animales a una estaca) de los ovinos para evitar perjuicios en los cultivos. Las distancias recorridas previas, durante y posteriores al pastoreo son de alrededor de 3 km, dependiendo de la localización de los pastizales.

El suministro de sal a los ovinos se lleva a cabo durante todo el año cada 10 días, y la complementación alimenticia mediante rastrojeo y suministro de follaje de especies arbóreas y arbustivas cosechadas en el bosque, acahuales y cercas vivas ocurre en la época de sequía. Los corrales de alojamiento para el resguardo de los ovinos durante la noche son pequeños, por lo que los animales se mantienen hacinados; los corrales son móviles o fijos, cuentan con un solo compartimento, regularmente sin techo, aunque se observan algunos corrales con techo de paja y lámina. Cuando son móviles, los corrales cuentan con un cerco de madera, y cuando son fijos las paredes se construyen también con madera; en ambos casos el piso es de tierra, lo que hace que en la temporada de lluvias se mantengan lodosos. El empadre y el destete están fuera del control de las pastoras, por lo que ocurren libre y naturalmente. El tratamiento y el control de las enfermedades digestivas, respiratorias y septicémicas se realiza mediante el uso de hierbas medicinales; sin embargo, las pastoras reconocen las limitaciones de este método tradicional, por lo que actualmente el uso de medicamentos

veterinarios es común entre las pastoras, lo que ha dado origen a la proliferación de farmacias veterinarias en la Ciudad de San Cristóbal, de donde los adquieren.

A nivel de unidad de producción y comunitario, el manejo se da a través de la utilización de los pastizales y su relación con los sistemas agrícolas y forestales respecto a la dinámica de uso de la tierra (Figura 31). El cambio en el patrón de

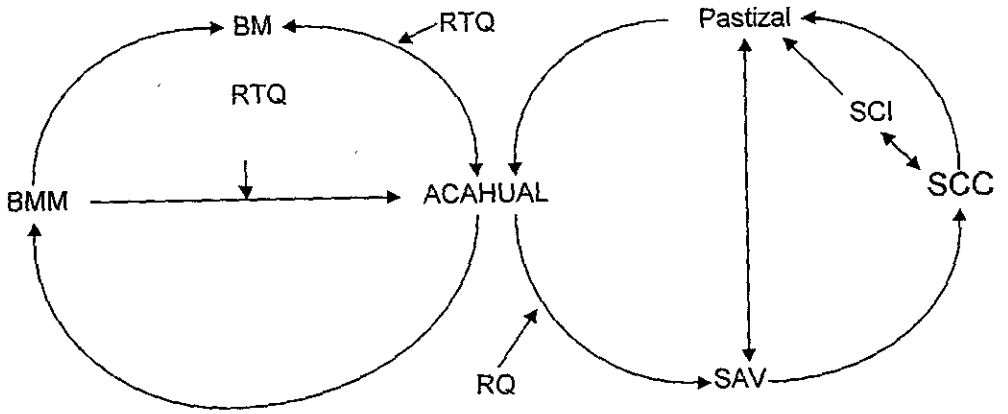


Figura 31. Modelo conceptual del cambio de uso del suelo en la región de Los Altos de Chiapas.
BM = Bosque maduro; BMM = Bosque medianamente maduro; RTQ = roza-tumba-quema; RQ= roza-quema SAV = sistema de año y vez; SCC = sistema de cultivo continuo; y SCI = sistema de cultivo Intensivo.
n = 80 U de P borregueras.

uso del suelo parte de la tala de un bosque maduro a través del sistema de roza-tumba-quema para la siembra de milpa, y dependiendo de las necesidades que el productor tenga de tierra para establecer cultivos agrícolas, el uso del suelo puede intensificarse o bien regresar a su estado inicial. Sin embargo, el crecimiento de la población humana en la región determina la mayor demanda de alimentos, que convencionalmente se pretende satisfacer incrementando la frecuencia de uso del suelo. Este proceso puede seguir varias rutas, con distintos grados de intensidad, como se muestra en la Figura 31, donde el cultivo de hortalizas conforma el sistema más intensivo, seguido de los sistemas de cultivo continuo y de año y vez (un año de cultivo y un año de descanso utilizado para el pastoreo de ovinos). Estos distintos grados de intensidad conducen, en diferentes tiempos, a una notable reducción de la fertilidad del suelo y, consecuentemente, de la producción agrícola, lo que conduce a que las áreas sean abandonadas para

utilizarse como pastizales durante un tiempo indefinido. Cuando, en el periodo de abandono ocurre el sobrepastoreo pronunciado, el suelo se erosiona, inhabilitándolo definitivamente para uso agrícola. La posibilidad de que un pastizal vuelva a ser utilizado para establecer cultivos depende de la disponibilidad de recursos económicos de la unidad de producción para mejorar su fertilidad, a través de la aplicación de fertilizantes, estiércol de ovino, gallinaza o aserrín, y de las necesidades de producir alimento para la familia, aunque también puede recuperarse a través de un mayor tiempo de descanso, hasta convertirlos en acahual. De esta forma se integra el manejo del sistema de producción ovina a la dinámica rotativa de uso del suelo con los distintos sistemas productivos que maneja la unidad de producción.

Debido a que más del 50% de las unidades de producción evaluadas carece de agua entubada, los miembros de la familia la acarrean de los pozos o manantiales localizados entre 50 y 400 metros de distancia de la casa; cuando los ovinos toman agua directamente del manantial, de lagunas o riachuelos, esta se contamina con las heces y orina y, en consecuencia, las reinfestaciones parasitarias son constantes; en otros casos, las pastoras extraen agua del pozo o del manantial para que los animales la tomen directamente de un recipiente, lo cual contribuye a romper el ciclo de los parásitos (Sykes, 1989; Speedy y Gibson, 1989).

Las pastoras de los distintos tipos de unidades de producción tienen la expectativa de mejorar las condiciones físicas y productivas de sus ovinos, de conocer y aprender cosas nuevas y de que, si a futuro la cría de ovinos no se incrementa, al menos se mantenga como hasta ahora. Sin embargo, la reproducción del sistema a través de la ampliación de las áreas de pastizales no es factible debido a que en la actualidad existe una fuerte demanda de tierra para fines agrícolas, en consecuencia, el sistema debe reproducirse en forma restringida (Parra-Vázquez *et al.*, 1993), a través de la reinversión de recursos económicos que conduzcan a su intensificación. Ante la inminente fragmentación de la tierra -debido al tipo de herencia bilineal, por vía materna y paterna, principalmente en el municipio de Chamula (Cervantes, 1995)-, el desarrollo

sostenible del sistema de producción ovina debe dirigirse hacia una intensificación de la producción, la cual implica la consideración de un reordenamiento en el uso del suelo, el desarrollo de la infraestructura mínima requerida, el mejoramiento de las condiciones físicas y productivas de los ovinos, particularmente de las condiciones de alimentación y sanitarias; intensificar el uso del suelo, particularmente mejorar el uso de los pastizales actuales, cultivar especies forrajeras de corte, manejar la fertilidad y construir obras de conservación de suelo.

7.3.7. Síntesis del sistema

De acuerdo con las condiciones ecológicas, tecnológicas, socioeconómicas y culturales en que se desarrolla el sistema de producción ovina de Los Altos de Chiapas, las tendencias históricas (Figura 32) y las interacciones (Cuadro 26) de algunas variables generales, se pueden definir los puntos críticos para el desarrollo sostenible del mismo. Sobresale la relación directa que tiene la alta población humana sobre la población animal, las áreas de bosque y de labor, como puede corroborarse por los altos coeficientes de correlación. Así, el acelerado crecimiento de la población y el agotamiento de la frontera agrícola ocasionan una competencia permanente por el uso del suelo, proceso que se manifiesta directamente en una clara tendencia hacia el incremento de la superficie de labor, en detrimento de la superficie de pastos y bosques. Paralelamente al incremento del número de habitantes, la población económicamente inactiva aumentó a la par que la población analfabeta (Figura 32). Las necesidades crecientes de la población determinan una mayor demanda de recursos económicos para adquirir distintos satisfactores, a través de la venta de lana y artesanías confeccionadas con esta, así como de estiércol para abonar los cultivos. Esto ha tenido un efecto directo en el incremento de la población ovina, lo mismo que en la población bovina y caballar. Por lo que la reducción de las áreas de pastizales y el incremento de las poblaciones animales ocasionan un incremento en la presión de pastoreo, que de continuar con las mismas tendencias se puede anticipar una etapa de franco deterioro.

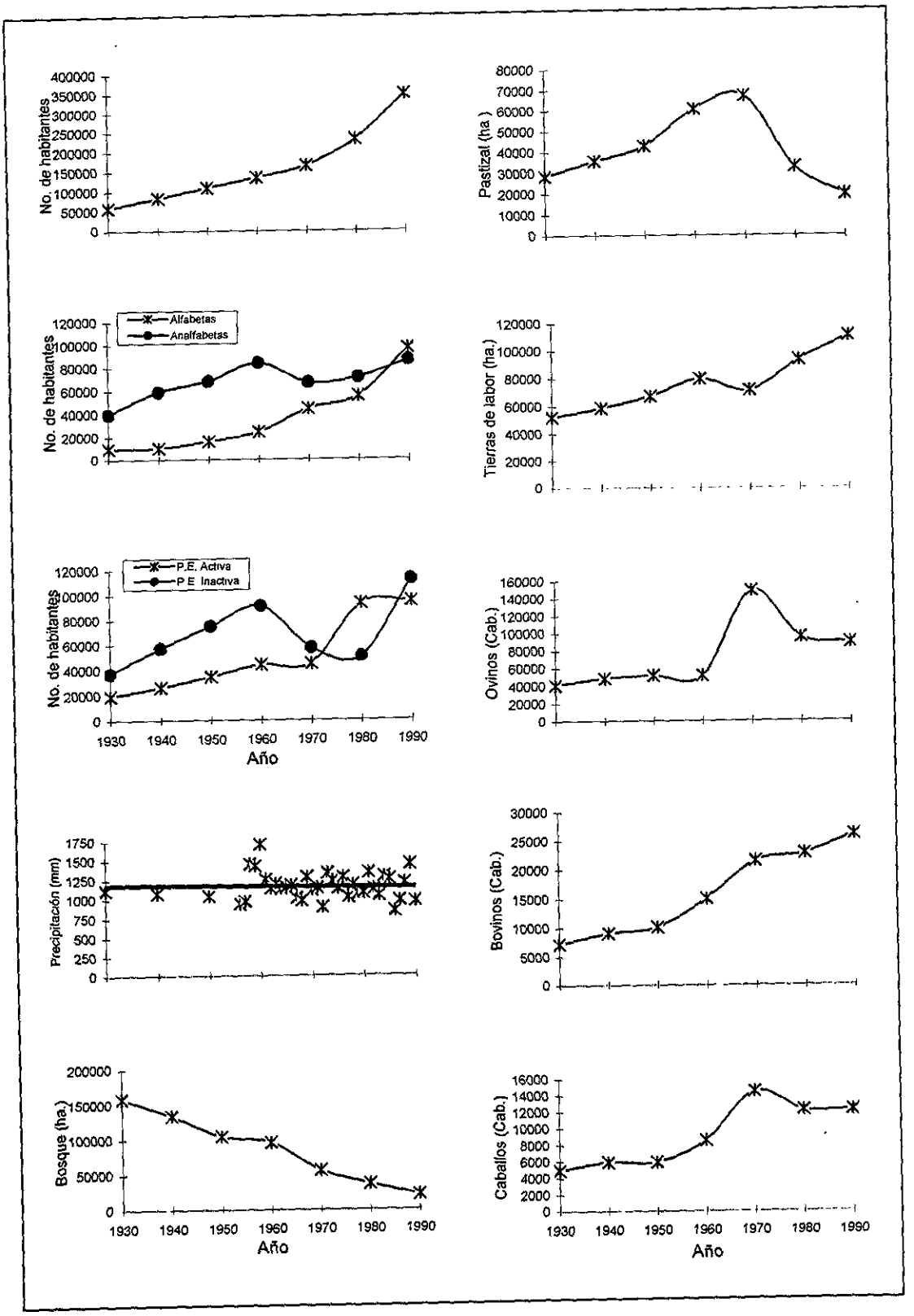


Figura 32. Tendencia histórica de algunas variables que afectan al sistema de producción ovina de Los Altos de Chiapas.

	Población ovina	Población bovina	Población equina	Area de pastizal	Area de bosque	Areas de labor	Población humana	Población indígena
Población ovina		(0.82) *	(0.92) *	0.49 NS		(0.67) *	0.82 *	0.60 NS
Población bovina	(0.82) *		(0.89) *			(0.96) **	0.99 **	0.92 *
Población equina	(0.92) *	(0.89) *				(0.78) *	0.89 *	0.75 NS
Areas de pastizal						-60 *		
Areas bosques	(-0.82) *	(-0.99) **	(-0.89) *			(-0.96) **	-0.99 **	-0.92 *
Areas de labor	(0.67) NS	(0.96) **	(0.78) *				0.96 **	0.96 **
Población humana								0.92 *
Población indígena							0.92 *	

Cuadro 26. Matriz de interacción de algunas variables históricas que afectan al sistema de producción ovina en la región de Los Altos de Chiapas.
Los valores de las celdas se refieren al coeficiente de correlación. Las relaciones de causa-efecto o directas aparecen sin paréntesis y las relaciones correlativas o indirectas aparecen entre paréntesis.
** = (P< 0,01); *= (P< 0,05); NS = No significativo.

El resto de las variables presentan algunas correlaciones positivas o negativas indirectas entre sí. Por ejemplo, a medida que se reduce la superficie de bosque la población ovina, bovina y caballar sigue creciendo, sin que ello signifique que el crecimiento de las poblaciones animales, sea el único factor causante de la reducción de la superficie de bosque, ya que existen otros factores que también la afectan, como la extracción de madera y leña.

En el nivel técnico, las variables evaluadas durante el ciclo anual muestran algunas interacciones (Cuadro 27). Es probable que debido al tamaño de muestra pequeño en las observaciones, se hayan presentado errores aleatorios que no permiten establecer, en algunos casos la significancia estadística esperada, aún cuando la correlación haya sido alta (Zar, 1984). El análisis de correlación indica que la variable dependiente peso vivo, es influenciada directamente por el consumo de materia seca y ambas determinan la época de empadre; el peso vivo de los ovinos también se asoció negativamente con las infecciones por *Eimeria* y

	Peso vivo	Producción de lana	Empadres	Partos	Forraje disponible	CMS-forraje	PC-forraje	DIVMS-forraje	Producción de heces	*Eimeria spp.*	*Estrongilidos*	*Faciola hepatica*	*Dyctiocaulus filaria*	Precipitación	Evapotranspiración	Temperatura
CMS-forraje	0.80 *		(0.80) NS		0 60 NS		(-0.80) NS			-0 80 NS	-0.80 NS		-0.63 NS			
Producción de heces						0.80 NS										
Eimeria spp.	-0 60 NS					-0 80 NS								(0.80) NS		(0.80) NS
Estrongilidos	-0.80 NS				(-0.80) NS									(-0.80) NS		
Faciola hepatica													(0 73) NS			(-0.80) NS
Dyctiocaulus filaria						-0 63 NS						(0 73) NS				
Forraje disponible									(0 45) NS							
PC-forraje			(0 99) **	(-0.99) **										(0 80) NS		(0 80) NS
DIVMS-forraje		(0 63) NS			0.60 NS						-0 80 NS					
Peso vivo		(0.94) NS		(-0 99) **	0 80 *	0 80 NS	0 99 **	0,80 NS			-0 99 **			(0 80) NS		(0.80) NS
Producción de lana					(0 63) NS	0.94 NS		0 63 NS		-0 60 NS	-0.94 NS					
Partos						0.60 NS				-0.99 **				(-0.80) NS		
Empadre	0.99 **				(0 65) NS	0 80 NS	0 99 **							(0.80) NS		(0.80) NS
Precipitación			(0.80) NS	(-0 80) NS						(0 80) NS						
Evapotranspiración														0 99 **		0 99 **
Temperatura			(0.80) NS	(-0.80) NS						(0.80) *				0.99 **		

Cuadro 27. Matriz de interacción de algunas variables biológicas y ambientales (ciclo anual) que afectan al sistema de producción ovina en la zona borreguera en la región de los Altos de Chiapas.
Los valores de las celdas se refieren al coeficiente de correlación. Las relaciones de causa-efecto o directas aparecen sin paréntesis y las relaciones correlativas o indirectas aparecen entre paréntesis.
** = (P<0.01); * = (P<0.05); NS = No significativo.
CMS = Consumo de materia seca,; PC = Proteína cruda; DIVMS = Digestibilidad *in vivo* de la materia seca.

Estrongílidos, lo que significa que al aumentar el peso de los animales las parasitosis señaladas se reducen; al parecer, la mejoría en el *estatus* nutricional de los animales durante el periodo de mayor abundancia de forraje mejora su tolerancia, así como los mecanismos de defensa contra los parásitos (Sykes y Coop, 1982; Sykes, 1989). Otra variable dependiente importante es la producción de lana, asociada directa y positivamente con el peso vivo de los ovinos, e indica que el incremento de la producción de lana se asocia con el incremento del peso vivo. Así también, los partos coinciden con una reducción del contenido de proteína cruda del forraje, con la disminución del peso de las hembras,

disminución de la precipitación y la temperatura, por lo que estos ocurren en condiciones muy adversas; las escasas reservas corporales, y el poco forraje disponible determinan una crianza precaria, y por ende, altas tasas de mortalidad en las crías. El forraje disponible muestra un efecto directo sobre el consumo de materia seca, la digestibilidad, el peso vivo, la producción de lana y la frecuencia de empadre. De igual forma, el contenido de proteína cruda del forraje tiene un efecto directo sobre el peso vivo de los ovinos y la frecuencia de empadre, en tanto que la digestibilidad afecta en mayor medida al peso vivo y la producción de lana. El mayor contenido de proteína del forraje también se asoció con una reducción de las infecciones por *Eimeria* y *Dictiocaulus filaria* y viceversa. La infección por *Dictiocaulus filaria* se asoció positivamente con la de *Fasciola hepatica* y se relacionó con la escasez de fuentes de agua, y a la falta de cuidado para evitar que se contaminen con orina y heces fecales. Las mayores infestaciones por parásitos, se asociaron a su vez, con un estado de debilitamiento general del animal. Finalmente, la temperatura se corrrelacionó directa y positivamente con las infecciones por *Eimeria*, es decir, a medida que aumenta la temperatura, aumentan también las infecciones por *Eimeria*.

Con base en las interacciones analizadas, es posible identificar aquellos procesos relevantes que conducen a la baja estabilidad de los sistemas de producción, como la alta población humana, el agotamiento de la frontera agrícola, el bajo forraje disponible en los pastizales, las fuertes parasitosis y la irregularidad de los factores climáticos. Ante esta situación, la respuesta de los productores ha sido convertir las áreas de pastizales a áreas de cultivo, manejar distintos agrohábitats, diversificar las especies cultivadas, utilizar herbicidas y fertilizantes, complementar el escaso forraje que los ovinos obtienen en pastoreo con follaje de especies leñosas, utilizar medicamentos veterinarios para el control y tratamiento de las enfermedades, producir principalmente para el autoconsumo familiar, así como continuar asociados a través de grupos parentales, los cuales pueden ser la base para constituir organizaciones formales. Sin embargo, dicha capacidad de respuesta ha sido insuficiente para afrontar los diversos problemas debido a que no ha sido orientada adecuadamente, así como por factores

culturales que inducen la resistencia al cambio, lo cual se refleja en un balance negativo general del sistema de producción ovina, que es posible observar a través de algunos indicadores que muestran los puntos críticos del desarrollo sostenible. Entre ellos se encuentran la alta carga animal; la disponibilidad escasa y estacional de forraje; el bajo índice de área foliar en los pastizales; el bajo consumo de forraje por los ovinos; el sobrepastoreo; el aumento de las especies indeseables; la disminución de la fertilidad y el incremento de la acidez de los suelos; la erosión; la reducción de la productividad agropecuaria; el intermediarismo, y en general, las desfavorables relaciones mercantiles; la baja productividad de la fuerza de trabajo; el alto índice de marginación; la pobreza extrema y la migración. Algunas de las relaciones de causo-efecto, identificadas en los Cuadros 26 y 27, fueron reportadas por Gómez (1996) de acuerdo con la motricidad y dependencia de los problemas en la región de estudio (apartado 2.3). De igual forma, Snow *et al.* (1996) reporta tendencias similares en el comportamiento de la ganadería en Gambia que afectan el desarrollo sostenible del sistema de producción.

La información presentada hasta ahora, muestra la tendencia actual de los diversos problemas del sistema de producción ovina bajo manejo tradicional, e identifica las relaciones de causa-efecto frágiles que requieren de un mayor control por parte de los productores. Dicho control de los procesos productivos, requiere, necesariamente, de la adecuación y diseño de alternativas acordes a las circunstancias de los productores. En el siguiente apartado se presentan algunas experiencias.

VIII. ALTERNATIVAS

En este apartado, se hace una reflexión crítica de las distintas fases de investigación del proyecto Alternativas para el Desarrollo de Sistemas Agrosilvopastoriles (ADESA; antes proyecto ovino) de ECOSUR(Cuadro 28). Se particulariza en la tercera fase de investigación sobre evaluación de alternativas (diseño, validación y difusión de alternativas tecnológicas), con el objetivo de rescatar los aciertos e identificar y analizar los errores que deben evitarse en investigaciones futuras, además de contribuir a la definición de una estrategia que plantee las acciones que deben ser consideradas en el proceso de desarrollo productivo.

8.1. Estrategia metodológica

El proyecto ADESA se encuentra adscrito a la División de Sistemas de Producción Alternativos de ECOSUR la cual, desde sus inicios en 1982 -entonces denominado Proyecto Desarrollo de la Producción Agrícola- adoptó un enfoque distinto al exclusivamente tecnológico con que se aborda convencionalmente la investigación agrícola en México. La investigación partió de: (1) la consideración de los aspectos ecológicos, tecnológicos, económicos y sociales de la producción; (2) la elaboración de un marco teórico que permitiera comprender a la agricultura en su totalidad; y 3) el conocimiento de las condiciones reales de la producción en el campo.

Partiendo de estas premisas, la metodología para el estudio integral y dinámico de la agricultura en Los Altos de Chiapas se basó en cuatro aspectos fundamentales:

a) Se adoptó el enfoque de sistemas (Bertalanffy, 1976), debido a que reconoce, de entrada, que el productor campesino cuenta ya con una estrategia integral de atención a sus principales problemas productivos. De esta manera, la producción se concibió como un sistema jerárquico (Hart, 1985), lo que permitió coordinar las investigaciones en los niveles de región, comunidad, unidad de producción, sistema de producción y parcela.

Cuadro 28. Unidades de análisis y fases de la investigación utilizadas por el Proyecto Desarrollo de la Producción Agrícola en 1982 (actualmente División de Sistemas de Producción Alternativos de ECOSUR).

	Unidades de análisis			
Fase	Procesos ecológicos	Procesos de trabajo	Proceso de producción inmediata	Proceso de producción global y de reproducción social
1	Diagnóstico cualitativo: Identificación, clasificación y descripción de:			
	Sistemas terrestres	Sistemas de producción	Tipos de productores	Areas agrícolas e integración regional
	(Período 1982-1985)			
2	Diagnóstico cuantitativo: Evaluación y experimentación del funcionamiento de:			
	Procesos ecológicos y ecofisiológicos	Proceso de producción	Estrategias socioeconómicas familiares	Procesos socioeconómicas regionales
	(Período 1986-1992)			
3	Evaluación de alternativas: Diseño, validación y difusión de alternativas tecnológicas para el desarrollo regional autogestionado basado en el uso y conservación de los recursos naturales:			
	Ordenamiento territorial	Innovación tecnológica	Organización capacitación	Planificación regional
	(Período 1993-1997)			

Parra *et al.* (1987).

b) Se partió de la consideraron de cinco unidades de análisis que avanzan de lo simple a lo complejo (Cuadro 28), para entender los fenómenos físicos, biológicos, tecnológicos, económicos y sociales que se presentan en la producción (Parra *et al.*, 1984).

c) Se recurrió a diferentes disciplinas conformando un equipo de investigación para estudiar la producción agrícola, pecuaria y forestal de la región de Los Altos de Chiapas. El equipo se constituyó con un maestro en ciencias, responsable del proyecto y único con experiencia previa, dos pasantes de biología, uno de agronomía, uno de sociología y un Medico Veterinario Zootecnista.

d) Se definieron tres fases de investigación (Cuadro 28), las cuales son entendidas como unidades metodológicas de la investigación, en el sentido de que definen dominios de esfuerzos y propósitos dentro del problema por investigar.

8.1.1. Fase de diagnóstico cualitativo

En esta fase (1982-1985) se identificaron, se describieron y se analizaron los sistemas de producción agrícola, pecuario y forestal; se caracterizaron las condiciones naturales y socioeconómicas en que estos se desenvuelven; y se evaluaron y jerarquizaron sus limitantes (Parra, 1989). Esta fase de investigación permitió definir las variables de mayor importancia que debían de estudiarse con detalle desde el punto de vista cuantitativo. De esta forma el diagnóstico cualitativo pasó naturalmente a una fase cuantitativa. Es importante resaltar que tanto por las características cualitativas del estudio, como por el hecho de que los integrantes del equipo iniciaban su formación como investigadores, asumiendo una actitud de mayor colaboración, el trabajo multidisciplinario tuvo su máxima expresión en esta fase de la investigación.

8.1.2. Fase de diagnóstico cuantitativo

En esta fase (1986-1992), además de la investigación de ámbito regional, se realizaron estudios en espacios más restringidos para entender los

mecanismos básicos de funcionamiento de los distintos sistemas de producción y de la unidad familiar (inventarios, mediciones, observaciones y experimentos en rebaños, parcelas, bosques y viviendas). Aquí se consideró conveniente el entendimiento de la agricultura campesina en la coyuntura de la crisis económica nacional, en una comunidad indígena (Bautista Chico, Chamula, Chiapas) que mayormente reúne las condiciones naturales, los sistemas de producción y los tipos de productores predominantes en la región. En esta fase, el trabajo se realizó en forma disciplinaria debido a que se requería de conocimientos específicos de los temas abordados. Sin embargo, a pesar del esfuerzo realizado por el coordinador del grupo por fomentar el trabajo multidisciplinario, en equipos pequeños pero sin experiencia, esto no fue posible, debido principalmente a que éstos no estaban acostumbrados a trabajar en conjunto, y las capacidades formativas de los integrantes eran disciplinarias, por lo que su incursión en temáticas diferentes a la de su especialidad tuvo varias deficiencias. Así los agrónomos, biólogos y veterinarios intentaron incorporar a su visión de la problemática regional los elementos sociales, económicos y políticos que consideraron pertinentes. No obstante, los profesionales de las ciencias sociales no fueron tan entusiastas y se mantuvieron dentro de sus campos disciplinarios. Esto redujo la eficiencia del trabajo de equipo, reflejada en interpretaciones deficientes y/o sesgadas. Para resolver este problema, es necesario que los aspirantes seleccionados a participar en equipos de investigación se sometan a un proceso de capacitación rigurosamente planeado (Parra y Díaz, 1985).

Atendiendo principalmente los resultados del diagnóstico técnico cualitativo, así como a las necesidades sentidas de las pastoras, los integrantes del proyecto ADESA realizaron evaluaciones para el control de las parasitosis y para el mejoramiento de la nutrición de los ovinos. Sin embargo, como en esta fase las evaluaciones se realizaron con pastoras y productores individuales con muy baja participación, no se afectó la dinámica social y/o política de los grupos de productores. Estos trabajos partieron del supuesto erróneo de que realizar las evaluaciones directamente en rebaños y parcelas de los productores, la adopción sería automática, y que después, lo único que haría falta por hacer sería difundir

la propuesta y capacitar a los productores en su manejo y utilización.

8.1.3. Fase de evaluación de alternativas

La transición de la fase de diagnóstico cuantitativo a la fase de evaluación de alternativas no ha sido clara. Esto se debió, entre otras causas, a que no fueron consideradas adecuadamente la dinámica social y económica de las comunidades de trabajo para la generación de las alternativas tecnológicas, las cuales fueron recibidas con escepticismo por los productores. Este aparente rechazo generó en los investigadores la necesidad de evaluar bajo condiciones semicontroladas las diferentes variables involucradas en la adecuación o generación de las tecnologías. Los proyectos de investigación se fijaron como meta desarrollar alternativas que tuvieran las mayores probabilidades de éxito, antes de proponerlas a los productores. Ello se refleja en el incipiente aporte de tecnologías de los proyectos. Actualmente, los cuatro proyectos que conforman el Departamento de Agroecología de la División de Sistemas de Producción Alternativos, aún siguen realizando evaluaciones cuantitativas, sin que lleguen, con claridad, a proponer alternativas viables. Esta situación es uno de los resultados de la estrategia metodológica con que se desarrolló la investigación en sus primeras fases (Cuadro 28). Al adoptar el uso de la teoría de sistemas se tuvo la oportunidad de lograr una visión más realista de las condiciones bajo las cuales el productor realiza su actividad agrícola -esto es, el trabajo directo con los productores-, y permitió que se tomaran en cuanta las limitantes productivas campesinas, las cuales se intentaron incluir en el diseño de las tecnologías. Se pensó que las propuestas que se propusieran serían suficientemente apropiadas al contexto de los campesinos de Los Altos de Chiapas, y que en consecuencia, el productor las adoptaría sin problemas, adecuándolas a la estrategias de manejo integral de sus recursos.

De esta manera, las tecnologías propuestas por el proyecto ADESA serían nuestra aportación al proceso de desarrollo, de tal forma que ahora las instituciones de servicio y desarrollo de los gobiernos estatal y federal pudieran tomarlas como alternativas viables para sus programas de asistencia y

capacitación, con miras a incrementar los niveles productivos de la región. Sin embargo, como la relación entre ECOSUR y las dependencias gubernamentales ha sido deficiente, la difusión de las escasas propuestas tecnológicas, al interior de las comunidades y a escala regional continúa siendo un reto.

En esta fase de investigación, el proyecto ADESA ha evaluado algunas alternativas, cuyas experiencias se presentan a continuación.

8.2. Fase de evaluación de alternativas del proyecto ADESA

La estrategia seguida en el proyecto ADESA fue considerar como punto de partida la sistematización de las necesidades sentidas de las pastoras y los productores, obtenidas a través de entrevistas (Nahed y Parra, 1984; Nahed, 1989), talleres participativos (Alemán, 1995), listas libres (técnica de "free list"; Moguel, 1997) y el método estructural (Gómez, 1996) en las distintas fases de investigación. Se requería atender de manera pronta esas necesidades, con propuestas sencillas, de corto plazo y al alcance de los recursos económicos de los productores, con la idea de que se interesaran en ellas, y se involucraran en el proceso, asumiendo la parte que le corresponde, esto es, integrar la tecnología a su contexto productivo. Ello condujo a que se integrara un listado de necesidades sentidas de los productores de ovinos, y a elaborar, con éstas, una matriz de doble entrada (Cuadro 29), utilizada como filtro para seleccionar a un grupo de alternativas, con posibilidades de resolver algunas de las necesidades sentidas de las pastoras y los productores de ovinos, aquellas con mayor viabilidad de ser adoptadas.

Con ello, fue posible observar que las principales dificultades para la selección de alternativas viables son de carácter económico y social. Es decir, para que una alternativa sea considerada como viable, debe demostrar, en la práctica, su factibilidad económica y su pertinencia social, con la finalidad de que sea adoptada por los productores. Algunas alternativas presentadas en el Cuadro 29 se evaluaron en diferentes contextos, inicialmente al interior del proyecto ADESA, a través de investigación experimental en parcelas y rebaños de productores individuales; y posteriormente, mediante investigación experimental

Cuadro 29. Evaluación de problemas y criterios para seleccionar alternativas para el desarrollo del sistema de producción ovina en la zona borreguera de Los Altos de Chiapas.

Problema Tecnológico	Alternativas	Disponibilidad (1)	Enfoque Tecnológico (2)	Compatibilidad con otros sistemas (3)	Viabilidad económica	Nivel social de adopción	Alternativas seleccionadas
Escasez de forraje	*Rastrojo molido	Corto plazo	Bajos-altos insumos	Si	Si	Grupo/UF	Viable
	*Bloques alimenticios	Corto plazo	Altos insumos	No	No	Grupo/UF	-
	*Follaje de leñosas	Corto plazo	Bajos insumos	Si	Si	UF	Viable
	*Bancos de proteína	Mediano plazo	Bajos insumos	Si	No evaluado	UF/ grupo	-
	*Cercos vivos.	Corto plazo	Bajos insumos	Si	Si	UF/grupo	Viable
	*Cercado de pastizales	Corto plazo	Bajos insumos	Si	Si	UF/grupo	Viable
	**Fertilización con estiércol	Corto plazo	Bajos insumos	No	Si	UF/grupo	-
	*Fertilización inorgánica	Corto plazo	Altos insumos	No	No evaluado	UF/grupo	-
	**Control de la carga animal	Corto plazo	Bajos insumos	Si	No evaluado	UF/grupo	-
	**Forrajeras de corte	Mediano plazo	Bajos insumos	Si	No evaluado	UF/grupo	-
	*Sales minerales	Corto plazo	Altos insumos	No	No evaluado	UF	-
	*Vitaminas	Corto plazo	Altos insumos	No	No evaluado	UF	-
Enfermedades Parasitarias	**Rotación de pastizales	Mediano plazo	Bajos insumos	No	No evaluado	UF/grupo	-
	*Corrales apropiados	Corto plazo	Bajos insumos	Si	Si	UF/grupo	Viable
	*Dar agua en recipiente	Corto plazo	Bajos insumos	Si	Si	UF/grupo	Viable
	*Desparasitación	Corto plazo	Altos insumos	Si	Si	Grupo/UF	Viable
Escasez de agua	*Captación de agua de lluvia	Corto plazo	Altos insumos	No	No	UF/grupo	-
Baja productividad de lana y carne	**Selección de animales	Corto plazo	Bajos insumos	Si	No evaluado	UF	-
	**Desechar animales improductivos	Corto plazo	Bajos insumos	No	No evaluado	UF	-
	**Control del empadre	Corto plazo	Bajos insumos	Si	No evaluado	UF	-
	**Reducir la consanguinidad	Corto plazo	Bajos insumos	Si	No evaluado	UF	-
	**Castración	Corto plazo	Bajos insumos	Si	No evaluado	UF	-
Comercialización	**Organización para la compra de lana	Corto plazo	Bajos insumos	Si	No evaluado	Grupo	-
	**Organización para la venta de textiles	Corto plazo	Bajos insumos	Si	No evaluado	Grupo	-
	**Organización para la venta de barbacoa	Corto plazo	Bajos-altos insumos	Si	No evaluado	Grupo	-

(1) **Disponibilidad: corto plazo** = tecnología disponible actualmente; **mediano plazo** = tecnología que requiere evaluación para poder ser transferida.

(2) **Enfoque tecnológico: bajos insumos** = incorporación mínima de insumos externos al sistema (aprovechamiento de recursos locales); **altos insumos** = incorporación de insumos externos al sistema (utilización de recursos no disponibles localmente).

(3) **Compatibilidad con otros sistemas: si** = competencia mínima por recursos útiles para otro sistema; **no** = existe competencia de recursos útiles para otro sistema.

(4) **Nivel social de adopción: UF** (unidad familiar) y **grupo** (más de dos UF) = nivel social en el que se puede adoptar la alternativa.

* Alternativa evaluada; **alternativa pendiente de evaluar.

participativa, con la finalidad de validarlas con grupos de productores (para demostrar su eficacia, y capacitar a productores en su uso). Otras alternativas, aún no evaluadas, aparecen a nivel de propuestas y se evaluarán próximamente.

Para iniciar la atención a las necesidades sentidas, se abordó el problema de las parasitosis debido a que las prácticas de desparasitación tienen buen impacto en el corto plazo, pues mejoran visiblemente la condición corporal de los animales, que luego, producen una mayor cantidad de lana, además de que involucra una inversión modesta de recursos. En consecuencia, el control de las parasitosis y su evaluación (Nahed *et al.,* 1991) permitieron elaborar un programa de desparasitación[3] (Nahed, 1995), lo que constituyó un buen punto de entrada para iniciar la relación con los productores en la comunidad de Bautista Chico y su área de influencia. La práctica de desparasitación no afectó la dinámica social y/o política de los grupos de productores, debido a que esta no requiere de agrupaciones de pastoras y/o productores para realizarse. Con la idea de fortalecer el proceso de desarrollo agrícola en la región, es importante mencionar que el control de los parásitos a través de los medicamentos, era solo el punto de entrada a la estrategia y no se consideraba un fin en sí mismo, sino que se pretendía iniciar un proceso de transformación que atacara a las causas de los diversos problemas. En esta medida, el nivel de confianza ganado con el programa de desparasitación permitiría proponer transformaciones estructurales mayores, para las cuales el productor debería estar plenamente convencido. De esta forma, también fue posible plantear la necesidad de construir corrales apropiados que eviten el hacinamiento, la acumulación de estiércol, la humedad y la exposición de los ovinos a las bajas temperaturas por las noches, contribuyendo así al control de las parasitosis, reduciendo los problemas de

[3]De acuerdo con las parasitosis prevalecientes en la región, podrían ser suficientes tres desparasitaciones al año para lograr su control. Es conveniente que la primera desparasitación se aplique a mediados de invierno (en febrero contra *Fasciola hepatica*), la segunda al comienzo de la temporada de lluvias (en junio contra *Dictiocaulus filaria*) y la tercera al finalizar el periodo de lluvias (en octubre contra *Estrongilidos*). En cada ocasión se sugiere una desparasitación específica y otra de amplio espectro (Preston y Leng, 1989). Para controlar los ectoparásitos (falsa garrapata, piojos masticadores y ácaros) es conveniente que se apliquen parasiticidas concentrados tres veces al año sobre el dorso de los ovinos, al momento de realizar la desparasitación interna.

pezuñas y de infecciones respiratorias, que requieren tratamiento. El abastecimiento de agua para uso doméstico y para suministrar a los animales es otra necesidad sentida de muchas unidades de producción borregueras, que podría resolverse a través de la construcción de sistemas de captación de agua de lluvia o bien entubando el agua de los pozos o manantiales.

Las adecuaciones tecnológicas propuestas a las unidades de producción borregueras enfrentan de lleno la carencia de los recursos económicos necesarios para implementarlas. La transformación de los corrales o la construcción de sistemas de captación de agua requieren inversión económica, así como de la disposición de espacios adecuados y de capacidades en los productores, lo que no siempre sucede. De esta forma, las tecnologías propuestas empezaron a confrontarse con la realidad de los contextos comunitarios y con la verdadera capacidad económica de los productores. A continuación se exponen las dos experiencias de mayor relevancia que el proyecto ADESA ha desarrollado con grupos de pastoras y productores.

8.2.1. Sociedad de productores agropecuarios "San Juan" de Bautista Chico, Chamula, Chiapas

Como resultado principal de los diagnósticos técnicos, así como de la sistematización de las necesidades sentidas de las pastoras resultaba necesario atender el grave problema alimenticio[4] de los ovinos con una propuesta tecnológica también con características sencillas, de resultados a corto plazo, y

4 El cercado de los pastizales -en tanto permanezca el uso individualizado de éstos-, permitiría controlar el pastoreo, favorecería el crecimiento de las especies deseables (leguminosas) existentes en el pastizal, mejoraría la eficiencia fotosintética y la productividad del pastizal. Bajo condiciones de exclusión, la fertilización de los pastizales con dosis bajas (50 kg N ha^{-1} año) y dos aplicaciones al año (al comienzo y al finalizar la época de lluvias), podría ser viable ya que mejora el contenido de proteína del forraje y la productividad al mejorar la cobertura del pastizal. Otras alternativas para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos de los pastizales son el uso de fertilizantes orgánicos. Las especies Dalea (*Dalea leporina*) y "Napush" (*Brassica campestris*) son arvenses forrajeras de uso relativamente común para alimentar a los ovinos, y podrían ser cultivadas en las pequeñas áreas de dolina para utilizarse como forrajeras de corte. El simple molido de los residuos de cosecha mejora el consumo y el aporte total de nutrimentos. Las pastoras están familiarizadas con el uso de follaje de especies leñosas para alimentar a sus animales; sin embargo, su uso sistemático requiere de la reproducción vegetativa de especies como *Montanoa leucantha subsp. arborescens* y *Erythrina chiapasana* para ser establecidas en bancos de proteína y cercos vivos.

con base principalmente en el uso de recursos locales. Se propuso elaborar bloques alimenticios con rastrojo de maíz molido y otros componentes (vitaminas, minerales, desparasitante, urea y cemento; Nahed *et al.*, 1993). Para ello y ante la dificultad de realizar evaluaciones en los rebaños de ovinos heterogéneos, se utilizó como instrumento de estudio a la Unidad Experimental de Producción propuesta por Bello (1971), con la que no es posible identificar diferencias de los factores en forma independiente, sino para medir diferencias de factores que afectan al sistema en su conjunto. La experiencia fue desarrollada en las tres etapas que en los apartados siguientes se exponen.

8.2.1.1. Etapa de investigación-experimentación

La evaluación se desarrolló (en 1992) en cinco rebaños de pastoras cooperantes, las cuales realmente no tuvieron una colaboración directa en la experimentación; su participación consistió en facilitar a los ovinos para evaluar el alimento en forma de bloque, realizar el pastoreo tradicional diario y como espectadoras; a cambio, se les apoyó con una despensa mínima mensualmente. La evaluación demostró que el uso de bloques alimenticios incrementa el peso de los animales, al mismo tiempo que disminuye las cargas parasitarias (Nahed *et al.*, 1993). Estos resultados fueron positivos ante los ojos de las pastoras y productores cooperantes, quienes manifestaron su interés en la elaboración de bloques por ellos mismos, así como de mantener la relación con los investigadores de ECOSUR. Expresaron que durante el experimento pudieron observar que los bloques alimenticios ayudaron a resolver el grave problema de escasez de forraje, al mismo tiempo que se redujo el tiempo dedicado al pastoreo, y las mujeres pudieron aprovechar ese tiempo libre para realizar otras actividades (Zúñiga, 1995; Ramos, 1996).

8.2.1.2. Etapa de organización y capacitación

Este interés de las pastoras y los productores se materializó en 1993 con la formación de una cooperativa, sustentada en 17 familias con un lazo de parentesco muy fuerte (grupo parental Hernández López), y muy pocos eran

externos a la familia (Zúñiga, 1995; Ramos, 1996). En esta etapa hubo poca relación entre los productores y el investigador que realizó la propuesta tecnológica, en tanto que los técnicos e investigadores en ciencias sociales fortalecieron su relación con los miembros del grupo, e incorporaron al proyecto ADESA la metodología de investigación participativa. Mediante la asesoría y el apoyo brindado por técnicos e investigadores del proyecto ADESA, la cooperativa logró su estructura orgánica en una asamblea de socios, en la que se eligieron un presidente, un secretario y un tesorero. El líder ocupó el cargo de presidente, su esposa el de tesorero, y su hermano el de secretario. En esta distribución de cargos se dio la primera división genérica del trabajo dentro de la cooperativa, lo cual es común en el municipio de Chamula, donde diversas organizaciones de mujeres son promovidas y controladas por hombres (Ramos, 1996). La formación del grupo obedeció fundamentalmente a que la implementación de la propuesta requería invertir recursos económicos fuera del alcance de las unidades familiares individuales. De esta forma, se gestionó un financiamiento ante el Instituto Nacional Indigenista, el cual les permitió adquirir el equipo necesario para elaborar los bloques. Sin embargo, la mera constitución del grupo derivó en situaciones imprevistas al generar la tecnología. Las inconformidades surgieron a raíz de la estructura organizativa que permitiera gestionar los recursos con las instituciones, organizar el trabajo para la fabricación de los bloques, y distribuir los beneficios esperados entre los participantes. De acuerdo con Ramos (1996), los productores y las pastoras manifestaron más interés en las posibilidades de aumentar sus ingresos con la venta de bloques que en la propia utilización de los bloques para sus ovinos, debido a que requerían de recursos económicos para satisfacer otras necesidades. Lo anterior concuerda con Moguel (1997), quien representa en forma gráfica (Figura 33) las prioridades de las mujeres chamulas de los parajes de Cuchulumtik y Bawistik, y explica que la falta de dinero es el punto de arranque de todas las actividades, ya que las mujeres encabezaron sus listas con necesidades de comprar insumos para elaborar artesanía, para curar y alimentar a sus ovinos y para la siembra de hortalizas; el circuito se cierra con las flechas, las cuales conducen a problemas con la elaboración de artesanías.

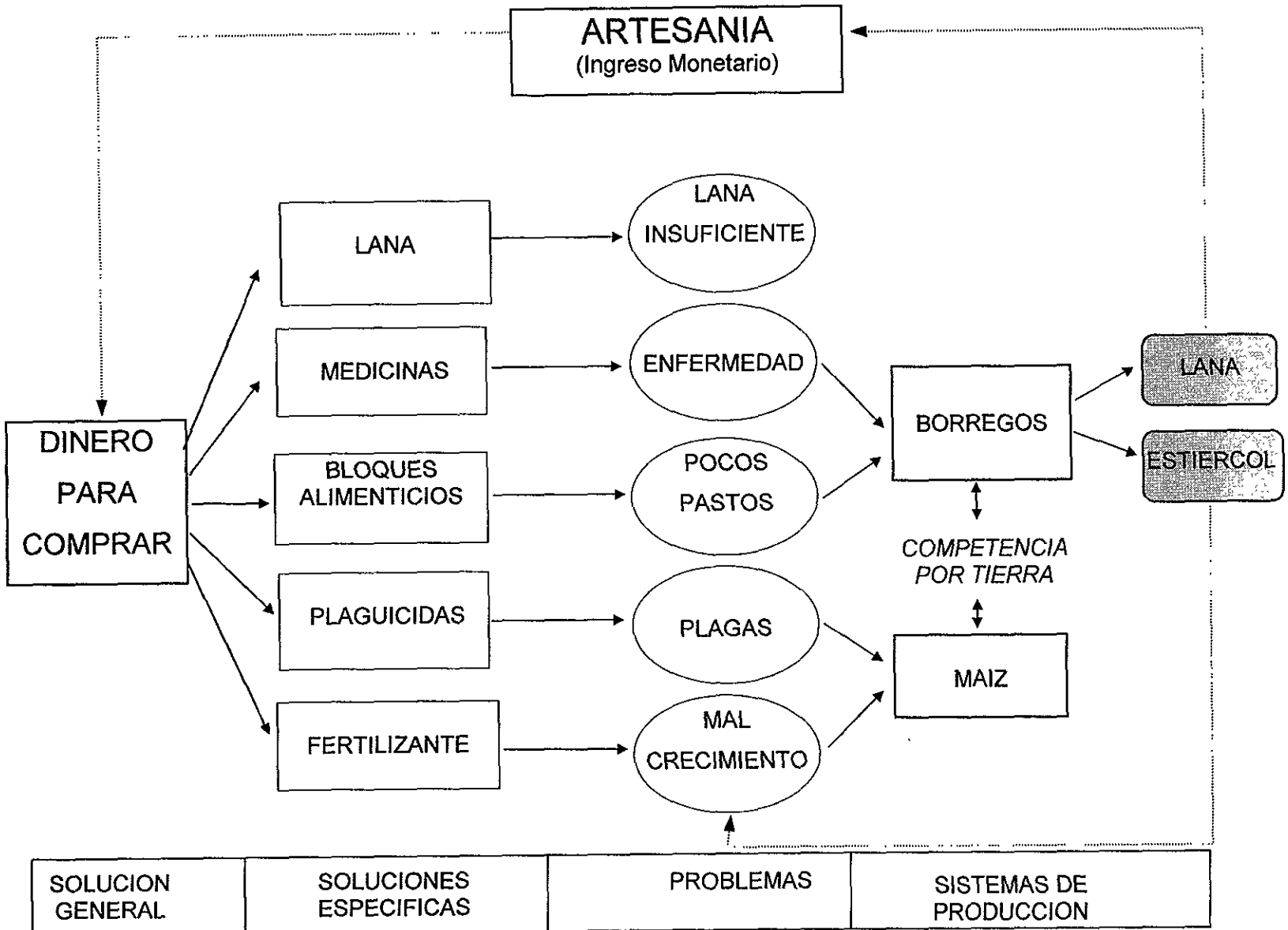


Figura 33. Priorización de las necesidades sentidas de dos grupos de mujeres en las comunidades de Bawistik y Cuchulumtic, municipio de San Juan Chamula, Chiapas. Información recabada en tsotsil y español, según la técnica Free List.
Fuente: Moguel (1997).

8.2.1.3. Etapa de evaluación técnica, económica y social

Esta etapa se caracterizó por una importante participación de investigadores en aspectos tecnológicos y en ciencias sociales; se desarrolló de 1994 a 1995, y como ya se contaba con las herramientas para elaborar los bloques, no se requirió solicitar financiamiento. La organización del grupo se centró en la adquisición de las materias primas y en la propia realización del trabajo. Cada miembro del grupo aportó rastrojo de maíz, una cooperación para la compra de las materias primas industriales, y mano de obra para moler el rastrojo, y mezclar y apisonar el alimento en moldes de madera. El grupo acordó que los bloques se repartirían entre los participantes según el tiempo de mano de obra que cada integrante le dedicara al trabajo. Sin embargo, realmente la distribución de los bloques fue inequitativa, debido a que el presidente y el tesorero se asignaron mayor cantidad de bloques en relación a la mano de obra que aportaron (Ramos, 1996). Por otra parte, el análisis de costo-beneficio de la elaboración de bloques alimenticios ($2.89 kg^{-1} en 1996) indica que su empleo es desventajoso, debido que al alimentar con bloque a un rebaño de 10 ovinos adultos (178 g d^{-1} ovino), en seis meses de sequía, arrojaría un ingreso neto de $ -285.65 (Ramos, 1996).

A nivel comunitario, esta experiencia de trabajo con un grupo organizado, puso en evidencia la compleja dinámica social y política de la comunidad de Bautista Chico. Además de las inconformidades entre los diferentes integrantes del grupo derivados de la propia organización del trabajo y de las relaciones de parentesco, surgieron conflictos con productores que no pertenecían a la asociación, así como enfrentamientos con las autoridades locales. Es decir, la tecnología y sus posibles efectos fueron vistos de diferentes formas al interior de la comunidad; y repercutió también en un conflicto entre los investigadores y las autoridades tradicionales locales. Estas acciones sociales no estaban previstas en la fase de validación del proyecto de investigación, por lo que se consideró apropiado dedicarle mayor atención para entender realmente lo que estaba sucediendo (Alemán, 1998).

Los resultados de la aplicación de la propuesta se sintetizan en que la falta de equidad y la baja rentabilidad, asociados a una estructura social y política intracomunitaria compleja y con problemas diversos, contribuyeron de manera importante a desalentar la participación de las pastoras, ocasionaron que la alternativa no fuera aceptada y que el grupo se desintegrara. Por lo que, queda comprobado que toda alternativa para ser adoptada deberá resultar ventajosa en el momento de la evaluación y, particularmente debe aportar recursos económicos inmediatos, dadas las necesidades extremas de los productores.

8.2.2. Asociación de productores y productoras afiliados al Frente Independiente de Pueblos Indios

Esta experiencia se desarrolló con un grupo de productores y productoras de la comunidad de Las Ollas, Chamula, Chiapas, pertenecientes al Frente Independiente de Pueblos Indios (FIPI). Se inició a finales de 1996 con el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), y posteriormente, con los apoyos de la Fundación Rockefeller y el Sistema de Investigación Benito Juárez (SIBEJ).

El interés de trabajar ahora con un grupo de productores ya organizados y no con un grupo de familias, surgió bajo el supuesto de que la experiencia en organización del nuevo grupo reduciría los problemas presentados en la comunidad de Bautista Chico, además de que se iniciaría una etapa del proyecto ADESA, en la que se le daría un fuerte impulso a la investigación participativa. En enero de 1997 se contacto al responsable del FIPI para plantearle la posibilidad de que ECOSUR pudiera realizar investigaciones con algún grupo de productores de su afiliación. En una reunión mensual de representantes de productores afiliados al FIPI, se informó acerca del proyecto Desarrollo de Sistemas Silvopastoriles, financiado por el CONACyT, y que ECOSUR proponía para desarrollar en colaboración con ellos. Posteriormente, el responsable del FIPI informó que los grupos de las comunidades de Las Ollas, Yutjemel y El Crucero, del municipio de Chamula, habían decidido participar en el proyecto de investigación. De esta forma se inició la planificación y la organización del trabajo conjunto, con dos representantes del FIPI, los representantes de cada uno de los

grupos de productores, dos investigadores de la oficina de vinculación de ECOSUR y los integrantes del proyecto ADESA. Como la investigación experimental requería de un terreno para las evaluaciones, y no era posible realizarlo en las tres comunidades, en una asamblea realizada en las oficinas del FIPI, las pastoras llegaron al acuerdo de que por contar con el mayor número de integrantes, los experimentos, los talleres y las asambleas, se realizaran en Las Ollas. De esta forma, las pastoras de Yutjemel y El Crucero se afiliaron al grupo de Las Ollas, exclusivamente para participar en la investigación participativa del proyecto ADESA.

Las características del grupo de productoras de Las Ollas es la siguiente. Cuenta con una estructura formal para llevar a cabo trámites oficiales, y aunque actualmente su comité directivo se conforma por una presidenta, una secretaria y una tesorera, inicialmente fue promovido y manipulado por un hombre de la comunidad, al igual que el caso de la cooperativa de Bautista Chico. El número de productoras que participaron fueron 33 de Las Ollas, 15 de EL Crucero, y 13 de Yutjemel. Es importante señalar que las socias de cada grupo y comunidad, que decidieron participar en la investigación del proyecto ADESA, están emparentadas con los representantes del grupo y/o viven en el mismo barrio. En las Ollas, las integrantes del grupo tienen alguna relación de parentesco con el Sr. Santos Díaz; las de El Crucero con la Sra. María Díaz Díaz; y en Yutjemel con Salvador Hernández Díaz (Burguete, 1998; Figueroa, 1997).

La organización del grupo está sujeta a la estructura comunitaria de gobierno, y como parte de ésta, deben respeto a sus autoridades. Para tal fin, existe un comité de vigilancia cívico-religioso que está pendiente de que ningún miembro vaya en contra de sus reglas y acuerdos, como por ejemplo, el que no acepten otra religión, distinta a la católica tradicionalista (Figueroa, 1997). La experiencia que el proyecto ADESA ha desarrollado con este grupo la podemos sintetizar en dos etapas:

8.2.2.1. Etapa de diagnóstico participativo y cursos-taller de capacitación

El primer taller, de diagnóstico, permitió identificar conjuntamente con el grupo de pastoras, los problemas principales (necesidades sentidas), los recursos

locales factibles de ser utilizados, así como elaborar una propuesta de trabajo y de capacitación con base en los problemas prioritarios. En otro taller, se presentaron al grupo los resultados del diagnóstico y una propuesta de trabajo basada en cursos de capacitación. Los resultados de estos talleres permitieron reorientar la investigación experimental y definir la estrategia de trabajo con la organización social. El primer curso-taller de capacitación fue sobre enfermedades de los ovinos; el segundo sobre alimentación; y el tercero sobre infestaciones parasitarias; los tres temas se basaron en los resultados del taller de diagnóstico. Este primer acercamiento con el grupo de pastoras, basado en la metodología de enseñar-haciendo, no solo permitió que las productoras obtuvieran ciertos beneficios, como la desparasitación de sus animales y la orientación en el conocimiento de algunos aspectos de la producción ovina, sino que a largo y mediano plazo pretende generar las condiciones para desarrollar y consolidar una metodología de investigación participativa, en donde las pastoras tengan una función de mayor relevancia en cuanto a la toma de decisiones. Los mejores aciertos del proyecto han sido la capacitación y el programa de desparasitación de los ovinos, ya que hubo un beneficio directo de las participantes de las tres comunidades. (Burguete, 1998).

8.2.2.2. Etapa de investigación experimental participativa

Para iniciar esta etapa, el terreno experimental fue cercado por las pastoras y sus esposos, y por técnicos del proyecto ADESA. En una asamblea se llegó al acuerdo de que las pastoras aportarían los postes de madera y la mano de obra, y ECOSUR, el alambre de púas y el asesoramiento. Posteriormente, se inició el establecimiento de un vivero en el que las pastoras se organizaron por iniciativa propia para proporcionar la "tierra de cultivo de monte". Se les capacitó en preparar y llenar las bolsas de plástico, así como seleccionar, obtener, sembrar y cuidar las varetas de *Montanoa leucantha* subsp. *arborescens*. Dos meses después las pastoras realizaron el trasplante de los arbolitos y aprendieron los cuidados que éstos requieren para lograr una mayor sobrevivencia y crecimiento. Como el trabajo era experimental, posteriormente participaron dos tesistas de

licenciatura para establecer dos ensayos en el terreno. El primero consistió en la evaluación inicial de la sobrevivencia de cinco especies arbóreas forrajeras; y el segundo, sobre el establecimiento de bancos de proteína de una especie arbórea y cuatro especies de pastos introducidos. En estos dos experimentos las pastoras tuvieron poca participación, únicamente estuvieron como espectadoras, particularmente porque se requería realizar mediciones precisas para responder a los compromisos académicos ante el CONACyT (Gómez, 1998; Domínguez, 1999). La confianza ganada con las pastoras facilitó que otra tesista evaluara en los rebaños de diez pastoras, la complementación alimenticia de los ovinos en pastoreo, con follaje de *Buddleia cordata* y rastrojo de maíz; además del efecto de la desparasitación y del alojamiento de los ovinos en corrales alternativos, sobre el control de las parasitosis (Muñoz, 1999). La participación de los tesistas permitió observar algunas dificultades que influyeron en la relación con las pastoras y los productores; particularmente la prisa por terminar sus trabajos de investigación condujeron a que la atención y la relación con el grupo fuera deficiente. Esto se debió principalmente a raíz del corto período de duración de la beca y a las pocas posibilidades de su extensión, o de que los becarios se incorporaran al proyecto como técnicos o asistentes del proyecto, lo que ha puesto en riesgo las posibilidades de que se gradúen. De los tres tesistas que participaron en el proyecto de CONACyT, solo uno se ha graduado y dos de ellos han regresado a su lugar de origen sin haber terminado.

Al igual que lo ocurrido con el grupo de Bautista Chico, en este caso continuó prevaleciendo el problema de la comunicación, a cuya solución podría contribuir el que los investigadores y técnicos de ECOSUR aprendan el idioma. En este sentido, las pastoras han expresado -a nivel de rumor- que no está suficientemente claro el carácter demostrativo de la parcela y la utilidad de la misma, aún cuando en los talleres de planificación de los experimentos manifestaron lo contrario. El hecho de que todas hayan invertido trabajo en la parcela, y que hasta la actualidad el FIPI no haya realizado la compra legal del terreno, como se comprometió inicialmente, se percibe que la única beneficiaria de todo el trabajo será la propietaria del mismo. Este grupo de productoras, así

como otros grupos de productores de Los Altos de Chiapas, se rigen con el concepto de reciprocidad, que supone que los beneficios deben ser equitativos para todos, por lo que si algo no funciona como tal, no es considerado como un proyecto de beneficio colectivo, y por lo tanto, su eficiencia es cuestionada (Burguete, 1999). El problema de fondo está en que se supuso que las pastoras habían entendido el carácter "demostrativo" de la parcela, mas no fue así, ya que aunque están conscientes de que el terreno es pequeño y que el forraje producido no alcanzará para todos los animales, sienten que todas tienen derecho de utilizarla debido a que todas invirtieron trabajo en ella. Sin embargo, el problema de la comunicación no fue el único, más bien, el problema estuvo en la manipulación y el engaño que el representante del grupo les hizo desde el principio, ya que cuando éste consultó a su grupo la posibilidad de colaborar con el proyecto, les indicó que ECOSUR apoyaría para cercar un pastizal, el cual se utilizaría para encerrar y dar de comer a todos los ovinos, y que regalaría dos borregos y dos mil pesos a cada una de las que participaran (Burguete, 1999). Esta forma de convencer a las pastoras para que participaran en el proyecto de investigación, contribuyó fuertemente a la confusión de las mismas y a que se derivaran los conflictos ya señalados. Es probable que esta actitud del representante del grupo se haya debido a que supuso que convenciendo a las mujeres del grupo, no habría duda de que el trabajo de investigación se realizaría, y de esta manera, él podría derivar beneficios personales como lo había realizado en diversas ocasiones (Burguete, 1999).

Desde el punto de vista social, la presencia de ECOSUR en Las Ollas ocasionó cambios en la estructura del grupo de productoras, ya que se convirtió en un actor más y contribuyó a dinamizar la organización social que cohesionaba al grupo. Sin embargo, esta relación de trabajo se fue dando de manera natural, ya que en este caso, el presidente del grupo, por ser hombre, dejaba de ser el informante privilegiado. Se trataba de la producción ovina, una actividad netamente femenina, por lo que las mujeres comenzaron a tener mayor participación. En esta nueva correlación de fuerzas, en la que el presidente era desplazado y se comenzaba a sentir la falta de un representante formal, una de

las pastoras del grupo fue ocupando el liderazgo del mismo. Su disposición de asumir riesgos, su claro interés por mejorar la cría de los ovinos, y la localización de su casa a orilla de la carretera, hicieron que en una asamblea fuera elegida, en absoluto consenso, como representante del grupo. Sin embargo, actualmente el liderazgo de la representante de las pastoras es disputado por otras integrantes del grupo.

Otro problema relevante es que los integrantes del proyecto ADESA hayan llegado a Las Ollas y su área de influencia respaldados por el FIPI, organización con perfil más bien político que no tiene en una prioridad alta el desarrollo de proyectos productivos. Así también, sin haberlo previsto, se arribó a una comunidad donde existía una matriz de conflictos, como el que persiste entre el FIPI y sus miembros, la disputa posterior de la sede de los trabajos del proyecto entre las tres comunidades, el de la representante local y sus integrantes, el del interior del grupo de pastoras, y ente el grupo de pastoras y pastoras que no pertenecen al grupo. Esta experiencia permite ver la conveniencia de que en el futuro, el proyecto ADESA se apoye en organizaciones interlocutoras menos politizadas y con más experiencia en proyectos productivos.

Ante todos estos conflictos, y considerando que algunos talleres fueron de gran interés para el grupo, las expectativas de las pastoras hasta ahora no han sido cubiertas. Aunque se ha observado un importante grado de aceptación verbal de las propuestas por parte del grupo de pastoras, y éstas han manifestado su interés en continuarlas utilizando, ahora de manera individual, en su unidad de producción, se percibe la necesidad de una mayor presencia y acercamiento de los investigadores y técnicos a la comunidad. Así también, se requiere definir la estrategia que se debe seguir en la etapa siguiente, considerando las experiencias hasta hoy logradas en el trabajo con el grupo, para propiciar la adopción de las propuestas, cuyos resultados solo podrán ser evaluados a largo plazo. Esto significa que el proceso de investigación necesita un acercamiento constante con el grupo de pastoras, que permita concientizarlas de las implicaciones que el trabajo de investigación tiene, así como de la necesidad de generar mecanismos de gestión.

Como se pudo ver, al comenzar a trabajar con grupos de pastoras y productores organizados, se fueron identificando nuevos problemas, tales como las consecuencias de la intervención de agentes externos en la dinámica comunitaria, y los pros y contras de la organización tradicional. Este tipo de organización se apoya fundamentalmente en las relaciones de parentesco de los productores participantes, lo que permite reconocer a los líderes naturales dentro de cada grupo, dando al grupo una cohesión inmediata (Cervantes, 1995; Téllez, 1997; Figueroa, 1997). Sin embargo, la organización tradicional carece de la estructura necesaria para ser reconocida legalmente por las dependencias gubernamentales que apoyan económicamente las propuestas de desarrollo agrícola, lo que impide que las productoras y los productores puedan acceder a ellas. Por su parte, la organización formal implica la creación de responsabilidades diferenciales al interior del grupo, lo que puede propiciar descontentos entre los productores, así como la aparición de nuevas situaciones de poder que sean vistas como desafíos por las autoridades locales, dificultando el desarrollo y la consolidación del grupo. Sin embargo, como en cualquier sociedad, en las comunidades de Los Altos de Chiapas, el conflicto forma parte de la vida cotidiana, y entre mas actores se involucran en un problema específico, el número de conflictos se incrementa. Esto no debe constituir un obstáculo insuperable en las comunidades de estudio, más bien, debe ser abordado con mayor profundidad, lo que significa realizar estudios sociológicos y antropológicos de mayor envergadura (Burguete, 1999) para entender la dinámica social, cultural y política de las comunidades así como el efecto que puede tener la influencia de agentes externos a ellas. En este sentido, el responsable y los integrantes del proyecto ADESA por contar con una formación tecnológica, hacen interpretaciones superficiales o deficientes de los aspectos sociales y antropológicos que afectan a la producción pecuaria. Esto con la finalidad, no de participar directamente como actores de los conflictos, sino de orientar las estrategias de cambio tecnológico con mayor posibilidad de éxito en las comunidades.

Esta contradicción entre la permanencia o no permanencia de la organización tradicional, ha sido resuelta con su transformación en organizaciones

formales efímeras, que obedecen a la oferta de apoyos económicos diversos, provenientes de las instituciones gubernamentales. En esa medida, las organizaciones formales pocas veces adquieren una estructura que realmente las consolide como tales y los productores continúan reproduciendo la organización tradicional. Esta aparente solución, de constituir organizaciones tradicionales disfrazadas de organizaciones formales, no desafía la estructura comunitaria tradicional y ha sido ignorada por los diferentes programas de apoyo al sector rural, que dan los recursos prácticamente como donativos, permitiendo así una situación de control político más efectiva. En este sentido, la organización tradicional es ventajosa para los productores tzotziles, puesto que es la base sobre la que cobran fuerza para generar la estructura formal de la organización; sin embargo, para las instituciones gubernamentales que otorgan apoyos crediticios, esto constituye un verdadero problema, debido a que no se ajusta a su estructura administrativa, principalmente en lo que se refiere a la devolución de los prestamos o créditos otorgados.

La búsqueda de recursos económicos que apoyen el desarrollo de la producción ovina y de la agricultura en general, necesariamente requiere que los productores estén dispuestos y aprendan a organizarse[5] en una forma distinta a la tradicional, para que puedan ser reconocidos por instituciones nacionales. De esta forma podrían ser elegibles como sujetos de crédito, lo que significa que deben aprender también a recibir prestamos preferenciales y no sólo donativos, y a capitalizarse para reinvertir recursos al sistema, como empresa social de productores de ovinos y/o de textiles. Este podría ser el mecanismo a seguir para que los productores de la región tengan posibilidades de reembolsar los prestamos a las instituciones de crédito.

Puede verse que, además de la necesidad de desarrollar tecnologías productivas adecuadas a los contextos de la agricultura campesina, estas,

[5]El impulso de organizaciones de productores para la elaboración y comercialización de textiles de lana y barbacoa son dos alternativas poco exploradas hasta ahora y que pueden reducir el intermediarismo. Las organizaciones deben conectarse con el exterior a través de la capacitación, para el mejoramiento de las técnicas y los medios de producción que permitan intensificar la producción, de manera sostenible. El objetivo final es que además de que el productor aplique sus conocimientos empíricos, aprenda procedimientos y técnicas nuevas que hagan eficiente la producción.

necesariamente deben ser lo suficientemente flexibles para enfrentar un proceso de selección y adopción, donde las limitantes económicas y sociales son de la mayor importancia. La adopción de las tecnologías por los productores sería el punto de partida para gestionar proyectos productivos ante las instancias financiadoras. Esto significa que las tecnologías, además de aumentar realmente la productividad animal, deben poder adecuarse a las condiciones económicas y a las estructuras sociales en las que los productores operan, y demostrar su viabilidad económica y su factibilidad social.

Si bien es cierto que esta nueva forma de trabajo, de mayor compromiso con los productores, requiere considerar la necesidad de dar asesoría de diferentes tipos (productiva, organizativa y de gestión), lo que significa un proceso de capacitación continua y el seguimiento de cerca de los procesos desencadenados, es necesario también definir con claridad que parte es responsabilidad del investigador, en tanto tenga el control de las situaciones, que parte es responsabilidad de las instituciones de servicio y desarrollo, y que parte es responsabilidad casi exclusiva de los productores. Esto significa que todavía hace falta mucho por hacer para que las alternativas tengan mayor precisión en su recomendación, y puedan ser efectivamente adoptadas, adaptadas y manejadas sistemáticamente por los productores, aumenten la productividad animal y sean realmente sostenibles. Sin embargo, esta situación no es privativa de la región de estudio ni de las áreas campesinas de México, ya que la situación que se vive en Los Altos de Chiapas, también está ocurriendo en diversas partes del mundo. Al respecto Ritchey-Vance (1999) señala que tras 25 años de experiencia de la Fundación Interamericana de apoyar el fortalecimiento de un sinnúmero de acciones comunitarias en Latinoamérica, desde acciones vecinales y campesinas hasta complejos programas de crédito, los resultados de los proyectos no reflejan cabalmente la envergadura de esa labor, sino que los trabajos tendieron a centrarse en la ejecución de actividades como cursos de capacitación, en lugar de presentar resultados de desarrollo más complejos.

Es necesario no perder de vista que cada vez es más difícil esperar que la producción agrícola, por sí sola, pueda resolver la compleja problemática

económica y social que se vive en las comunidades indígenas de los Altos de Chiapas. En este sentido, es importante que las estrategias de desarrollo comunitario consideren alternativas de empleo no agrícolas[6], como las artesanales y de servicios, que podrían ser desarrolladas por grupos organizados de productores. Por otra parte, en este proceso de mejora resulta fundamental el desarrollo de programas de infraestructura para apoyar a la producción, así como de beneficio social (salud y educación entre otros) por parte de los diferentes niveles de gobierno, de manera coordinada.

8.3. Evaluación del impacto de las alternativas tecnológicas

Los resultados de las experiencias previas indican que, con excepción del control de las parasitosis en los rebaños de ovinos de pastoras individuales, en la comunidad de Bautista Chico y su área de influencia, las propuestas han tenido un grado de aceptación muy bajo, y solo funcionaron durante la evaluación, o bien, continúan funcionando en los sitios o unidades de producción en que se lleva a cabo la evaluación. Unicamente, de manera aislada se observa que algunos productores están incorporando a sus sistemas de producción la siembra de especies arbóreas forrajeras, y están construyendo corrales apropiados. Sin embargo, el impacto no ha sido el que se esperaba, pues las propuestas tecnológicas no han sido adoptadas por los productores a quienes supuestamente están dirigidas, y los problemas persisten.

Esta situación, nos confirma que existen problemas centrales subyacentes que han impedido que la adopción de las propuestas tecnológicas se realice, lo que significa que todavía hace falta profundizar en el estudio de las formas en que la organización social, la capacidad económica y los controles políticos que norman la vida comunitaria, condicionan la capacidad de comunicación de los investigadores para lograr mejores propuestas y puedan adaptarlas a las condiciones de producción y vida de los campesinos. La experiencia que se ha

[6]Se debe estar consciente que generar empleos no agrícolas es muy costoso y requiere de estrategias de financiamiento por parte de organismos del gobierno como FONAES, que para otorgar un financiamiento requiere de un grupo de productores organizados formalmente, aunque el recurso se entregue en forma individual, con financiamientos blandos, tasas de interés bajas y plazos largos. En este proceso, las organizaciones internacionales que brindan apoyo como la Fundación Kellogg, la Fundación Ford y la Fundación Rockefeller, entre otras, pueden jugar un papel importante. Estas acciones deben ser apoyadas con capacitación y asesoramiento continuo.

venido desarrollando en el proyecto ADESA permite ver que una vez que se cuenta con las propuestas tecnológicas, se requiere considerar los requisitos a cubrir para incrementar las posibilidades de su adopción por parte de los productores. Sin embargo, esos requisitos no solo tienen que ver con el financiamiento para la infraestructura y equipo, o con capacitación a productores para transmitir la técnica, con ensayos en sus parcelas o con sus ovinos, para mostrar sus bondades; sino que esos requisitos tienen mucho que ver con las dinámicas comunitarias y familiares, con los tiempos y espacios más apropiados para desarrollar las propuestas, y con los objetivos y las expectativas de bienestar de los productores.

Por esta razón, es necesario no perder de vista que el problema del desarrollo rural no se restringe únicamente a la generación de alternativas tecnológicas, pues es imposible que éstas se adapten eficazmente a la diversidad de condiciones en las cuales los productores requieren evaluarlas. Lo que está en la mano del investigador es diseñar alternativas[7] con las mayores posibilidades de éxito en una gama amplia de condiciones, por lo que la estrategia de trabajo debe contemplar los distintos tipos de unidades de producción borregueras de la región, así como los diferentes aspectos culturales, políticos, organizativos o financieros que afectan a los productores. En esta medida resulta evidente que para impulsar un desarrollo rural sostenible en Los Altos de Chiapas, es necesario atender una diversidad de aspectos y situaciones que rebasan los ámbitos comunitarios, muchos de los cuales se derivan de las políticas macroeconómicas impulsadas por el gobierno federal. En particular, el debilitamiento de los servicios de extensión agrícola, la imposición de criterios de evaluación rígidos de la investigación que no se ajustan a las condiciones en que se realiza la agricultura campesina, la inexistencia de programas de apoyo económico realistas, y los graves niveles de marginación y pobreza en que regularmente han estado las comunidades campesinas, demuestran de manera contundente que el problema de los pobres niveles de vida de los campesinos no se resolverá solo con el

[7]Estamos conscientes de que a través del mejoramiento de la alimentación y de las condiciones sanitarias se mejoraría la producción de lana, el crecimiento y el estado físico de los ovinos; sin embargo, la selección de animales con alto potencial productivo, la reducción de la consanguinidad y el control del empadre podrían mejorar aún más la capacidad productiva de éstos, siempre y cuando esto se sincronice con una mejora en las condiciones de producción.

diseño de mejores formas de producción agrícola, sino que requieren transformaciones estructurales a niveles más altos (Chapela, 1995; Tarrio *et al.*, 1995; ILPES, 1997).

Si bien es posible pensar que los incrementos en la producción pudieran beneficiar los niveles de autoabasto familiar, es difícil pensar que aún con excedentes productivos, éstos necesariamente se transformen en ingresos monetarios como resultado de su comercialización, si no se resuelve el problema de intermediarismo. El prototipo de cambio tecnológico impulsado por el proyecto ADESA, enfatiza la atención hacia los niveles de autoabasto familiar y conservación de los recursos productivos, lo cual entra en contradicción con la política macroeconómica nacional, que tiende a ignorar estas estrategias de sobrevivencia de la agricultura campesina, impulsando en su lugar, modelos de desarrollo orientados hacia la producción comercial. Sin embargo, la carencia absoluta de capital y la nula reinversión económica al sistema ovino les confiere a los productores una situación de baja capacidad competitiva, reflejada en la baja calidad del producto, su oferta discontinua y en cantidades insuficientes para responder a un eventual mercado. Esta situación marca una tendencia hacia el deterioro económico, y sus posibilidades de sobrevivencia en un mercado abierto son realmente muy bajas. Expectativas similares han sido reportadas por Parra y Moguel (1998) para el caso de la producción de café en las partes bajas de la región de estudio.

Las propuestas para resolver esta difícil situación necesariamente tienen que considerar alternativas productivas actualmente poco exploradas en la región y que pudieran ser derivadas del surgimiento de mercados de reciente aparición. Tal es el caso de la demanda creciente de barbacoa en San Cristóbal de Las Casas, cuya elaboración es relativamente sencilla y pudiera quedar en manos de los propios productores, particularmente los de la subzona borreguera San Cristóbal, donde no existe la restricción cultural de sacrificar a los ovinos. Las posibilidades de éxito de la comercialización directa de barbacoa por los productores, se sustenta en la fuerte demanda de este producto en San Cristóbal de Las Casas, lo cual podría aportar ingresos económicos cuantitativos

inmediatos; además de que se trata de una actividad adicional al propio trabajo técnico de la producción ovina. Esta alternativa podría ser el móvil para la capitalización, para la reinversión de recursos y para el cambio técnico del sistema de producción ovina. En la subzona borreguera Chamula, donde los ovinos tienen un papel de mayor importancia cultural que dificulta su sacrificio, el impulso a la producción de artesanías, bajo formas organizativas que accedan a los mercados preferenciales pudiera ser una alternativa viable para que las unidades de producción borregueras se capitalicen. Sin embargo, conviene no perder de vista que las estrategias de sobrevivencia de los tzotziles se basan en un uso simultáneo de todos los recursos disponibles, lo que significa que no hay garantía de que los beneficios económicos derivados de una eventual incursión exitosa en los mercados regionales para la comercialización de barbacoa y textiles de lana, retornen y fortalezcan al propio sistema de producción ovina. Existe la posibilidad de que esos recursos se destinen a la adquisición de bienes no productivos (alimentos, ropa y medicinas), gastos sociales o religiosos derivados de compromisos comunitarios, o bien, en el mejor de los casos, vayan a parar a otros sistemas productivos (Figura 33). De esta forma, actualmente la producción ovina subsidia en buena medida a la producción agrícola, como parte de la estrategia de reproducción de las unidades de producción borregueras de la región, y podría ser cambiada siempre y cuando los objetivos de autoabasto se orienten a la producción para el mercado, es decir, cambien a objetivos económicos. Una situación similar ha sido observada en la producción alfarera de Amatenango del Valle, donde el aporte económico de dicha actividad no se reinvierte, sino que se utiliza para subsidiar a la agricultura a través de la compra de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas (Ramos, 1998).

Con la intención de evaluar el impacto logrado hasta ahora con las acciones desarrolladas por el proyecto ADESA, así como de reflexionar respecto a las fallas y a los aspectos no considerados inicialmente, resultaba indispensable conocer la opinión de todos los actores involucrados en el proyecto

En este sentido, se desarrollaron actividades participativas tipo taller, con la finalidad de conocer la percepción de las pastoras, de los técnicos de instituciones

de desarrollo, y de los investigadores acerca del impacto de las propuestas y de las estrategias de trabajo desarrolladas por el proyecto ADESA.

8.3.1. Evaluación por parte de las pastoras

De esta evaluación se desprenden varias conclusiones que confirman la complejidad que enfrentan las propuestas tecnológicas en los contextos comunitarios. A juicio de las pastoras (Cuadro 30), las propuestas tecnológicas sobre sanidad y alimentación han tenido un impacto positivo en el estado físico general de sus animales. En consecuencia, han solicitado darle continuidad, lo que rebasa el ámbito de la investigación, por entrar en una etapa de asistencia técnica no contemplada en ECOSUR. En las etapas siguientes (difusión, capacitación, financiamiento y gestión), resulta imprescindible la participación de los otros actores del desarrollo rural, esto es, las dependencias gubernamentales, agencias financiadoras, y organizaciones campesinas de segundo o tercer nivel, con el objetivo de que el cambio técnico llegue a consolidarse.

Otro resultado de este taller es que las pastoras consideran de gran importancia mantener el control del acceso al recurso manejado, esto es, que estarían dispuestas a comprometerse en un proceso de adopción de las propuestas si no hubiera el riesgo de que otros se beneficiaran del trabajo y los recursos invertidos. Esto significa, que demandan alternativas que puedan ubicarse dentro de sus propiedades, y que no signifiquen esfuerzos adicionales a los que usualmente dedican a estas actividades. Para cada propuesta evaluada existen diversas observaciones y limitantes que necesariamente deben ser abordadas para aumentar las posibilidades de su adopción.

8.3.2. Evaluación por parte de los técnicos extensionistas

Por su parte, del taller con técnicos extensionistas de SAGAR, SAG y SEAPI se desprende (Cuadro 31) que estos no están plenamente convencidos respecto a las bondades de las alternativas tecnológicas del proyecto ADESA. Sin embargo, mostraron disposición para probarlas siempre y cuando el investigador les garantice resultados positivos, pues consideran que la investigación científica

Cuadro 30. Evaluación de alternativas tecnológicas propuestas por el proyecto ADESA, con base en los criterios de las pastoras de comunidades indígenas de Los Altos de Chiapas.

Alternativa tecnológica	Evaluación del resultado de las propuestas con base en los criterios de las pastoras		Observaciones y limitantes
	Aspecto favorables	Aspectos desfavorables	
Programa de desparasitación Comunidad: -Las Ollas -Bautista Chico -Cuchulumtic Años: 1985-1999	-Los animales mejoran desde la primera aplicación, por que se les ve mas contentos, no se retrasan cuando se les lleva a pastorear, ni se quedan echados cuando estamos en el pastizal. -Se les quita la diarrea y la moquera. -Queremos que siempre vengan para que desparasiten a los los borregos.	-Para comprar la medicina hay que ir hasta San Cristóbal, y si la que buscamos no la tienen en la farmacia veterinaria, el encargado nos da otra que en algunas ocasiones no tiene el efecto esperado. -Como no sabemos cuanto pesan los animales no podemos saber cuanta medicina hay que ponerle a los machos, a las hembras o a los corderos. -La medicina que se da a cada animal, se tiene que medir y eso nos cuesta mucho trabajo -No nos gusta que los animales sean agarrados a cada rato, por lo que preferimos medicinas que tengan efecto duradero. -Muchas medicinas tienen que aplicarse con tiempos diferentes (unas cada tres meses, otras cada cuatro meses, o en diferentes tiempos) por lo que nos confundimos.	-Necesitamos tener la seguridad de que la medicina recomendada se consiga siempre en las farmacias. -Es mejor usar medicinas que ayudan a resolver varios problemas al mismo tiempo, y no una medicina para cada enfermedad. -Es mejor establecer una fecha fija para aplicar los desparasitantes, por que en esos momentos se necesita manipular a los animales, y si tenemos muchos se necesita mucho tiempo. -Preferimos las medicinas que se les da a los borregos por la boca, o que se les unta en el cuerpo. No nos gusta inyectar a los animales por que nos da miedo lastimarlos. -Preferimos medicinas que no sean muy caras por que no tenemos dinero para comprarlas a cada rato.
Bloques alienticios Comunidad: -Bautista Chico Años: 1992-1995	-Los resultados del uso de los bloques fueron positivos y pudimos verlos muy pronto. -Los bloques pueden almacenarse, y de esa forma usamos mejor el rastrojo por que los bloques pueden darse a los animales hasta en invierno. -Los bloques son como ladrillos y pueden llevarse sin problema de un lugar a otro. -Los borregos lo comen bien, se ven bonitos y gordos. -Al darles de comer bloque de rastrojo reducimos el tiempo de pastoreo.	-Para que los bloques sean buenos, al rastrojo hay que agregarle, otras cosas, que necesitan comprarse, y no siempre tenemos el dinero necesario. -Tenemos miedo de que la urea que llevan los bloques pueda hacer daño a los animales. -La elaboración de bloques para los borregos requiere mucho trabajo, y de por sí nosotras ya tenemos mucho -Para hacer los bloques se necesitan herramientas caras y no tenemos el dinero para comprarlas. -Para hacer bien los bloques se necesita saber medir bien los ingredientes y no todas sabemos leer y escribir.	-Siempre tenemos que juntamos para hacer los bloques entre todas. -Va a ser muy difícil que cada una de nosotras haga bloques en su casa, porque no tenemos las herramientas. -Ahora podríamos seguir haciendo los bloques solo si formáramos un grupo, pero eso aveces significa que nos reunamos frecuentemente y no tenemos tiempo para ello. -El responsable del grupo es un hombre y luego nuestros maridos no nos quieren dejar que sigamos trabajando con los bloques -Trabajar en grupo no siempre es bueno por que se presentan diferencias en el trato, en el trabajo que tiene que hacerse o en la forma en que se reparten los productos. -Como trabajamos en un grupo, eso no les gustó a otras gentes de la comunidad, tuvieron envidia de que la gente de ECOSUR nos estuviera enseñando cosas o dando dinero, que ellos también querían, y empezaron a provocar problemas.

Continuación del Cuadro 30.

Alternativas alimenticias Propuesta con diferentes combinaciones de: -Follaje de árboles forrajeros; -Rastrojo de maíz molido; y -Pastoreo tradicional Comunidad: -Bautista Chico -Las Ollas Años: 1985-1986. 1996-1999.	-Los animales consumen bien el alimento y al regresar del pastoreo quieren comer más. -Los ovinos mejoraron físicamente, crecieron, se les veía más fuertes, gordos y cuando eso sucede también mejora la lana, que es más bonita. -Con el alimento que se les dio los animales se pusieron más vivos, más alegres, tienen su mirada fuerte, juegan, mientras los que no recibieron alimentos se veían más tristes. -Los borregos flacos se recuperaron con el alimento que consumieron, y los que tenían moquera se les quitó.	-El Tzelopat es escaso y no crece en cualquier parte, por lo que la gente lo busca mucho para cortarlo. También es difícil recolectarlo por que no lo tenemos en las parcelas, y no nos podemos meter a cualquier parte por que toda la tierra tiene dueño. Además, si todas usáramos el Tzelopat, pronto se acabaría -Nos gustaría sembrar el Tzelopat para saber como crece, el problema es que en esta tierra no hay muchas de esas matas. -Nos gustaría sembrarla para probar, pero cada quien en su propiedad, por que si se siembra en cualquier parte cualquiera puede cortarla. -Parece que los borregos al estar encerrados, aunque tengan alimento suficiente, les afecta, por que cuando salían a pastorear todo el día estaban más gordos -De por sí, nosotras damos rastrojo de maíz a los borregos, y para que lo aprovechen mejor se necesitaría molerlo, y no tenemos molinos ni dinero para comprarlos. -Los borregos están acostumbrados a comer pasto, por lo que si se les da otra clase de alimento, no lo comen todo, si no que escogen lo que les gusta. El pasto verde tienen más fuerza que el alimento seco, por lo que los animales se enflaquecen si solo comen alimento seco. -Al encerrar los borregos comen solo una cosa, y pronto se cansan de comer lo mismo, y ya no quieren consumirlo después.	-Si no se les da medicamento que cure sus enfermedades, de nada sirve que se les de alimento, pues aunque tengan mucho no lo comen por estar enfermos -Al principio, los ovinos no querían comer el alimento, por que no lo conocían, pero después se acostumbraron. Comieron mejor el Tzelopat que el rastrojo molido. -No podemos saber si el alimento ayudó a que los borregos tuvieran mejor lana por que en algunos se ve corta, como de segunda clase y en otros está tiesa y no sirve para hacer hilo, por que no se enreda. Aunque, estos problemas de la lana pueden ser por la naturaleza del borrego -No podemos saber si el alimento en verdad ayudó a los animales, por que algunos están chicos y de por sí están creciendo. Como en nuestros rebaños tenemos animales de diferentes edades, es difícil comparar los resultados, para saber si el alimento realmente les ayudó.
Corrales demostrativos Comunidades: -Arvenza -Las Ollas Años: 1996-1999.	-Los corrales que nos enseñaron hacer son mejores que los de nosotras. -Los borregos estuvieron limpios y sanos, debido a que no se encharcó ni pisotean el estiércol. -Con estos corrales nuevos los borregos ya no se enferman de tos, por que tienen techo, también ya se les quitó la diarrea que tenían. -Con estos corrales el estiércol se junta debajo del piso y podemos levantarlo más fácilmente para usarlo como abono de las parcelas.	-La construcción de los corrales requiere mucho trabajo pesado, que solo los hombres pueden hacer, y ellos no siempre tienen tiempo para ayudarnos. -Se necesita comprar tablas y láminas para que los corrales queden bien hechos, así como nos los enseñaron hacer. -Para que podamos hacer los corrales como lo recomienda el ECOSUR, necesitamos que estén con nosotros cuando lo construyamos para que no nos equivoquemos.	-Para que el corral funcione bien, y no se junte el estiércol en el piso, se necesita que la rejilla tenga la separación justa entre las reglas. Si queda muy chica, la rejilla no sirve por que acumula el estiércol; si queda muy separada puede atorar la pata de los borregos y se podrían lastimar. No sabemos bien como hacer para que esta rejilla quede como nos la recomendaron. -No sabemos que hacer para solicitar que alguna oficina del gobierno nos apoye para construir los corrales como lo recomienda ECOSUR.

ADESA = Alternativas para el Desarrollo de Sistemas Agrosilvopastoriles.

Cuadro 31. Evaluación de alternativas tecnológicas propuestas por el proyecto ADESA, con base en los criterios de técnicos de instituciones de desarrollo.

Actividades	Resultados	Influencia de factores internos	Influencia de factores externos	Propuestas de solución
Planificación del trabajo	-Los proyectos de investigación enfatizan las actividades académicas. -Tienden a quedar rebasados por la dinámica de los procesos sociales. -Se descuida la atención a los problemas que la gente considera prioritarios. -La investigación se mueve en función de plazos largos, inadecuados con las demandas de resultados inmediatos por los productores.	-Recursos económicos restringidos a periodos cortos, frecuentemente incompatibles con el tipo de resultados que se demandan. -Bajos niveles de motivación de los académicos para el trabajo directo con productores. -Restringida cobertura geográfica de los proyectos de investigación.	-Asistencia técnica coyuntural, frecuentemente determinada por decisiones políticas. -Alta carga de trabajo comunitario asignada a los técnicos, con una diversidad de obligaciones. -Restringida cobertura geográfica de los programas asistenciales.	-Realizar investigaciones más de carácter regional. -Que el proyecto de investigación considere, desde el proncipio, las características y los compromisos que se espera tenga la participación de los técnicos extensionistas y de los productores en el proceso de transferencia y adopción de las tecnologías. -Flexibilizar la estrategia de investigación para adecuarla a las dinámicas comunitarias y de las dependencias gubernamentales.
Organización del trabajo y participación	-Inserción del proyecto en programas de trabajo de grupos u organizaciones con objetivos muy diversos. -Organizaciones efímeras formadas en función de los objetivos planteados por el proyecto. -Participación campesina motivada por estímulos económicos o materiales, no necesariamente relacionados con el desarrollo de la tecnología.	-Propuestas tecnológicas parciales, que cubren solo parte del proceso de producción, lo que limita el atractivo para el productor.	-Dinámica comunitaria cargada de compromisos sociales que llegan a interferir con las actividades productivas surgidas del uso de las nuevas tecnologías.	-Se requiere sensibilizar y capacitar a los productores respecto a la necesidad de constituir organizaciones, que sin confrontar a las estructuras tradicionales, se ajusten a los lineamientos que las dependencias gubernamentales exigen para la asignación de recursos de apoyo a la producción.
Capacitación o transmisión del conocimiento	-Utilización de materiales inadecuados. -Nula recuperación de las experiencias de las instituciones de desarrollo sobre procesos de capacitación a productores. -Poco énfasis en la demostración clara de los beneficios derivados de las nuevas tecnologías. -Insuficiente convencimiento de las bondades de las propuestas	-Enfasis en procesos de capacitación formales. -Nula utilización de los canales de comunicación tradicionales al interior de la comunidad. -Uso frecuente de materiales impresos, en discordancia con los altos niveles de analfabetismo. - Falta de capacitación de los técnicos responsables de transferir y evaluar el proceso de adopción-adaptación.	-Altos índices de analfabetismo. -Descuido de las dependencias gubernamentales por implementar y desarrollar programas de capacitación continuos con productores. -Nula consideración de la importancia del conocimiento campesino en los programas de estudio de las instituciones educativas.	-Establecimiento de módulos para la validación y demostración, con la finalidad de: -que los productores perciban claramente las bondades y las limitantes de las tecnologías propuestas. -que los productores se convenzan plenamente de la factibilidad de las tecnologías.
Implementación de la tecnología	-Participación aparentemente decidida de las pastoras. -Desisnterés de las nuevas generaciones campesinas por continuar en la actividad agrícola. -Abandono del campo en busca de mejores oportunidades económicas. -Interés en las alternativas condicionado a una demanda de fuerza de trabajo equivalente a la que se utiliza con la tecnología tradicional.	-Algunas propuestas tecnológicas requieren alto uso de insumos externos. -Falta de una estrategia clara que le de continuidad al uso de la tecnología propuesta. -Las tecnologías propuestas frecuentemente requieren de insumos utilizados también en otros sistemas productivos.	-Altos costos de producción. -Intercambio desigual en los mercados regionales, lo que restringe el interés en adopción de nuevas tecnologías -Cambios en las unidades familiares con una dinámica distinta a la considerada en los proyectos de investigación, algunos procesos son muy lentos (adopción de nuevas tecnologías), y otros son muy rápidos (pérdida de la identidad cultrural, abandono del campo)	-Con base en organizaciones productivas consolidadas, gestionar ante las dependencias gubernamentales, los apoyos económicos necesarios para todas las fases del proceso de transferencia (cursos de capacitación, pago de asesorías, elaboración de materiales didácticos, etc.), independientemente de los recursos destinados a la adquisición de los insumos requeridos por la propuesta tecnológica..
Seguimiento y evaluación	-Ausencia de una estrategia definida para transferir, monitorear y evaluar el desarrollo del proceso de cambio y adopción de las tecnologías. -Nula participación de las pastoras en el monitoreo del proceso de transferencia. -Vigencia de criterios de evaluación académica por sobre los criterios de evaluación utilizados por las pastoras.	-Falta de una estrategia que le de seguimiento y evalúe continuamente el uso de la tecnología. -Los proyectos de investigación concluyen con la presentación de resultados, descuidando las fases de implementación en el terreno de los productores	-Financiamiento condicionado a tiempos cortos, que demamdan resultados casi inmediatos, en contraposición a la magnitud temporal que implica un proceso de adopción y adaptación tecnológica. -Evaluaciones improvisadas con fines de carácter político.	-Involucrar tanto a técnicos extensionistas como a productores en el proceso de seguimiento y evaluación de los resultados de la tecnologías propuestas, con la finalidad de incluir los criterios prácticos de la actividad agrícola.

ADESA = Alternativas para el Desarrollo de Sistemas Agrosilvopastoriles.

se involucra en procesos de muy largo plazo, corriendo el riesgo de que al terminar los proyectos, el dinamismo social de los productores haya modificado sustancialmente las condiciones que lo justificaron inicialmente, eliminando la pertinencia de la mismas. En cuanto a los efectos estructurales que limitan la adopción de las tecnologías, manifestaron que los apoyos institucionales impulsan actividades muy concretas y se exige que los resultados sean casi inmediatos, en concordancia con las transformaciones sociales aceleradas, derivadas de las actuales políticas nacionales, lo que contradice la dinámica con la que se mueven las estrategias productivas campesinas. Esta situación se agrava por la restricción exagerada de recursos económicos destinados al trabajo directo con campesinos. Conviene resaltar que a juicio de este personal técnico, muchos de los proyectos de desarrollo impulsados por el gobierno han fracasado por que los recursos se otorgan con excesiva liberalidad, propiciando su "desperdicio". Consideran que el productor no usa adecuadamente los recursos otorgados, en la medida en que los destina a situaciones diferentes a las recomendaciones técnicas prioritarias, y que con frecuencia el productor las destina a situaciones distintas, incluso a la actividad agrícola. Para afrontar esta situación, el Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad (FONAES), actualmente apoya a todo tipo de proyectos de desarrollo social, con la condición de que los productores demuestren estar constituidos como organización formal, y que el proyecto sea rentable y recuperable en un 100%; sin embargo, existe el inconveniente de que FONAES no proporciona la asesoría técnica (comunicación personal, Ing. Arturo Farrera González[8]). Al igual que las pastoras y los productores, los técnicos de las instituciones de desarrollo hicieron observaciones valiosas (Cuadro 31) que deben ser tomadas en cuenta.

[8]Coordinador regional del FONAES en Los Altos de Chiapas.

8.3.3. Evaluación por parte de los investigadores y técnicos de ECOSUR

En el taller interno al proyecto ADESA (Cuadro 32) se evidenciaron los efectos que la estructura y jerarquía académicas imponen al trabajo directo con productores. Esta situación está determinada en gran medida por la estructura que rige la actividad académica a nivel nacional, la cual se basa en una política que pretende la excelencia, utilizando criterios de evaluación surgidos de la relación que se espera que la ciencia tenga con los sectores productivos, en especial con la industria y la agricultura empresarial, donde la productividad y la ganancia, fácilmente cuantificables, son los objetivos principales. Sin embargo, estos criterios no son aplicables a las estrategias productivas campesinas, donde predominan criterios cualitativos, como la seguridad en la producción, la protección contra riesgos de pérdida, el autoabasto familiar, la disponibilidad continua de recursos naturales o el acceso libre a ellos, relegando a un segundo plano la obtención de ganancias económicas. Esta tensión entre criterios de pertinencia académica, institucional y comunitaria, significan riesgos de que los compromisos de trabajo directo con productores obedezcan más a situaciones coyunturales que a la posibilidad real de trabajo a largo plazo. Si adicionalmente se considera que la estructura administrativa y los tiempos institucionales tienden a ser muy rígidos e incompatibles con la dinámica de las actividades comunitarias, se comprende que el trabajo con productores campesinos experimente un dinamismo difícil de anticipar, que las actividades de investigación tengan poco impacto, y que el interés campesino en los proyectos no se consolide.

Atendiendo estos lineamientos de política científica nacional, en ECOSUR se exige que la investigación tenga tres tipos de resultados: a) información publicable en revistas especializadas con arbitraje estricto, b) recursos humanos capacitados a diferentes niveles académicos, y c) alternativas tecnológicas que contribuyan a resolver la problemática regional. El proyecto ADESA se ha desarrollado en este contexto. En forma particular, el trabajo comunitario se ha realizado conjuntamente con otros proyectos e investigadores, que con objetivos propios, no necesariamente incompatibles con el estudio del sistema de

Cuadro 32. Evaluación de alternativas tecnológicas propuestas por el proyecto ADESA, con base en los criterios de técnicos e investigadores de ECOSUR.

Actividades	Resultados	Influencia de factores internos	Influencia de factores externos	Propuestas de solución
Planificación del trabajo	-Participación de productores y pastoras cooperantes en forma aislada. -Participación de productores y pastoras pertenecientes a un gupo parental y a una organización formal, en forma circunstancial.	-Iniciativa propia del responsable del proyecto ADESA. -Desconocimiento de técnicas de investigación participativa. -Se abusó en abordar, muchas investigaciones por otros investigadores con el mismo grupo	-Decisión propia de pastoras y productores en colaborar. -Alto costo en la implementación de algunas tecnologías. -Dinámica de la organización de la unidad de producción. -Liderazgo e influencia de un productor ante el grupo parental. -Dinámica de las relaciones sociales intracomunitaria (caciquismo).	-Capacitación en técnicas de investigación participativa. -Tomar en cuenta la dinámica organizativa de la unidad de producción -Tomar en cuenta la dinámica comunitaria. -Calendario cultural religioso -Calendario técnico. -Calendario natural (temporada húmeda y seca). -Calendario político-institucional (fiestas y eventos). -Definir los plazos para alcanzar los resultados
Organización del trabajo y participación	-Aparentemente aceptable con algunas inconformidades. -Inicialmente fue aceptable y al final el grupo se desorganizó. -Falta de coordinación para que las pastoras y los productores participaran en forma organizada -Nulo respecto a la participación de los productores	-Desconocimiento de técnicas dinámicas para hacer participar a las pastoras y productores. -Compromisos académicos múltiples.	-Todos los miembros participaron en la etapa mecánica y manual, y solo los que sabían leer participaron en el pesaje de los insumos urea, vitaminas, cemento, minerales y rastrojo. -Influencia del líder del grupo. -Participación parcial en las actividades. -Colaboración de pastoras y productores únicamente facilitando sus ovinos y pastizales. -Falta de interés y desconfianza de las pastoras y productores.	-Capacitar en las etapas más difíciles del proceso a los miembros interesados que sepan leer y escribir. -División del trabajo de acuerdo a las habilidades de las pastoras y los productores. -Capacitación en técnicas dinámicas de investigación pasticipativa
Capacitación o transmisión del conocimiento	-Talleres de trabajo para informar resultados. -Se capacitó mediante la técnica de enseñar haciendo, paso a paso cada propuesta.	-Medios audiovisules y técnicas poco apropiadas.	-Interés propio de los productores participantes. -Analfabetismo	-Despertar el interés y ganar la confianza de los productores y las pastoras de nuestra participación, mediante la demostración de los beneficios. Capacitación en técnicas dinámicas de investigación.
Implementación de la tecnología	-Participación aparentemente decidida de las pastoras, con dificultades de tiempo para el trabajo organizado. -Motivación por interés de obtener otros beneficios. -Aceptable desde el punto de vista técnico durante la evaluación. -Inequidad en la distribución de los beneficios.	-Influencia de la forma convencional de realizar la investigación. -Atención simultánea de los productores a otros temas de investigación, de investigadores de ECOSUR. -Compromisos académicos múltiples.	-Alto costo de los insumos externos -Actividades tradicionales diarias de la pastora. -Clima, tipo de suelo. -Recursos económicos. -Entendimiento real de las técnologías propuestas. -Concepción del beneficio real de las tecnologías. -Falta de recursos económicos.	-Evitar el uso de insumos externos -Uso de insumos locales -Ajustarse a las actividades tradicionales diarias de las pastoras, y a los calendarios religiosos, políticos e institucionales -Subsidio a la producción. -Apoyos gubernamentales.
Seguimiento y evaluación	-Participación casi exclusiva de técnicos e investigadores de ECOSUR, en aspectos cuantitativos. -Criterios de evaluación cualitativos de las pastoras. -Manipulación de los productores por el líder del grupo.	-Desconocimiento de técnicas o dinámicas que permitieran ganar la confianza de los productores para hacerlos participar, en experimentación campesina. -Poca difusión y talleres demostrativos. -Exigencia y organización de la investigación en ECOSUR.	-Falta de confianza en permitir el trabajo con los ovinos en los momentos apropiados -Interés y motivación de las pastoras y productores. -Dinámica de manejo de los sistemas de la unidad de producción.	-Ganar la confianza de los productores y las pastoras. -Capacitación en técnicas dinámicas de investigación participativa para experimentación campesina. -Apoyos gubernamentales

ADESA = Alternativas para el Desarrollo de Sistemas Agrosilvopastoriles.

producción ovina, dificultaron la investigación al trabajar con el mismo grupo de productores, en el mismo lugar y de manera simultánea.

Sin embargo, esto no quiere decir que el proyecto ADESA no haya tenido resultados positivos. Al contrario, atendiendo a la política institucional, el trabajo comunitario del proyecto ADESA ha sido un proceso conjunto, que ha cubierto al menos tres tipos de objetivos: 1) proponer alternativas (los resultados de la investigación); 2) proceso de formación de recursos humanos (capacitación del personal para realizar investigación); y 3) relación continua con los productores (necesidad de atender las decisiones surgidas de los propios productores).

No obstante, el reconocimiento y apoyo institucional del trabajo comunitario actual, promovido a través de la práctica, es incipiente, y conduce a que el proyecto ADESA reme todavía contra corriente frente a la estructura institucional. Por otra parte, la especialización, los muy diversos compromisos de los investigadores con instituciones financiadoras, dependencias oficiales, u otras instancias de decisión por arriba de los proyectos, se ha traducido en la falta de espacios y tiempos específicos para la comunicación efectiva, la autoevaluación y la retroalimentación. Esto se ha traducido en la pérdida de interés de los investigadores por participar en equipos de trabajo, generando discrepancias y confusión, deteriorando también la relación entre los proyectos relacionados con la actividad agrícola regional que se realizan dentro del propio ECOSUR.

El taller evidenció también la necesidad de propiciar una reflexión profunda, ética y sincera, que permita conciliar las posturas de la investigación básica, aplicada y participativa, para así lograr una mejor articulación de las actividades. Para ello, se requiere apertura, y un cambio de actitud y convicción por parte de los involucrados. Así también, es importante señalar que debe existir congruencia entre lo que decimos que podemos hacer y lo que realmente hacemos, lo que significa tener una definición clara y precisa de los conceptos fundamentales con los que justificamos nuestro trabajo con campesinos (el significado de "alternativa", "tecnología", "capacitación", "validación", "transferencia", "adopción", "autogestión", solo por señalar algunos), así como de los criterios para identificar el momento en que se han alcanzado los objetivos planteados. En este contexto,

se requiere necesariamente de la definición del limite que debe tener la investigación participativa y su paso a la gestión, o bien de la estrategia que se debe seguir para amortiguar la confrontación continua de las formas de evaluación objetiva institucional, con los criterios subjetivos de evaluación utilizados por las pastoras, y los campesinos en general, los que hasta hoy, han tenido una consideración nula.

Si bien es cierto que el proyecto ADESA ha realizado diferentes aportaciones útiles para el desarrollo de propuestas tecnológicas, se reconoce también que estas no han sido capaces de cubrir las expectativas de las pastoras y los productores. Existen factores internos y externos (Cuadro 32) que han afectado a diferentes niveles.

Es importante fortalecer la relación con los productores, a fin de conciliar sus intereses y objetivos con los de los académicos. Para ello, se requiere de códigos comunes de comunicación que permitan establecer con toda claridad los compromisos que cada parte debe asumir en el trabajo conjunto. También se requiere propiciar que sea el productor quien tome las decisiones pertinentes al manejo de sus recursos, de tal forma que el proceso de investigación sea verdaderamente participativo y autogestivo. La técnica de enseñar haciendo puede ser la base más sólida para que el trabajo de capacitación y enseñanza sea constante, permitiendo la continuidad del proceso, especialmente en lo que se refiere a la implementación de las propuestas tecnológicas en las condiciones de los productores.

La experiencia obtenida con las actividades anteriores, nos ha hecho reflexionar respecto a la pertinencia de avanzar hacia las etapas siguientes de las propuestas, relacionadas con un plan de manejo integral de la producción ovina. En este sentido, se realizó un pequeño ejercicio prospectivo de reflexión y análisis tendiente a identificar qué sucedería con el sistema de producción ovina actual si no se atienden los principales problemas identificados. Así mismo, el ejercicio incluye una posible situación alternativa, en el caso de que tales problemas pudieran resolverse con la aplicación de algunas de las alternativas anteriormente mencionadas.

8.4. Escenarios

De acuerdo con Mojica (1991), es posible definir dos tipos de escenarios o formas de evolución de la situación de los procesos. Uno de ellos es el escenario probable, el cual sería el resultado de permitir que las tendencias prevalecientes en el sistema de producción ovina y su entorno, continúe su trayectoria actual. El otro es el escenario deseable, el cual sería el resultado de una intervención planificada al sistema que modificaría las tendencias actuales, esto es, la dirección hacia donde se deben encaminar los esfuerzos con la finalidad de que los procesos experimenten un cambio suficientemente significativo como para superar los pronósticos del escenario probable. El punto de partida para ambos escenarios lo constituye la situación actual o línea base (De Jong *et al.*, 1997).

8.4.1. Escenario probable

Las tendencias históricas de las variables presentadas en la Figura 32 y de los indicadores que muestran los puntos críticos del desarrollo sostenible del sistema de producción ovina, señalados en varios apartados del presente documento, muestran que el escenario probable derivado del manejo tradicional de los recursos naturales apuntan hacia un deterioro irreversible. Las productividades primaria y secundaria, han estado reduciéndose de manera continua como resultado de la grave degradación de los recursos naturales. Así mismo, las estrategias de manejo productivo tradicional se han mostrado incapaces de atender adecuadamente el surgimiento de los problemas ocasionados por la rápida transformación del contexto productivo. Las consecuencias de este proceso indican que a mediano plazo el sistema de producción ovina en Los Altos de Chiapas, enfrentaría una situación de gran restricción, implicando altos costos de producción y escasos beneficios para las familias indígenas que, incluso, pudiera ocasionar que las necesidades de autoconsumo actualmente cubiertas por el sistema de producción ovina quedaran insatisfechas, cuestionando de esta forma la pertinencia de dicho sistema, con las implicaciones de deterioro cultural y económico que esto significa.

8.4.2. Escenario deseable

La adecuación de algunas de las alternativas señaladas anteriormente (Cuadro 29) al sistema de producción ovina actual, podría ocurrir paulatinamente dependiendo de la confianza y la motivación que se logre despertar entre las pastoras y productores participantes, investigadores y promotores del desarrollo, así como de la capacidad de gestión y de las posibilidades físicas y socioeconómicas de cada tipo de unidad de producción borreguera. Ello conducirá, necesariamente, a que se presenten escenarios diferentes a los que actualmente se pueden anticipar, solo con el manejo tradicional.

Es posible esperar que la incorporación de algunas de las alternativas tecnológicas, particularmente las que requieren bajos insumos externos y que estén dirigidas fundamentalmente a las unidades de producción más pobres, inicien los procesos de transformación necesarios para encaminar la situación actual hacia escenarios más deseables. En este sentido, conviene considerar este proceso de desarrollo alternativo como una secuencia, no necesariamente lineal, pero que inicie con alternativas relacionadas con la conservación y el uso eficiente de los recursos productivos. Así mismo, es importante no perder de vista, como se señaló en párrafos anteriores, que todo proceso de intervención en la dinámica comunitaria genera transformaciones estructurales, en las cuales el productor es el principal involucrado. Esta secuencia podría ser:

1. Desde el punto de vista de la sostenibilidad biológica, se requiere revertir el balance negativo de nutrimentos del sistema, lo que conduciría a que la salud, la eficiencia reproductiva y la producción animal se mejore significativamente. Las propuestas de cambio técnico señaladas (Cuadro 29) están enfocadas a mejorar el incremento de la eficiencia productiva, por lo que deben ir acompañadas de prácticas de manejo que contribuyan a mantener el equilibrio del sistema, como la extracción de animales de los rebaños, pues de lo contrario el incremento de la población ovina conduciría nuevamente a una fuerte presión por el uso de los recursos, al deterioro y a la baja productividad animal.

2. Desde el punto de vista de la sostenibilidad económica, la venta directa de ovinos en pie y de artesanías de lana en el mercado reduciría el intermediarismo, las unidades de producción obtendrían mayores ingresos, se mejoraría la productividad de la fuerza de trabajo, y se tendrían mayores posibilidades de reinversión económica para el desarrollo tecnológico. Es importante resaltar que esta misma propuesta de desarrollo afectaría diferencialmente a las distintas unidades de producción borregueras existentes en la región, en particular, debido a que las unidades con mayor nivel socioeconómico (unidades borregueras-bovinocultoras, borregueras-comerciantes y borregueras-medias) tienen una mayor capacidad de respuesta, por lo que pudieran ser las que tuvieran más éxito. En el caso particular de las unidades de producción borregueras más pobres, para que puedan incorporar alternativas tecnológicas que reviertan el proceso de deterioro de los recursos, posiblemente necesiten ser subsidiadas durante varias décadas, lo que permitiría que se de el cambio técnico, y estas tengan oportunidad de considerar, entonces, al mercado como uno de los destinos de la producción. Ello permitiría que las pastoras y los productores se capitalizaran y pudieran reinvertir recursos al sistema.
3. Desde el punto de vista social, la organización para la producción y la comercialización pudiera redundar en una mayor equidad económica y bienestar social. Sin embargo, de continuar funcionando de manera individualizada, se agravaría el deterioro de los recursos y se mantendría la inequidad, pues los intermediarios seguirán manteniendo el control del proceso de intercambio económico, beneficiándose del esfuerzo invertido por los productores en el mejoramiento de su sistema de producción ovina.
4. Desde el punto de vista de la sostenibilidad cultural, la adecuación de algunas tecnologías al sistema de producción ovina permitiría que el sistema se mantuviera vigente, y de esta forma la fibra de lana siguiera siendo la materia prima fundamental para la elaboración de prendas de vestir, elemento de gran importancia en el mantenimiento de la identidad cultural de los tzotziles.

Es importante tomar en cuenta que para la difusión de las innovaciones en el espacio geográfico de la zona borreguera, se requiere contar con propuestas tecnológicas viables, una infraestructura humana y física mínima, así como con recursos financieros adecuados que permitan asumir compromisos y riesgos para su implementación por los campesinos. La difusión, adopción y adaptación de las alternativas tecnológicas implican una serie de actividades distintas a las de investigación. Es decir, se requiere demostrarle al campesino que las alternativas tecnológicas funcionan en sus condiciones reales de producción; capacitarlo en el manejo eficiente de las mismas; contar con apoyos económicos que faciliten su adecuación al sistema; y con mucha frecuencia, es necesario esperar varios ciclos productivos para alcanzar los niveles de beneficios que el productor considera suficientes para involucrarse en la transformación de sus sistemas de producción tradicionales. Estas actividades requieren de tiempos, espacios, capacidades y recursos económicos adecuados. Los proyecto de investigación no cuentan con los medios para este tipo de actividades, y son más bien las instituciones de servicio y desarrollo las indicadas para desarrollar esta fase del proyecto, las cuales deben involucrase también en la fase final del proceso de investigación con la finalidad de establecer el puente que permita dar el salto a la fase de desarrollo tecnológico regional. Es decir, entrar a la fase de planificación para la implementación y difusión de las alternativas con una cobertura geográfica mayor al ámbito comunitario, no constituyen un compromiso directo de los proyectos de investigación, sino que forma parte de las acciones de las instituciones de desarrollo. En consecuencia, para abordar esta fase del proceso de desarrollo, es necesario promover la participación conjunta de los productores, e instituciones de desarrollo, servicio, apoyo crediticio, investigación y educación.

IX. CONCLUSIONES

Con base en lo expuesto en el presente documento, es posible establecer las siguientes conclusiones:

1) Las unidades de producción borregueras pobres, medias, comerciantes y bovinocultoras de la zona borreguera de la región de Los Altos de Chiapas presentan restricciones ecológicas y tecnológicas similares. Las unidades borregueras bovinocultoras se localizan geográficamente en la subzona borreguera San Cristóbal, mientras que las unidades borrregueras pobres, medias y comerciantes se localizan en la subzona borreguera Chamula sin una definición espacial clara. Las unidades borregueras con mayor (bovinocultoras) e intermedio (comerciantes y medias) nivel socioeconómico cuentan con una estrategia productiva con tendencia mercantil; su objetivo es satisfacer necesidades de autoconsumo y venta, por lo que tienen mayores posibilidades de desarrollo que las unidades con menor nivel socioeconómico (borregueras pobres), cuya producción está dirigida al autoconsumo, con un objetivo sociocultural (utilización de la fibra de lana para elaborar la indumentaria tradicional) principalmente.

2) Todas las unidades de producción borregueras de los distintos estratos socioeconómicos destinan algunos ovinos para la venta, mientras que las unidades con nivel socioeconómico intermedio (borregueras medias y comerciantes) elaboran en mayor medida textiles de lana para la venta, lo cual contribuye al desabasto de lana a nivel regional de por sí existente. La falta de organización de las pastoras para la compra de fibra de lana, así como para la venta de ovinos y artesanías de textiles, favorece el intermediarismo, cuyos agentes extraen importantes recursos económicos de las unidades de producción y contribuye significativamente a la baja productividad de la fuerza de trabajo, al no existir excedentes para invertir en tecnologías que mejoren la sostenibilidad del sistema de producción ovina.

3) Los niveles de fertilización con nitrógeno o fósforo incrementaron la productividad primaria aérea neta; sin embargo, los niveles más bajos de

fertilización nitrogenada (50 kg N ha/año) o fosfatada (20 kg P ha^{-1} año) evaluados produjeron resultados similares a los niveles más altos (75 y 100 kg N o 40 y 60 kg P ha^{-1} año). Ello sugiere la existencia de otros factores que limitan la productividad del pastizal. La fertilización, nitrogenada o fosfatada, tendieron a reducir la variabilidad temporal en la producción del pastizal, con excepción del nivel mas bajo de fósforo. La interacción nitrógeno-fósforo en los niveles NP= 50-40; NP= 75-40 y NP= 75-60 kg ha^{-1} año, tendieron a incrementar la producción primaria aérea neta regenerada y acumulada de los pastizales. La falta de fertilización nitrogenada ocasionó en el suelo de los pastizales un balance negativo de nitrógeno de –13.28 a –31.83 kg ha^{-1} durante ocho meses de cosecha mensual, en tanto que el balance positivo se incrementó linealmente conforme se aumentó la fertilización con nitrógeno. Las tasas de retorno directas tendieron a asociarse negativamente con el incremento de la dosis de fertilización.

4) La productividad primaria se asoció significativamente con los cambios en la precipitación y temperatura ambiental y, por tanto, con el consumo de los animales.

5) De igual forma que el manejo tradicional, los cambios en la precipitación pluvial y la temperatura ambiental se asociaron significativamente a las cargas parasitarias de los ovinos

6) Aún cuando las pastoras cuentan con un importante conocimiento para seleccionar ovinos sobresalientes que mejoren la productividad del rebaño, la dinámica de la estructura del rebaño está determinada en mayor medida por factores ambientales, culturales y económicos.

7) El crecimiento de la población humana ocasiona una fuerte presión sobre los recursos, con una clara tendencia hacia el incremento de la superficie cultivada, ampliando la frontera agrícola en detrimento de la superficie de pastos y bosques.

8) Existe la tendencia a una mayor intensidad de uso de los pastizales en las unidades de producción borregueras con menor (borregueras pobres) e intermedio (borreguera media y comerciante) nivel socioeconómico, localizadas geográficamente en la subzona borreguera Chamula.

9) Las alternativas tecnológicas evaluadas en el marco del proyecto ADESA, en el sistema de producción ovina, desencadenaron transformaciones estructurales, ocasionaron conflictos y condujeron a que se manifestara fuertemente la diferenciación socioeconómica intracomunitaria, debido a que en el diseño de la tecnología no se consideró adecuadamente la dinámica socioeconómica, cultural y política de los productores.

10) La pertinencia de las alternativas tecnológicas dirigidas a resolver los graves problemas por los que atraviesa el sistema de producción ovina, no debe ser evaluada únicamente con la consideración del incremento de los niveles de productividad o los volúmenes de producción, ya que pueden ser determinadas por los contextos socioculturales, económicos y políticos intracomunitarios.

X. LITERATURA CITADA

A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis of the association of oficial analytical chemist. 15 th. Ed. Association of official analytical chemist. Washington, U.S.A.

Agrawal A., K. and Goyal A. K. 1987. Effect of grazing on net primary production and system transfer function in a western Himalayan grassland community. Tropical grassland. 21: 154-158.

Alemán S., T. 1989. Los sistemas de producción forestal y agrícola de roza. *In:* El subdesarrollo agrícola en Los Altos de Chiapas. Parra V. M. R. (Coord.). Universidad Autónoma Chapingo/Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Chapingo, México. pp: 83-151.

Alemán S., T. 1995. Priorización de los problemas campesinos en Los Altos de Chiapas. Documento interno. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 10 p.

Alemán S., T. 1998. Investigación participativa para el desarrollo rural. La experiencia de Ecosur en Los Altos de Chiapas. Red de Gestión de Recursos Naturales-Fundación Rockefeller. Serie: Estudios de caso sobre participación campesina en generación, validación y transferencia de tecnología. México. 159 p.

Altieri M., A. 1992. El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. Agroecología y Desarrollo. CLADES. 4: 2-11.

Alvarez-Solís, J., D., P. M. Roset, B. Díaz-Hernández, H. Plascencia-Vargas y R. R. Rice 1998. El impacto de la transformación del paisaje sobre la base productiva de Los Altos de Chiapas, México. *In*: Memorias del seminario sobre manejo de suelos tropicales en Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. pp: 65-82.

Allden W., G. and A. M. Whittaker. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The inter-relationship of factors influencing herbage intake and availability. Aust. J. of Agric. Research. 21: 755-766.

Allison C., D., M. M. Kothmann and L. R. Rittenhouse. 1982. Efficiency of forage harvest by grazing cattle. J. of Range Management. 35(3):351-354.

Alliston J., C. 1989. Evaluación de la canal en el animal vivo. *In:* Producción ovina. W. Haresign. (Ed.) A.G.T. México, D. F. pp: 79-99.

Aracil J. 1979. Introducción a la dinámica de sistemas. Alianza Universidad. Textos No.58. Madrid. 362 p.

Arbiza A., S., J. De Lucas T. J. A. Mejia P. y J. C. Rosas R. 1991. Caracterización de los sistemas de producción ovina en Xalatlaco, Estado de México. *In:* Memorias del IV congreso nacional de producción ovina. (Ed.) AMTEO, Gobierno del Estado de Chiapas y UNACH. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. pp: 222-224

Arcos A., M., C. 1993. Políticas actuales en torno al servicio de asistencia técnica y extensión y los ovinocultores. *In* Memoria del VI congreso nacional de producción ovina. San Luis Potosí. pp: 261-277.

Ashby J., A., T. García, M. del P. Guerrero, C. A. Quirós, J. I. Roa y J. A. Beltrán. 1995. Institutionalising farmer partipation in adaptative technology testing with the CIAL. Agricultural Research and Extensión. Net work. Net work. Paper 57.

Baied C., A. 1989.Transhumance and land use in the northern patagonian andes. Mountain research and development. U.S.A. Vol. 9. No. 4. pp: 365-380.

Baile C., A. and F. M. A. Della. 1981. Nature of hunder and satiety control systems in ruminants. J. Dairy Sci. 64: 1140-1152.

Baldwin R., L., N. E. Smith, J. Taylor and M. Sharp. 1980. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. J. Anim. Sci. 51: 1416-1428.

Bang K., J., Familton A. S. and Sykes A. R. 1990. Effect of ostertagiasis on copper status in sheep: A study involving use of copper oxide wire particles. Res. Vet. Sci. 49: 1-8.

Baumgardt B., R. 1970. Control of feed intake in the regulation of energy balance. *In:* Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. (Ed.) A.T. Phillipson. Oriel press. Cambridge, England. pp: 235-253

Bello E., S. 1971. Las unidades experimentales de producción en la investigación ganadera. *In:* Análisis económico de los datos en la investigación ganadera. Gastal, E. (Ed.). IICA-OEA. Montevideo. pp: 229-238.

Benchimol G., P. Levine y J. C. Pomerol. 1990. Los sistemas expertos en la empresa. Coedición Macrobit/Editores Ra-Ma Editorial. México. pp: 1-39.

Berger W., G. 1974. Protein synthesis in animal models. J. Anim. Sci. 38: 1079-1085.

Bertalanffy L., V. 1976. Teoría general de los sistemas. Fondo de Cultura Económica. México. 311 p.

Bidwell R., G., S. 1983. Fisiología vegetal. (Ed.) AGT. México. pp: 157-396.

Birrell H., A. 1992. Factors associated with the rate of growth of clean wool on grazing sheep. Aust. Agric. Res. 43: 265-275.

Black J., L. y Nagorcka N. 1993. Wool Growth. *In:* Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. J. M. Forbes y J. France. C. A. B. International. Cambridge, U. K. pp: 453-477.

Blaxter K., L. 1964. Metabolismo energético de los rumiantes. (Ed.) Acribia. Zaragoza, España.

Borchert A. 1964. Parasitología veterinaria. (Ed.) Acribia. Zaragoza España.

Bores Q., R., F. 1990. Efecto del nivel energético en el crecimiento compensatorio de ovinos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 121 p.

Bradford E. 1989. Animal agriculture research and development: Challenges and opportunities. Can. J. Anim. Sci. 69:847-856.

Breedlove D., E. 1981. Flora of Chiapas, Part I: Introduction to the Flora of Chiapas. The California Academy of Sciences. San Francisco, California, U.S.A. 35 p.

Breedlove D., E. 1986. Listado Florístico de México. IV. Flora de Chiapas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Atónoma de México. México D. F. 246 p.

Breman H. and Wit C. T. 1983. Rangeland productivity and exploitation in the Sahel. Science. 221: 1341-1347.

Bunch R. 1982. Dos mazorcas de maíz: Una Guía para el mejoramiento agrícola orientado hacia la gente. Vecinos mundiales. Oklehoma, E.U.A. pp. 108-148.

Burguete C., A. 1999. Dinámica social de un proyecto de investigación sobre "desarrollo de sistemas silvopastoriles", de Ecosur, en los parajes Las Ollas, Yutjemel y el Crucero, en el municipio de Chamula. El Colegio de la Frontera Sur. Documento interno. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 58 p.

Butterfield R., M. 1966. The effect of nutritional stress and recovery on the body composition of cattle. Res. Vet. Sci. 7: 168-179.

Butterworth M., H. 1984. Animals in relation to Land Use. *In*: World Animal Science: Development of animal production systems. B. Nestel. (ed.). A-2. Elsevier. Netherlands. pp: 15-32.

Byford R., L., M. E. Craig and B. L. Crosby. 1992. A review of ectoparasites and their effect on cattle production. J. Anim. Sci. 70: 597-602.

Calva J., L. 1988. Crisis agrícola y alimentaria en México 1982-1984. Distribuciones Fontamara. México. 230 p.

Castillo C., M., Aparicio G. E., Urrutia M. J. y García D. C. A. 1990. Caracterización de la ovinocultura en agostadero semiárido en San Luís Potosí. *In* Memorias del III congreso nacional de la producción ovina. Tlaxcala, México. pp: 265-267.

Castillo C., M., Urrutia M. J., García D. C. A. y Aparicio G. E. 1990. Regionalización de la ovinocultura en el altiplano y zona media de San Luis Potosí. *In:* Memorias del III congreso nacional de la producción ovina. Tlaxcala, México. pp: 261-264.

CEPAL. 1982. Economía campesina y agricultura empresarial: Tipología de productores del agro mexicano. Siglo Veintiuno (ed.). México. 339 p.

Cervantes T., E. 1995. Organización territorial de San Juan Chamula. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chapingo. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 112 p.

CETENAL. 1970. Carta de climas escala 1:500,000. Comisión de Estudios del Territorio Nacional e Instituto de Geografía de la UNAM. CETENAL. México.

CIMMYT. 1980. Planeación de tecnologías apropiadas para loa agricultores: conceptos y procedimientos. México. 71 p.

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones apartir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México.

Clarkson N., M. and G. R. Lee. 1988. Effects of grazing and severe drought on a native pasture in the traprock region of southern Queesland. Tropical grassland. 22: 176-183.

Clegg M., T. 1973. Crecimiento. *In:* Producción animal. Cole H. H. (ed). Acribia. Zaragoza, España. pp: 468-486.

Cole H., H. And W. N. Garret. 1980. Animal agriculture. San Francisco. Freeman. 739 p.

Collier R., J. 1981. Influencia de la tensión calórica en la producción y sanidad de ganado lechero. Revista Mexicana de Producción Animal. 13: 15-23.

Conway G., R. 1985. Agroecosystem Analysis. Agricultural Administration. London, Gret Britain. 20: 31-55.

Coombe J., B. 1992. Wool growth in sheep fed diets based on wheat straw and protein supplements. Aust. J. Agric. Res. 43: 285-299.

Coombs J. 1988. Metabolismo del carbono. *In:* Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. J. Coombs., D. O. Hall., S. P. Long y J. M. O. Scurlock (eds.). Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp: 116-130.

Cooper J., P. and N. M. Taiton. 1968. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. Herb. Abstr. 39: 167-176.

Corbet J., L. 1963. Intake snd utilization of herbage by grazzing rumiants. *In:* Nutrion and allied sciences. Cuthbertson y oliver (eds.). Boyd. Great Britain. pp: 171-177.

Corbett J., L. 1978. Measuring animal performance. *In*: Measurement of grassland vegetation and animal production. L. 't Mannetje (ed.). Commonwealth Agricultural Bureaux. Gran Bretaña. pp: 163-231.

Cornick R., T. y R. Kirkby R. 1981. Interacciones de cultivos y producción animal en la generación de tecnología en zonas de ladera. *In*: Agricultura de ladera en América Tropical. Novoa B. A; Posner J. L. (eds.). CATIE/Fundación Rockefeller. Turrialba, Costa Rica. pp: 341-354.

Curll M, and Wilkins. 1982. Frequency and severity of defoliation of grass and clover by sheep at different stocking rates. Grass and Forage Sci. 37: 291-297.

Chapela F. 1995. La política para el campo: degradación ambiental. *In:* Cuadernos agrarios. No. 11 y 12. Roberto S., Dioego Q. (Coords.). Nueva época. México. pp: 159-177.

Christiansen S. and T. Svejcar. 1988. Grazing effects on the total nonstructural carbohydrate pools in caucasian bluestem. Agron. J. 79: 761.

Church D., C. y W. G. Pond. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. (Ed.) Limusa. México, D. F. pp: 279-307.

Daniel W., W. 1977. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 3a. ed. Limusa. México, D. F. 667 p.

De Jong B., H., J., R. Tipper and J. Taylor. 1997. A framework for monitoring and evaluating carbon mitigation by farm forestry projects: Example of a demonstration project in Chiapas, Mexico. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change (Netherlands). 2: 231-246.

Devendra C. 1990. The use of shrubs and tree fodders by rumiants. *In:* Shrubs and Tree fodders for farm animals. C. Devendra (ed.). Procedding of a Woskshop in Denpasar, Indonesia 1989. IDRC. pp: 42-62.

Di Marco O., N., R. L. Baldwin and C. C. Calvert. 1987. Relative contributions of hyperplasia and hypertrophy to growth in cattle. J. Anim. Sci. 65: 150-157.

Díaz H., B., H. Plascencia V., R. Arteaga R. y M. A. Vázquez P. 1993. Estudio y zonificación agroclimático de la región Altos de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Documento inédito. 15 p.

Díaz H., B., M. 1996. Ordenamiento en el uso del suelo en una comunidad Tzotzil de la región Los Altos de Chiapas, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 120 p.

Dickson M., W. 1977. Glándulas endocrinas. *In:* Fisiología de los animales domésticos. H. H. Dukes y M. J. Swenson. (eds.). Aguilar. Madrid, España. pp: 1513-1592.

Diehl R. y Box J. M. 1978. Fitotecnia General. (Ed.) Mundi Prensa. Madrid. p. 13-30.

Domínguez C., F. 1999. Evaluación de pasturas en asocio con *Erythrina chiapasana* en los Altos de Chiapas. Tesis Profesional en proceso. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 60 p.

Doney J., M. 1989. Factores que afectan la producción y la calidad de la lana. *In:* Producción ovina. W. Haresign. (ed.). A.G.T. México. pp: 551-559.

Doxey. 1987. Patología clínica y procedimientos de diagnóstico en veterinaria, 2a. ed. Manual Moderno. México. pp: 1-50.

Driessen P., M. y R. Dual. 1989. Lecture notes on the Geography, formation, properties and the use of the major soils of the World. Agricultural University of Wageningen y Katholieke Universitiet Lauven. Holanda y Bélgica. 295 p.

Driew. 1881. Cría rentable de las cabras y ovejas. Manual práctico. (Ed.) VECCHI. Barcelona, España. pp: 135-142.

Dufumier M. 1993. La importancia de la tipología de las unidades de producción agrícolas en el análisis diagnóstico de realidades agrarias. *In:* Sistemas de producción y desarrollo agrícola. Navarro G. H., J. P. Colin. y P. Milleville. (eds.). Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo. de México. pp: 211-218.

Dunn M., A. 1983. Helmintología Veterinaria. (Ed.) El manual Moderno. México, D. F. pp: 15-70.

Egan A., R. 1983. Requisitos nutricionales de ganado de carne en pastoreo. Revista Mexicana de Producción Animal. 15: 1-21.

Elsey F., W., H. 1976. Limitations to the manipulation of growth. Proc. Nutr. Soc. 35: 325-327.

Eltawil E., A. And R. Narendran. 1990. Ewe productivity in four breeds of sheep in Saudi Arabia. World Review of animal production. Saudi Arabia. pp: 93-96.

Ellis P., R. 1984. Health control in relation to livestock production. *In:* World Animal Science: Develpment of animal production systems. B. Nestel (ed.). A-2. Elsevier. Netherlands. pp: 63-77.

Espinosa G., D. 1995. La guerrilla de la tortilla. *In:* Cuadernos agrarios. No. 11 y 12. Roberto S., Dioego Q. (Coords.). Nueva época. México. pp: 67-77.

Esteban M., C. y D. Tejón T. 1985. Catálogo de razas autóctonas españolas. I. Especies ovina y caprina. 2da. ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 234 p.

Evans L., T. 1980. Crop Physiology. Cambridge University Press. London. p. 1-23.

Ewton D., Z. and J. R. Florini. 1981. Effects of somatomedins and insulin on myoblast diferentiation *in vitro*. Devel. Biol. 85: 1-42.

FAO. 1976. FAO/Unesco. Mapa mundial de suelos 1:5 000 000. Volumen III. México y América Central. UNESCO. Paris. 101 p.

FAO. 1981. Report on the agro-ecological zones proyect. Vol. 3. Methodology and results for South and Central America. World soil resource report 48/3. Rome, Italy.

FAO. 1988. FAO/Unesco. Soil Map of the World. Revised Legend. World Resources Report 60. Rome. Reprinted as Technical Paper 20. ISRIC. Wageningen, 1989. 139 p.

FAO-Unesco. 1970. Mapa mundial de suelos 1:5 000 000. Volumen III. México y América Central. UNESCO, París. 101 p.

Farrel D., J., R. A. Leng and J. L. Corbett. 1972. Undernutrition in grazing sheep I. Changes in the composition of the body, blood, and rumen contents. Aust. J. agric. Res. 23: 483-97.

Faulkner D., E. 1984. Middle East and Pakistan. *In*: World Animal Science: Development of animal production systems. B. Nestel. (ed.) A-2. Elsevier. Netherlands. pp: 143-154.

Fernández R., S. 1981. Efecto del procesamiento físico, del nivel de alimentación y de la suplementación nitrogenada sobre la utilización del rastrojo de maíz por borregos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México.

Figueroa F., P. 1997. Informe de actividades como becario de la División de Sistemas de Producción Alternativos y del Programa de Vinculación

Académica con el Sector Social. El Colegio de la Frontera Sur. Documento interno. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 15 p.

Fitzhugh Jr. H. A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. J. Anim. Sci. 42: 1036-1051.

Flores M., J., A. 1977. Bromatología Animal. (Ed.) Limusa. México, D. F. pp: 157-463.

Flores V., C. y Parra V. R. 1976. Sistemas de explotación animal en México. Chapingo, México. ENA. Depto. de Preparatoria Agrícola. Mimeógrafo. p. 6.

Font Q., P. 1977. Diccionario de Botánica. (Ed.) Labor, S. A., Barcelona, España. pp: 2-1073.

Forbes J., M. 1977. Interrelationships between Phisical and metabolic control for voluntary food intanke in fattening, pregnant and lactating mature sheep; A model. Anim. Prod. 24: 91-101.

Forbes J., M. 1980. Hormones and metabolites in the control of food intake. *In*: Digestive physiology and metabolism in ruminants. Ruckebusch Y. and P. Thivend (eds.). MTP Press, Lancaster. pp: 145-160.

Franco C., C., L. Sarmiento F. y F. Torres A. 1991. Situación de la ovinocultura en la región centro-norte del estado de Yucatán. *In:* Memorias del IV congreso nacional de producción ovina. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. pp: 225-227.

Galomo R., T. 1990. Diagnóstico estático de una comunidad productora de ovinos de los valles centrales de Oaxaca, en México. *In* Memorias del III congreso nacional de la producción ovina. Tlaxcala, México. pp: 272-275.

García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen, Universidad Nacional Autónoma de México. 70 p.

García-Barrios, L., L. Soto-Pinto., L. Pool-Novelo y S. Meza-Díaz. 1991. Efectos agroecológicos de la rotación pastizal cultivo y la roturación del suelo en los sistemas de producción de maíz del cárst Chamula, Altos de Chiapas, México. Agroecología Neotropical. 2: 14-21.

Gardener C., J., M. R. Mc Caskill and J. G. Mc Ivor. 1993. Herbage and animal production from natives pastures and pastures aversown with *Stylosanthes hamata*. Fertilizer and stocking.

Gligo N. 1990. Los factores críticos de la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola. Comercio Exterior. 40: 1135-1142.

Gobierno del Estado de Chiapas. 1994. Carta Geográfica del Estado de Chiapas. Información editada y revisada en El Colegio de La Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

Gómez C., H. 1996. Análisis de la problemática agropecuaria: La ovinocultura en Los Altos de Chiapas. Informe interno ECOSUR. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 5 p.

Gómez Q., J., M. 1978. Perspectivas del desarrollo ovino en el estado de Chiapas. Tesis Profesional. Universidad Nacional Atónoma de México. México, D. F. 87 p.

Gómez U., S., E. 1998. Comportamiento inicial de cinco árboles forrajeras en la región de Los Altos de Chiapas. Tesis Profesional. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 113 p.

González E., M., S. Ochoa G., N. Ramírez M. y P. F. Quintana A. 1997. Contexto vegetacional y florístico de la agricultura. *In:* Los Altos de Chiapas: Agricultura y Crisis Rural. Parra V. M. R. y B. M. Díaz H. (eds.). El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. pp: 85-117.

González M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Contribución a su crecimiento. (Ed.) Porrua. México, D. F. 305 p.

González-Espinoza, M., Quintana A. P. F., Ramírez M. N. y Gaytán G. P. 1991. Secondary succession in disturbed Pinus-Quercus forests in the highlands of Chiapas, México. Journal of Vegatation Science 2: 351-360.

Gortari Eli de. 1979. El Método de la Ciencia. (Ed.) Grijalvo. México. 208 p.

Grant S., A. and Campbell D. R. 1978. Seasonal variation *in vitro* digestibility and structural carbohydrate content of some commonly grazed plants of blanket bog. Journal the British Grassland Society. 33: 167-173.

Gunn R., G. 1989. Influencia de la nutrición sobre el comportamiento reproductivo de las ovejas. *In:* Producción ovina. W. Haresign. (Ed.) A.G.T. México, D.F. pp: 103-115.

Gutiérrez M., A. 1986. Efectos del implante con zeranol y suplementación energética y proteína sobre el crecimiento compensatorio en ovinos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 112 p.

Hart R., D. 1985. Agroecosistemas: Conceptos básicos. Serie materiales de enseñanza No. 1. Turrialba Costa Rica. 159 p.

Haxeltine and I. C. Prentice. 1996. A general model for the light-use efficiency of primary production. Global Systems Group, Departament of Ecology, Lund

University, Lund, Sweden. Ecological Society, Functional Ecology. 10: 551-561.

Helman M., B. 1977. Ganadería tropical. (Ed.) Ateneo. Buenos Aires. pp: 1-67.

Herd R., P. R. H. Streitel K. E. McClure and C. F. Parker. 1983. Control of periparturient rise in worm egg counts lactating ewes. J. Am. Vet. Med. Ass. 182: 375-379.

Heresign W. 1982. Fisiología de la reproducción. *In:* Manejo y enfermedades de las ovejas. (Ed.) Acribia. Zaragoza, España. pp: 73-75.

Hernández X., E. y P. Azurdia C. 1987. Investigación de las arvenses en las regiones agrícolas de los Valles Centrales de Oaxaca. Xolocotzia: Obras de Efraín Hernández Xolocotzi, Tomo II. Revista de Geografía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp: 367-368.

Hodgson J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. Grass and Forage Sci. 32:11.

Hodgson J. 1981. Sward studies: objetives and priorities. *In*: Sward measurement handbook. Hodgson J., R. D. Braker, A. Davies, A. S. Laidlaw and J. D. Leaver (eds.). The British Grasslands Society. Berkshire, England. 349 p.

Hodgson J. 1994 Manejo de pastos teoría y práctica. (Ed.) Diana. México, D. F. 252 p.

Howie J., W. 1963. Nutrition and resistance to infection. *In:* Nutrition and apllied sciences. Cuthberson y Oliver (eds.). Great Britain. pp: 357-367.

Hulet C., V. y M. Shelton. 1988.Ciclos Reproductivos: Borregos y Cabras. *In*: Reproducción e inseminación artificial en animales. E. S. E. Hafez (ed.). Interamericana. México. pp: 329-340.

Ilpes. 1997. Discusiones sobre planificación. Texto del instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social. Decimonovena ed. Siglo XXI. México, D. F. 143 p.

INEGI. 1981. Guías para la interpretación de Cartografía. Edafología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. 49p.

INEGI. 1985. Carta edafológica E 15-11. Tuxtla Gutiérrez. Escala 1:250 000. México.

INEGI. 1991. XI Censo general de población y vivienda. Estado de Chiapas, 1990. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

INEGI. 1994. VII Censo agrícola-ganadero. Estado de Chiapas, 1991. Resultados definitivos. Tomo I y II. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. pp: 26-31, 1078-1105.

Iniguez L., C., E. G. Bradford and I. Inounu. 1990. Sheep breeding plans for integrated tree cropping and sheep production systems. *In*: Integrated tree cropping and small ruminant production systems. Iniguez L. Z. and M. D. Sánchez. (eds.). Proceeding of workshop on research methodologies in Medan, North Sumatra. Indonesia. pp: 155-171.

Jackson F. 1993. Anthelmintic resistance the state of play. Br. Vet. J. 149: 123-138.

Jackson M., L. 1976. Toma de muestras en el suelo. *In:* Análisis químico de suelos. (Ed.) Omega. Barcelona, España. pp: 29-66.

Jainudeen M., R. y E. S. E. Hafez. 1988. Fracasos reproductivos en las hembras. *In:* Reproducción e inseminación artificial en animales. E. S. E. Hafez (ed.). Interamericana. México. pp: 429-449.

Jardines M., J. y Arguijo A. M. 1985. Interpretaciones agronómicas que se deberán realizar a partir de los datos de análisis físicos y químicos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidraúlicos-Dirección General de Grande Irrigación. México.

Jarrige R. 1979. Place of herbivores in the agricultural ecosistems. *In*: Digestive physiology and metabolism in ruminants. Ruckebusch and P. Thivend (eds.). MTP Press. Lancaster.

Jilek A., F. and Bradley R. E. 1969. Hemoglobin types and resistance to *haemonchus contortus* in sheep. Am. J. Vet. Res. 30(10): 1773-1778.

Johns J., T. and Bergen. 1976. Growth in sheep. Pre-and post weaning hormone changes and muscle and liver development. J. Anim. Sci. 43: 193-208.

Johnson H., D. and G. L. Hahn. 1982. Climate and animal productivity. *In*: Handbook of agricultural productivity. R. Miloslav (ed.). Vol. II. Series in nutrition and food. CRS. Florida, U.S.A.

Jones R., J. 1974. Effect of previous cutting interval and of leaf area remaining after cutting on regrowth of *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 14: 343.

Jones R., J. and J. J. Mott. 1980. Population dynamics in grazed pastures. Tropical Grasslands. 14: 218.

Jung R., M. and T. Sahlu. 1989. Influence of grazing pressure on forage quality and intake by sheep grazing smouth bromegrass. J. Anim. Sci. 67: 2089-2097.

Juscafresca B. 1983. Forrajes fertilizantes y valor nutritivo. (Ed.) Aedos. Barcelona, España 203 p.

Kaltenbach C., C. y T. G. Dunn. 1988. Endocrinología de la reproducción. *In*: Reproducción e inseminación artificial en animales. E. S. E. Hafez (ed.). Interamericana. México. pp: 83-109.

Kramer P., J. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas. (Ed.) Edutex, S. A. México, D. F. 538 p.

Kristensen E., S. 1988. Influence of defoliation regime on herbage production and characteristics of intake by dairy cows and affected by grazing intensity. Grass and forage Science. 43: 239-251.

Laird R., J. 1991. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Rama de suelo. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 175 p.

LANDSAT T M. 1985. Imágenes del satélite LANDSAT T M, Orbita 22, línea 48. EOSAT, U.S.A.

Lapage G. 1971. Parasitología veterinaria. 1a. ed. C.E.C.S.A. México, D. F.

Lasley J., F. 1979. Genética del mejoramiento del ganado. 1a. ed. UTEHA. México, D. F. 378 p.

Leegood R., C. y D. A. Walker. 1988. Cloroplastos y protoplastos. *In:* Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. J. Coombs., D. O. Hall., S. P. Long y J. M. O. Scurlock. (eds.). Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp: 99-110.

Ley G., P. Pedraza., R. Perezgrovas., I. Pimentel y G. Skrome K. 1986. Estacionalidad reproductiva del borrego Chiapas. Cuadernos de investigación No. 3. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 37 p.

Lindsay D., B. 1983. Growth and fattening. *In*: Nutritional physiology of farm animals. Rook J. A. F. and P. C. Thomas. (eds.). London, U.S.A. pp: 260-313.

Lister D., B. N. Perry and D. Wood. 1983. Meat production. *In*: Nutritional physiology of farm animals. Rook J. A. F. and P. C. Thomas. (eds.). London, N. York. U.S.A. pp: 447-537.

López R., G., F. 1992. Gramíneas. 1a. ed. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 88 p.

López T., Q. 1989. A simulation model to assess promary production and use of *Bouteloua gracilis* grasslands. Thesis of Doctor of Philosophy. University of Reading. England. 327 p.

López-Tirado, Q. y Jones J. G. W. 1991. A simulation model to assess primary production and use of *Bouteloua gracilis* Grasslands. Part II-Experimentation. Agricultural Systems 35: 209-227.

Lynch F., F., G. N. Hinch and D. B. Adams. 1992. The behaviour of sheep. Biological principles and implications for production. C.A.B International and CSIRO. Australia. 237 p.

Mahadevan P. 1984. Education of livestock producers and agents of change in the use of new technology. *In*: World Animal Science: Development of animal production systems. B. Nestel. (ed.). A-2. Elsevier. Netherlands. pp: 107-127.

Manly B., F., J. 1991. Randomization and Monte Carlo Methods in Biology. Chapman and Hall. Great Britain. pp: 1-19.

Mauricio L., J. M. H. García J. y R. Valladares A. 1982. La producción agrícola en Chiapas. Centro de Investigaciones Ecológicas de Sureste. Serie de documentos 8. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

Mc.Dowell R., E. 1972. Bases biológicas de la reproducción animal en zonas tropicales. (Ed.) Acriba, Zaragoza, España. pp: 13-222.

McCorkle C. 1995. Back to the future: lessons from ethnoveterinary RD&E for studying and applying local knowledge. Agriculture and Human Values. 12: 52-80.

Mejía M. y P. Davila. 1992. Gramíneas útiles de México. Cuadernos del Instituto de Biología, No. 16. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 298 p.

Mejia S., M., T. 1986. Gramíneas forrajeras en la región central del estado de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México. 66 p.

Méndez R., I., D. Namira G., L. Moreno A., C. Sosa de M., L. Cañedo D., y E. Shabot A. 1986. Protocolo de investigación, lineamientos para su elaboración. (Ed.) Trillas, México. 332 p.

Mera O., L., M. 1989. Condiciones naturales para la producción. *In:* El subdesarrollo agrícola en Los Altos de Chiapas. M. Parra V. (Coord.). Universidad Autónoma de Chapingo y Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, Chapingo, México. pp: 21-82.

Mertens D., R. and L. O. Ely. 1982. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization-A dynamic model evaluation. J. Anim. Sci. 54: 895-903.

Miller H., R., P. 1984. The protective mucosal response against gastrointestinal nematodes in ruminants and laboratory animals. Vet. Inmmunology and Immunophathology. 6: 167-259.

Moguel V., R., M., C. 1997. Sistemas sociales en Los Altos de Chiapas. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp: 51-59.

Mojica S., F. 1991. La prospectiva; técnicas para visualizar el futuro. Legis (eds.). Bogotá, Colombia. pp: 35-68.

More T. and Sahni K. L. 1980. Studies on the pasture quality and grazing behaviour of sheep under semi-arid conditions. Indian J. Anim. Sci. 50: 727-732.

Morley F., H., W. 1978. Animal production studies on grassland. *In*: Measurement of grassland vegetation and animal production. L. 't Mannetje (ed.). Commonwealth Agricultural Bureaux. Gran Bretaña. pp: 103-161.

Morley F., H., W. 1979. "¿En qué consiste el enfoque de sistemas en la producción animal?". *In:* Enfoque de sistemas en la investigación ganadera. Scarsi J. C. (ed.). IICA. Montevideo, Uruguay. pp: 24-37.

Morris D. 1973. The structure and management of ecosystems. The Open University Press. 74 p.

Motazedian I. and S. H. Sharrow. 1990. Defoliation frequency and intensity effects on pasture forage quality. J. Range. Management 43: 198:201.

Mott G., O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proceedings of the 8th international grassland congress. Reading. England. pp: 606-611.

Müllerried F., K., G. 1957. Geología de Chiapas. Cultura. México. 179 p.

Muñoz M., A., V. 1999. Participación de pastoras tzotziles en la evaluación del follaje de la arbórea *Buddleia skutchii* con ovinos en pastoreo tradicional. Tesis Profesional en proceso. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 70 p.

Nahed J., A. Sánchez, D. Grande, F. Pérez-Gil. 1998. Evaluation of promissory tree species for sheep feeding in The Highlands of Chiapas, Mexico. Animal Feed Science and Technology. 73: 59-69.

Nahed J., T. Alemán, M. Parra y G. Jiménez. 1994. Planificación del desarrollo de sistemas de producción agropecuaria. *In:* 1er. Congreso internacional y 2do. Nacional de investigación en sistemas de producción agropecuarios. UAEM/UAM. México, D. F. pp: 12-22.

Nahed T. J. 1990. Efectos de distintas estrategias de alimentación y del implante con zeranol en el crecimiento de borregos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 85 p.

Nahed T., J. 1989. Descripción y análisis del sistema de producción ovina. El subdesarrollo agrícola en Los Altos de Chiapas. *In*: Parra V. M. R. (Coord.). Universidad Autónoma Chapingo/Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Chapingo, México. pp: 239-285.

Nahed T., J. 1995. Protocolo: Mejoramiento del sistema ovino Tzotzil. Documento interno. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 5 p.

Nahed T., J. y A. López M. 1989. La producción de textiles de lana. *In*: El subdesarrollo agrícola en Los Altos de Chiapas. Parra V. M. R. (Coord.). Universidad Autónoma Chapingo/Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Chapingo, México. pp: 287-313.

Nahed T., J. y R. Parra V. 1984. Ovinocultura en Los Altos de Chiapas: Un sistema tradicional. Revista Mexicana de Producción Animal. 16: 25-40.

Nahed T., J., A. López M., J. H. Plascencia V., A. Martínez V., M. R. Parra V., L. Hernández L., J. D. Grande C., F. Pérez-Gil R. y L. Sanginés G. 1993. Investigación participativa para fomentar el uso de bloques alimenticios y la organización de pastoras en el sistema ovino tsotsil. *In:* Memorias del congreso nacional de investigación en sistemas de producción agropecuarios. UAEM/UAM. México, D. F. pp: 278-282.

Nahed T., J., L. Villafuerte, D. Grande, F. Pérez-Gil, T. Alemán y J. Carmona. 1997. Fodder shrub and tree species in the Highlands of southern México. Animal Feed Science and Technology. 68: 213-223.

Nahed T., J., Soto P. L., Parra V. M. R., García B. L. E. 1991. Producción y manejo integral de ovinos en pastoreo en los Altos de Chiapas. Revista de

Difusión Científica/Tecnológica y Humanística. CEFIDIC Chiapas, México. 3-4: 33-44.

Nelson T., and J. A. Langdale 1992. Developmental genetics of C_4 photosiynthesis. Annu. Rev. Plant Physiol. Plan. Mol. Biol. 43: 25-47.

Nestel B. 1984a. Introduction. *In*: World Animal Science: Development of animal production systems. B. Nestel. (ed.). A-2. Elsevier. Netherlands. pp: 3-13.

Nestel B. 1984b. Regional systems of production. *In*: World Animal Science: Development of animal production systems. B. Nestel. (ed.). A-2. Elsevier. Netherlands. pp: 131-141.

NRC. 1981. Effect of environmental on nutrient requirements of domestic animals. National Research Council. National Academy Press. 151 p.

NRC. 1985. Nutrient requirements of sheep. 6 th. (Ed.) National academy press. Washinton, D.C. 99 p.

Ordoñez R., A., Arbiza S. A., Suárez D. J. y Velasco G. H. 1990. Sistemas de producción ovina en San Felipe del Progreso, Méx. *In* Memoria del III Congreso nacional de producción ovina. Tlaxcala, México. pp: 249-252.

Ortiz O., G., Martínez R. J., Ruiz R. J., Aguilar B. U. y Castillo R. H. 1990. Sistema de producción ovina y caprina en el valle de Perote, Veracruz. *In* Memorias del III Congreso nacional de la producción ovina. Tlaxcala, México. pp: 268-271.

Ortiz-Villanueva, B. y Ortiz-Solorio, C. A. 1990. Edafología. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de suelos. 7a. ed. Chapingo, México. 349 p.

Owens F., N., P. Dubeski and C. F. Hanson. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. J. Anim. Sci. 71: 3138-150.

Park J. y Sealton R. A. F. 1996. Integrative research and sustainable agriculture. *In:* Agricultural Sistems 50: 81-100.

Parra M., R. y R. Moguel. 1998b. La emergencia de organizaciones no gubernamentales de cafeticultores indígenas en Chiapas. Estrategias frente a las políticas agrícolas. *In:* Organizaciones civiles y políticas públicas en México y Centroamérica. José Luis Méndez (Coord.). 1a. ed. Academia Mexicana de Investigación en Políticas Públicas, A.C./PORRUA. México, D. F. pp: 321-367.

Parra V., M., R. 1984. Aspectos Metodológicos en la Investigación de Sistemas Pecuarios. *In:* Memorias del primer seminario nacional sobre sistemas de producción pecuaria. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. pp: 1-21.

Parra V., M., R. 1996. Innovación tecnológica o transformación rural por un enfoque integral de la investigación agronómica. *In*: Ecología aplicada a la agricultura. Javier Trujillo A., Fernando de León, G., Rafael Calderón, A., y Pablo Torres, L. (Comps.). Universidad Autónoma Metropolitana. México. pp: 129-149.

Parra V., M., R. y R. Moguel V. 1995. La multidimensionalidad de la acción social indígeno-ladina en la coyuntura chiapaneca. Sociología Actores, clases y movimientos sociales II. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 10: 117-141.

Parra V., M., R. y R. Moguel V. 1998a. Los Mayas Chiapanecos: Identidades colectivas e integración a la nación. *In*: Congreso nacional de la red de estudios rurales. Políticas de ajuste estructural en el campo Mexicano, efectos y respuestas. Querétaro, México.

Parra V., M., R., B. M. Díaz H. 1985. Hacia una comprensión integral de la producción silvoagropecuaria: Experiencias teórico metodológicos. Ponencia presentada en el "Coloquio de estudios integrales de la agricultura. Centro de investigación, enseñanza y extensión en ganadería tropical. FMVZ-UNAM Tlapacoyan, Ver.

Parra V., M., R., D. Zizumbo V., L. García B., M. C. García A., J. Nahed T., L. Pool N., L. Soto P. y A. López M. 1987. Desarrollo de la producción silvoagropecuaria de Los Altos de Chiapas. Documento interno: Procolo de investigación 1988-1990. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 79 p.

Parra V., M., R., L. M. Mera O. 1989. La organización social para la producción. *In*: El subdesarrollo agrícola en Los Altos de Chiapas. Parra V. M. R. (Coord.). Universidad Autónoma Chapingo/Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Chapingo, México. pp: 315-398.

Parra V., M., R., M. Perales R., F. Inzunza M., C. Solano S., E. Hernández X., A. Santos O. 1984. La regionalización socioeconómica. Una perspectiva agronómica. Rev. Geog. Agric. 5-6: 24-34.

Parra-Vázquez, M., R., J. Nahed-Toral, M. L. Soto-Pinto, M. C. García-Aguilar, y L. García-Barrios. 1993. El sistema ovino Tzotzil de Chiapas: I. Dinámica del manejo integral. Agrociencia, serie Recursos Naturales Renovables. 3: 79-97.

Pearson A., J., Leafe E. L., Collet B., Penning P. D. and J. Lewis. 1983. The physiology of grass under grazing. II. Photosynthesis crop growth and animal intake of continuosly grazed sewadrs. J. App: Ecol. 20: 127.

Pearson A., M. 1973. Carnes. *In*: Producción animal. Cole H. H. (ed.). Acribia, Zaragoza, España. pp:39-67.

Peel L., J. 1984. Australia, New Zealand and South Africa. *In*: World Animal Science: Development of animal production systems. B. Nestel. (ed.). A-2. Elsevier. Netherlands. pp: 259-269.

Penning de Vries F., W., T. 1983. Modelling of growth and production. encyclopedia of plant physiology, new series. Volume 12D. Springer Verlag. pp: 117-150.

Perezgrovas G., R. y P. Pedraza V. 1985. Ovinocultura indígena. Infestación parasitaria natural en el borrego Chiapas. Cuadernos de investigación No. 2. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 33 p.

Perón N., T. Limas y J. L. Fuentes. 1991. El ovino Pelibuey de Cuba revisión bibliográfica de algunas características productivas. World review animal. 66-1: 32-39.

Petersen R., G. y L. D. Calvin. 1965. Sampling *In*: Methods of soil analysis. Part I. American Society of Agronomy, Inc. Black C. A. (ed.). Publisher. Madison, Wisconsin, U.S.A. pp: 54-72.

Pool-Novelo, L., Cervantes-Trejo, E. y Meza-Díaz, S. 1991. La clasificación tsotsil de los suelos en el paisaje cárstico de la Subregión San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Terra. 9: 11-23.

Pratt D., J. 1984. Arid Africa. *In*: World Animal Science: Development of animal production systems. B. Nestel. (ed.). A-2. Elsevier. Netherlands. pp: 155-164.

Prescott J. 1976. Growth and development of beef cattle. *In*: Beef cattle production in developing countries. Smith A. J. (ed). Univ. of Edinburgh, Great Britain.

Preston T., R. y Leng R. R. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultorías para el desarrollo rural integrado en el trópico. Cali, Colombia. 312 p.

Ramírez B., O. y A. Cuellar O. 1995. La producción ovina en la región oriente del estado de Tabasco, México. *In* Memorias del VIII congreso nacional de la producción ovina. Chapingo, México. pp: 181-185.

Ramos M., D., E. 1998. El peso de la tradición: Las alfareras de Amatenango del Valle, Chiapas, ante una evaluación de calidad. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 42 p.

Ramos M., T. 1996. Evaluación socioeconómica de la producción y uso de bloques de rastrojo en la cooperativa "San Juan" de Bautista Chico, Chamula. El Colegio de la Frontera Sur. Documento interno. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 30 p.

Rhodes B., O. and S. H. Sharrow. 1990. Effect of grazing by sheep on the quantity and quality of forage available to big game in Oregon's Coast Range. J. Range Manage. 43: 235-237.

Ritchey-Vance M. 1999. El capital social, la sostenibilidad y la democracia en acción: Nuevas medidas para la evaluación del desarrollo de base. Página web de la Fundación Interamericana. http://www. iaf.gov/span/ritchy.htm. 26/08/99. pp: 1-7.

Rosales G., M. 1979. Los Intermediarios Agrícolas y la Economía campesina. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Centro Regional del Sureste. México. pp: 135.

Rubio H., O., M. K. Wood A. Gómez and G. Reyes. 1996. Native forage quality, quantity, and profitability as affected by fertilization in northern México. Journal of Range management. 49:315-319.

Saldaña F., V., F., M. P. Vázquez y V. Campos R. 1988. Determinación del incremento en la eliminación de huevos de nemátodos gastroentéricos post-parto en ovejas. Téc. Pec. Méx. 26: 259-266.

Sánchez P. 1976. Properties and management of siol in the tropics. Wiley, Chichester.

Sandford S. 1983. Mannagement of pastoral development in the third world. Published in association with the Overseas development. London. 316 p.

Sani R., A. and Rajamanickam. 1990. Gastrointestinal parasitism in small ruminants. *In*: Integrated tree cropping and small ruminant production systems. Proceeding of workshop on research methodologies in Medan, North Sumatra. Indonesia. in small ruminants. Iniguez L. Z. and M. D. Sánchez (ed.). pp: 197-201.

Schmidt G., H. 1974. Biología de la lactación. (Ed.) Acribia, Zaragoza. España. 307 p.

SE. 1930. Primer censo agrícola, ganadero y ejidal de México. Secretaría de Economía. Dirección general de estadística.

SE. 1957. Tercer Censo agrícola, ganadero y ejidal 1950 Chiapas. Secretaria de Economía, Dirección General de Estadística, Talleres Gráficos de la Nación, México. pp: 48-56, 355-372.

Sharrow S., H. and W. C. Kruger. 1979. Performance of sheep under rotational and continuos grazing on hill pastures. J. Anim. Sci. 49: 893-899.

Shrimal K., L. and L. N. Vyas. 1975. Net primary production in grassland at Udaipur, India *In:* Tropical ecological systems. Tends in terrestrial and

aquatic research. Ed by Golley F. B., Medina E. Spring-Verlang. (eds.). Nueva York, U.S.A. pp: 265-271.

SIC. 1957. III Censo agrícola, ganadero y ejidal de 1950. Estado de Chiapas, 1950. Secretaría de economía. Dirección general de estadística.

SIC. 1971. IX Censo general de población. Estado de Chiapas, 1971. Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Estadística. Talleres Gráficos de la Nación. México. 659 p.

SIC. 1975. V Censo agrícola-ganadero y ejidal. Estado de Chiapas, 1970. Secretaria de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística. Talleres Gráficos de la Nación. México. pp: 5-13, 251-259.

Snow W., F., G. A. Norton and P. Rawlings. 1996. Apllication of a systems approach to problem analysis of african animal trypanosomiasis in The Gambia. Agricultural Systems. 51:339-356.

Soto P., M., L. 1997. Plantas útiles no convencionales para el desarrollo de los sistemas productivos. *In*: Agricultura y Crisis Rural en Los Altos de Chiapas. Parra V. M. R. y Díaz H. B. (eds.). pp: 119-147.

Sotomayor R., A., M. Acosta and J. F. Vélez. 1973. Evaluate of seven grass to two culting method. J. Agric. Univ. Puerto Rico. 57: 23-24.

Soto-Pinto L. 1990. Plantas útiles de cuatro comunidades de Chiapas: Perspectivas en el uso sostenible de la tierra. Revista Fitotécnia Mexico. 13: 149-168.

Spain J., M. 1984. Suelos marginales y pastos tropicales. Hacia un uso más eficiente de los recursos. Informe técnico 43. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Spedding C., R., W. 1975. The Biology of Agricultural Systems. Academic press. London. 261 p.

Speeding C., R., W. 1995. Sustainabilitly in animal production systems. Anim. Sci. (British). 61: 1-8.

Speedy A., W. y Gibson A. 1989. Integración de ovinos en sistemas de producción mixtos. *In:* Producción ovina. W. Haresign. (Ed.) A.G.T. México. pp: 349-365.

Steel R., G., D. y J. H. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. (Ed.) McGraw-Hill, Bogotá.

Sykes A., R. 1989. Efectos del parasitismo sobre el metabolismo en los ovinos. *In:* Producción ovina. W. Haresign. (Ed.) A.G.T. México. pp: 331-348.

Sykes A., R. y Coop R. L. 1982. Efectos del parasitismo sobre el metabolismo del huésped. *In:* Manejo y enfermedades de las ovejas. (Ed.) Acribia. Zaragoza, España. pp: 339-350.

Sykes A., R., R. G. McFarlene and A. S. Familton. 1992. Parasites, immunity and anthelmintic resistance. *In:* Progress in sheep and goat research. A. W. Speedy. (ed.). C.A.B. intenational. Oxon, U. K. pp: 179-191.

T't Mannetje L. 1978. Measuring quantity of grassland vegetation. *In:* Measurement of grasland vegetation and animal production. L. 't Mannetje (ed.). Commonwealth agricultural bureaux. Gran Bretaña. pp: 63-95.

Tarrio M., C. Steffen y L. Concheiro. 1995. La modernización en crisis: análisis de la evolución de los principales productos agroalimentarios. *In:* Cuadernos agrarios. No. 11 y 12. Roberto S., Dioego Q. (Coords.). Nueva época. México. pp: 27-143.

Teeter R., G. and M. Q. Smith. 1985. Phisiological response to enviromental stress.

Téllez M., V. 1997. Investigación adaptativa–participativa del composteo y vermicomposteo por los campasinos Chamulas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 199 p.

Temple R., S. and I. Reh. 1984. Livestock populations and factors afecting them. *In:* World Animal Science: Development of animal production systems. B. Nestel (ed.). A-2. Elsevier. Netherlands. pp: 33-61.

Thomas H. 1980. Terminology and definitions in estudies of grasslands plants. Grass and Forage Science. 35: 13-23.

Thomas P., C. and J. A. F. Rook. 1983. Diet and wool growth. *In*: Nutritional Physiology of Farm Animals. New York. pp: 539-557.

Thorton R., F. and D. J. Minson. 1973. Effects of soils, fertilizer and stocking rates on pastures and beef production on the wallum in south-eastern queensland. 3. Relation of liveweigth changes to chemical composition of blood and pasture. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 13: 245-259.

Tilley J., M., A. y R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Britsh. Grassl. Soc. 18: 104-111.

Tocani H. 1980. Plantas Forrajeras. (Ed.) Albatros. Buenos Aires, Argentina. 159 p.

Toledo V., M. y N. Barrera-Bassols. 1948. Ecología y desarrollo rural en Pátzcuaro. Un modelo para el análisis interdisciplinario de comunidades campesinas. México. UNAM. Instituto de Biología. 224 p.

Treacher T., T. 1982. Nutrición de la oveja lactante. *In:* Manejo y enfermedades de las ovejas. (Ed.) Acribia. Zaragoza, España. pp: 243-257.

Treacher T., T. 1989. Requerimientos nutricionales para lactancia de la oveja. *In:* Producción ovina. W. Haresign. (Ed.) A.G.T. México. pp: 243-257.

Trenkle A. and D. N. Marple. 1983. Growth and development of meat animals. J. Anim. Sci. 57: 273-283.

Trlica M., J. and L. R. Rittenhouse. 1993. Grazing and plant performance. Elogical Applications. 3: 21-23.

Trujillo A., J. 1990. Desarrollo de una agricultura sustentable en México. Comercio Exterior, 40: 953-958.

Turner H., N. 1991. Sheep production research: the development of small ruminants in the developing countries. World review animal. 66-1:3-12.

Urquijo V., G., J. Nahed y P. Quintana. 1991. Productividad de pastizales naturalizados bajo exclusión y apacentados por ovinos en Los Altos de Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas/Gobierno del estado de Chiapas y Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinos. *In:* Memorias del IV congreso nacional de producción ovina. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. pp: 45-47.

Vallentine J., F. 1990. Grazing management. Academic Press. Inc. U.S.A. 220 p.

Van Soest P., J., R. H. Wine. 1967. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. Determination of plant cell-wall constituents. Journal of the A.O.A.C. Washinton, U.S.A. 50: 50-55.

Vickery P., J. 1981. Pasture growth under grazing. *In:* Grazing animals. Morley, F. H. W. (ed.). Elsevier Ed. Australia.

Villafuerte Z., L., E. 1994. Distribución y abundancia de especies arbustivas y arbóreas con potencial forrajero en el Sistema Terrestre Cárs-Chamula. Tesis Profesional. Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. 75 p.

Villalobos E., A. y R. Perezgrovas G. 1989. Producción de leche de la borrega criolla de los Altos de Chiapas. Cuaderno de investigación. Universidad Autónoma de Chiapas/Centro de Estudios Indígenas. pp: 1-38.

Villarreal F., E. y R. K. Byerly M. 1984. Metodología para la planeación de la investigación agrícola a partir de problemas de la realidad. México. SARH. INIA. Unidad de planeación de la investigación. Pub. Especial No. 9. 58 p.

Webster A., J., F. 1983. Enviromental stress and the physiology, performance and health of ruminants. J. Anim. Sci. 57: 1584.

West N., E. 1993. Biodiversity of rangelands. J. Range Manage. 46: 2-13.

Wheeler J., L. 1981. Complementing grassland with forage crops. *In*: World animal science, B:1. Grazing animals. Morley F. H. W (ed.). Elsevier. New york. pp: 239-260.

Whyte R., O., T. G. R. Moir y J. P. Cooper. 1959. Las Gramíneas en la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. pp: 341-448.

Wilman D., A., Koocheki A. B. Lwoga and S. F. Samoan. 1977. Digestion *in vitro* of Italian and perennial ryegrass, red clover, white clover and lucerne. Journal of the British. Grassland Society. pp: 13-24.

Wilson J., R., Deinum B. y Engels, F. M. 1991. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. Netherlands J. Agric. Sci. 39: 31-48.

Wilson R., T. 1980. Population and production parameters of sheep under traditional mangement in semi-arid areas of Africa. Trop. Anim. Helth. Prod. 12: 243-250.

William W., Thatcher and R. J. Collier 1982. Effects of hear on animal productivity. *In:* Hand book of agricultural productivity. R. Miloslav. (ed.). Vol. II. Series in nutrition and food CRC. Florida.

Young B., A., B. Walker, A. E. Dixon, and V. A. Walker. 1989. Physiological adaptation to the environment. J. Anim. Sci. 67:2426.

Zar J., H. 1984. Biostatistical analysis. 2da. (ed.). Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. New Jersey. U.S.A. 718 p.

Zoby J., L. and W. Holmes. 1983. The influence of size of animal and stocking rate on the herbage intake and grazing behavior of cattle. J. Agric. Sci. Cam. 100: 139-148.

Zúñiga L., R., E. 1995. Sistema autorreferencial femenino en una sociedad indígena campesina. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Querétaro. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 164 p.

Zúñiga L., R., E. 1998. La construcción social de la problemática productiva en una comunidad maya, el caso de Santa Martha, Chenalhó, Chiapas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chapingo. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 113 p.