

00361  
31  
2 eje.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

*División de Estudios de Posgrado*

**DIAGNOSTICO ECOGEOGRAFICO Y ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ALCOZAUCA,  
GRO. A TRAVES DE UN SIG**

T E S I S  
Que para obtener el Título de:  
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)  
p r e s e n t a

**CARLOS ARTURO TOLEDO MANZUR**

México, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1994



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

**Con mucho cariño y  
agradecimiento a mis padres,  
Juan y Lila.**

**Con todo mi amor  
a María y Ximena**

**Al pueblo del municipio  
de Alcozauca**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera agradecer a Julia Carabias quien durante el desarrollo de este trabajo ha sido mucho más que una directora de tesis; le agradezco todo este tiempo en el que hemos estado trabajando juntos.

Gracias a la Dra. Lourdes Villers, a los Maestros en Ciencias Jaime Jiménez, Alejandro Zavala, Irma Reyes, Fernando Vite y Rosalva Landa por la revisión del borrador y por sus comentarios y sugerencias para mejorarlo.

Esta tesis es en realidad, como muchos de los trabajos realizados en el Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales (PAIR), producto de un esfuerzo colectivo en el cual han participado muchas personas. A todos los participantes en este programa les agradezco su apoyo, las discusiones que hemos tenido y principalmente su amistad.

En especial quisiera mencionar a Germán Urbán, quien me asesoró en mi aprendizaje de geología y geomorfología, durante el intenso trabajo de reconocimiento de campo que hicimos juntos, y quien hizo la fotointerpretación geológica, parcialmente la geomorfológica, y buena parte del capítulo V. Rosalva Landa, además de revisar la tesis, realizó una porción importante de la digitalización de las cartas geomorfológicas, gestionó la obtención de imágenes de satélite y su entusiasmo por nuestro trabajo común siempre ha sido un apoyo importante para mí. Igualmente Araceli Vargas me auxilió en parte del trabajo de digitalización de la carta de uso del suelo de INEGI.

En el trabajo de campo de muestreo edáfico y de vegetación, estoy en deuda con Blanca Chávez, Adolfo González, Angel Santamaría y Ricardo. También participaron en esta tarea, María del Carmen Rojas, Lydia Martínez y Cuauhtémoc Cedillo, quienes además de colaborar directamente, dirigieron un curso de Biología de Campo en la Facultad de Ciencias y junto con un grupo de alumnos realizaron la mayor parte de los muestreos de suelos considerados. En dicho curso participaron como alumnos Salvador Anta, Alejandra Ayala, Noemí Castrejón, Karla Díaz, Leonor Fuentes, Gerardo Gómez, Mariana Hernández, Carlos López, Basílisa Luna, Patricia Martínez, Patricia Ramos, Mercedes Serrano, Laura Villavicencio; también colaboraron con el curso Raymundo Rojas, Roberto Mercado y José Antonio Acosta.

La mayoría de los análisis de las muestras edáficas fueron hechos en el Departamento de Edafología de la Dirección General de Geografía (ahora INEGI) gracias a la gran amabilidad de Lourdes, quien estaba a cargo del laboratorio. El Dr. Jorge Gama me apoyó también con valiosas sugerencias metodológicas para el procesamiento de los datos edafológicos.

La restitución de las fotografías aéreas con los linderos climáticos y litológicos fue hecha por los técnicos de la misma Dirección General de Geografía, por lo que le agradezco de manera especial al Geog. Armando Bayona.

En la determinación de los ejemplares botánicos recibí ayuda de varios especialistas, a todos ellos les agradezco. Estoy en deuda especialmente con José Luis Villasañor, Jaime Jiménez, José Luis Contreras, Adolfo González, Rosa Ma. Fonseca, Susana Valencia, Adolfo Espejo y Nelly Diego.

La Antropóloga Yolanda Hernández realizó la búsqueda, captura y parte del procesamiento de los datos demográficos de las comunidades del municipio, lo que representó una gran ayuda.

También le agradezco a la Biol. Anairamiz Aranguren su apoyo en la captura de los datos de suelos, en la obtención de imágenes de satélite, su ayuda en general y su interés por mi trabajo.

Al Lic. Enrique Provencio le agradezco su asesoría en los aspectos socioeconómicos y también la placentera oportunidad de discutir sobre los temas de desarrollo y ambiente.

A la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, le agradezco todo el apoyo recibido, en particular a la M. en C. Rosaura Grether G. y a la M. en C. Carolina Müdespacher, quienes en todo momento me brindaron las facilidades y el estímulo para concluir el trabajo. Igualmente agradezco a todos mis colegas de la UAM, en especial a la M. en C. Martha Pérez García su siempre desinteresada ayuda y motivación.

El Ing. Othón Cervantes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) tuvo la amabilidad de facilitarme los datos climatológicos. Varias de las gráficas que se presentan en el capítulo respectivo

fueron tomadas de las realizadas por el SMN.

También agradezco al Dr. Jorge Soberón quien me permitió hacer uso del equipo de cómputo del Centro de Ecología y del Programa AU2, en donde se hicieron las primeras digitalizaciones.

Particularmente útiles para el desarrollo metodológico y conceptual han sido las discusiones tenidas en el PAIR con los miembros del Área de Diagnóstico Ecológico, de manera especial con Narciso Barrera, quien asesoró durante una temporada a este equipo, pero también con los Jorge López Paniagua, Gilberto Hernández, Javier Mújica, Fernando Rosete y Pedro Alvarez Icaza.

Al Dr. José Luis Palacio y al M.en C. Jorge López Blanco les estoy agradecido por su asesoría para el aprendizaje de ILWIS, y por su apoyo en el proceso de adquisición de este programa.

La gestión de María Elena Urbán fue especialmente útil para la adquisición del modelo digital de terreno usado.

Un agradecimiento especial para todos los investigadores y técnicos que han participado en los trabajos del PAIR en Alcozauca y que son, además de los ya mencionados, Rafael Obregón, Vicente Arriaga, Virginia Cervantes, Miguel Mijangos, Rocio Rodilas, Alejandro Casas, Juan Luis Viveros, Hans van der Wal, Yup Verhulst, Jorge Cabrera, Salvador Hernández, Javier Caballero, Miguel Nájera, Federico Besserer, Bart Wams, Tere Arias, Andrés Zurita, Jorge Coste, Elizabeth Gamíño, Humberto Carrillo, Jorge el Guero, Pedro Díaz Maeva, Fernando Figueroa. A todos ellos debo unas muy ricas discusiones y convivencias.

Sin duda el mayor agradecimiento lo debo al pueblo del Municipio de Alcozauca, del que recibí la más importante de las ayudas en muchísimos aspectos, pero sobre todo un cálido y profundo cariño. Nombrar a todas las personas de quienes recibí ayuda y apoyo, me llevaría numerosas páginas. Gracias al maestro Othón Salazar y su familia y a todo el equipo del Ayuntamiento con quienes tuve la fortuna de colaborar, al Prof. Antonio Suárez y a su familia, al maestro Abel Salazar y su familia, a Don Filo y Doña Noya (q.p.d.), a todos los Manzano, a Don Manuel Camarillo, a Pedro Vargas, a Nicolás Néstor, a todos los compañeros del partido, a Ligo, Doña Ame y su familia, a todos mis compadres y amigos, a Ramón Villanueva, a los compañeros de la Cruz Verde, en fin... a Julia, doña Martí, Don Cleto, Miros, Gloria, la maestra Vina, Don Taco, la maestra Vita, Doña Oli, Manuelita, Juanita, Calo, Estelita, Doña Fega y Don Luis, a Chefina, a Bilus, a Viquilo, a Leonel, Ismael (q.p.d.), Doña Pura, Doña Chefita, a Don Alfredo y a Victor, a Casto, a los Vivar, a Don Maurilio, a Don Sebastián, a Carmelita, y a Ana, a los Cushas Pineda, de Amapilca a Don Lupe Chávez, a Alejandro, a Toño, , a Goyo, a Rufino, a doña Carmen, a Don Alberto de Ixcuinatoyac a Carmen, al maestro Emeterio, de San José, a Ricardo, mi compadre, a Don Raymundo, a Virginio, a Fausto, a Rafael, a Felicitos, a Chico, a mi comadrita Margarita (q.p.d.). De Acametla a Don Virginio al maestro Palemón;...

Al Prof. Roberto Cabrera y a todos los compañeros de la URAFAEM y del partido en Tlapa, gracias, también. A Doña Evita, Ninel y toda su familia.

A lo largo de los últimos años han sido varias las instituciones que han financiado los trabajos del PAIR, a todas ellas quisiera hacer un agradecido reconocimiento. Especial papel en este rubro tuvieron el Lic. Alvaro Urreta, entonces en el gobierno del estado de Guerrero, y Bacardí y Cia., cuya ayuda fue particularmente útil en el surgimiento y permanencia del programa.

A Maricarmen y Ximena les doy las gracias por su amor y su comprensión y les debo muchos fines de semana.

Finalmente nunca sobra decir que los errores y deficiencias del presente trabajo son exclusiva responsabilidad mía.

# INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS, I

INDICE GENERAL, iii

INDICE DE FIGURAS, vii

INDICE DE TABLAS, xiii

## I. INTRODUCCION, 1.

1.1. OBJETIVOS, 3.

## II.METODOLOGIA, 5.

## III. LOCALIZACION Y ASPECTOS DEMOGRAFICOS SOCIOECONOMICOS Y PRODUCTIVOS, 11.

3.1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO, 11

3.2. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS, 13

3.2.1. METODOLOGIA, 13

3.2.2. ASPECTOS DEMOGRAFICOS, 14

3.2.3. CONDICIONES SOCIALES, 20

3.2.4. ASPECTOS ECONOMICOS Y PRODUCTIVOS, 24

3.2.4.1. AGRICULTURA, 25

3.2.4.2. GANADERIA, 28

3.2.4.3. ACTIVIDAD FORESTAL, 29

## IV. LAS COMUNIDADES, 31

4.1. CONCEPTO DE COMUNIDAD, 34

## V. GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA, 45

5.1. METODOLOGIA,47

5.2. FISIOGRAFIA, 47

**5.3. LITOLOGIA, 49**

**5.3.1. ROCAS SILICEAS DEL JURASICO, 50**

**5.3.2. ROCAS CALCAREAS, 53**

**5.3.3.ROCAS VOLCANICAS, 55**

**5.3.4. DEPOSITOS CUATERNARIOS, 56**

**5.4. ESTRUCTURAS, 57**

**5.5. GEOMORFOLOGIA, 59**

**VI. CLIMAS, 63**

**6.1. METODOLOGIA, 64**

**6.2. GRADIENTE ALTITUDINAL, 65**

**6.3. LOS TIPOS Y SUBTIPOS DE CLIMA, 66**

**6.3.1. Aw0, CALIDO SUBHUMEDO, 70**

**6.3.2. A(C)w0, SEMICALIDO SUBHUMEDO, 72**

**6.3.3. (A)CW1, SEMITEMPLADO SUBHUMEDO, 74**

**6.3.4. Cw2, TEMPLADO SUBHUMEDO, 74**

**6.3.5. Cm, TEMPLADO HUMEDO, 75**

**6.4. LA EVAPOTRANSPIRACION Y LOS BALANCES HIDRICOS, 78**

**VII. SUELOS, 83**

**7.1. METODOLOGIA, 84**

**7.2. PROFUNDIDAD, 86**

**7.3. TEXTURA, 87**

**7.4. pH, 98**

**7.5. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO, 104**

**7.6. SATURACION DE BASES, 109**

**7.7. MATERIA ORGANICA, 113**

## **VIII. VEGETACION, 121**

### **8.1. METODOLOGIA, 122**

### **8.2. ZONA CALIDA Y SEMICALIDA, 124**

#### **8.2.1. BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO CALIDO, 124**

#### **8.2.2. BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO SEMICALIDO, 126**

#### **8.2.3. VEGETACION RIPARIA, 127**

#### **8.2.4. BOSQUE ESPINOSO, 127**

### **8.3. ZONA SEMITEMPLADA, 128**

#### **8.3.1. ENCINAR DE *QUERCUS MAGNOLIIFOLIA*, 128**

#### **8.3.2. BOSQUE DE *PINUS MONTEZUMAE* Y *Q. MAGNOLIIFOLIA*, 129**

#### **8.3.3. BOSQUE DE *P. PRINGLEI*, *Q. MAGNOLIIFOLIA* Y *Q. URBANII*, 129**

### **8.4. ZONA TEMPLADA SUBHUMEDA, 130**

### **8.5. ZONA TEMPLADA HUMEDA, 131**

## **IX. DETERIORO, 133**

### **9.1. METODOLOGIA, 133**

### **9.2. EL PROCENTAJE DE DESFORESTACION, 140**

#### **9.2.1. PANORAMA GENERAL, 140**

#### **9.2.2. DIFERENCIAS ENTRE FRANJAS CLIMATICAS, 144**

#### **9.2.3. LAS GEOFORMAS, 147**

#### **9.2.4. LAS COMUNIDADES Y LOS TERRENOS DESFORESTADOS, 148**

#### **9.2.5. EL PAPEL DE LA DISTANCIA DESDE LOS PUEBLOS, 152**

### **9.3. DINAMICA DE LA SUPERFICIE DE USO DEL SUELO, 154**

### **9.4. EROSION DEL SUELO, 161**



**X. ORDENAMIENTO, 169**

**10.1. METODOLOGIA, 170**

**10.2. LAS CLASES DE USO DEL SUELO PARA EL ORDENAMIENTO, 174**

**10.2.1. CONSERVACION, 174**

**10.2.2. USO EXTENSIVO, 179**

**10.2.2.1. APROVECHAMIENTO FORESTAL  
MADERABLE, 181**

**10.2.2.2. APROVECHAMIENTO PECUARIO Y DE FAUNA  
SILVESTRE, 183**

**10.2.3. TERRENOS PARA EL MODELO DE BARBECHO, 184**

**10.2.4. TERRENOS PARA LA ROTACION SILVOPASTORIL, 190**

**10.2.5. TERRENOS PARA RESTAURACION, 191**

**10.2.6. ZONA DE AGRICULTURA INTENSIVA, 192**

**10.3. PERSPECTIVAS DEL ORDENAMIENTO, 194**

**10.3.1. DEL ESTUDIO A LA REALIDAD, 198**

**BIBLIOGRAFIA, 199**

## INDICE DE FIGURAS

- Fig. 2.1. Procesos metodológicos para la elaboración de la carta de erosión, **9**
- Fig. 3.1. Localización del municipio de Alcozauca, **11**
- Fig. 3.2. Pirámide de edades de Alcozauca, **12**
- Fig. 3.3. Densidad demográfica de los municipios de la región. Alcozauca presenta un valor intermedio entre los demás de La Montaña, **14**
- Fig. 3.4. Estimación de la población de Alcozauca desde el siglo XXVI hasta 1990, **15**
- Fig. 3.5. Crecimiento demográfico de Alcozauca, de 1921 a la actualidad, **16**
- Fig. 3.6. Comportamiento demográfico de las comunidades del grupo 1, **17**
- Fig. 3.7. Comportamiento demográfico de las comunidades del grupo 2, **18**
- Fig. 3.8. Comportamiento demográfico de las comunidades del grupo 3, **19**
- Fig. 3.9. Comportamiento demográfico de las comunidades del grupo 4, **20**
- Fig. 3.10. Comportamiento demográfico de las comunidades del grupo 5, **21**
- Fig. 3.11. Comportamiento demográfico de las comunidades del grupo 6, **22**
- Fig. 3.12. Proporción de habitantes del municipio según lengua, **23**
- Fig. 4.1. Alcozauca y municipios limítrofes, **31**
- Fig. 4.2. Límites entre las comunidades basados en planos agrarios e información de las autoridades agrarias comunitarias, **36**
- Fig. 4.3. Límites entre las comunidades de Alcozauca definidos mediante el procedimiento de interpolación de los polígonos de Thiessen, **37**
- Fig. 4.4. Límites entre las comunidades de Alcozauca definidos por medio del método de los polígonos de Thiessen modificado por la introducción del factor número de habitantes de cada localidad, **40**
- Fig. 4.5. Límites entre los terrenos de las comunidades de Alcozauca definidos mediante una combinación del método de polígonos de Thiessen ajustado con la población y los límites conocidos, agrarios o de hecho. **41**
- Fig. 4.6. Población y densidad demográfica de las comunidades, **43**
- Fig. 5.1. Mapa hipsométrico del municipio de Alcozauca mostrando los rasgos generales de su fisiografía, **46**

- Fig. 5.2. Hidrografía general del municipio de Alcozauca. Escala 1:250,000, **48**
- Fig. 5.3. Los principales grupos de rocas de Alcozauca. **50**
- Fig. 5.4. Mapa litológico de Alcozauca. Esc. 1:250,000, **51**
- Fig. 5.5. Superficie cubierta por las distintas litologías en Alcozauca, Gro., **52**
- Fig. 5.6. Mapa de las unidades geomorfológicas de Alcozauca. Escala 1:250,000, **60**
- Fig. 5.7. Superficie de las unidades geomorfológicas de Alcozauca, **61**
- Fig. 6.1. Resultado de la regresión entre altitud y temperatura para 8 estaciones climatológicas de la región de la Montaña, **65**
- Fig. 6.2. Resultado de la regresión entre altitud y precipitación media anual, **66**
- Fig. 6.3. Mapa de mesoclimas del municipio de Alcozauca. Escala 1:250,000, **67**
- Fig. 6.4. Superficie de los climas de Alcozauca, Gro., **68**
- Fig. 6.5. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación Tlapa, **70**
- Fig. 6.6. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación Alpoyeca, **71**
- Fig. 6.7. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación Alcozauca, **72**
- Fig. 6.8. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación de Atlamajalcingo del Monte, **73**
- Fig. 6.9. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación de Chalcatongo de Hidalgo, Oax., **75**
- Fig. 6.10 Gráficas de temperatura y precipitación de la estación Coycoyan de las Flores, Oax., **77**
- Fig. 6.11. Diferencia de la precipitación menos la evapotranspiración potencial (datos anuales) para los diferentes climas de Alcozauca, Gro., **79**
- Fig. 6.12. Diferencias mensuales entre la precipitación y la evapotranspiración para cuatro estaciones climáticas, **80**
- Fig. 6.13. Balance hídrico de cuatro climas del municipio de Alcozauca, Gro., **81**
- Fig. 7.1. Resultado del análisis discriminante, **84**
- Fig. 7.2. Profundidad de los suelos en diferentes condiciones morfoclimáticas, **86**
- Fig. 7.3. Frecuencia de las clases texturales de los suelos en Alcozauca, Gro., **88**
- Fig. 7.4. Histogramas de porcentaje de arcilla (arriba), limo (enmedio) y arena (abajo), de las muestras de suelo de Alcozauca, Gro., **89**

- Fig. 7.5. Promedios e intervalos de confianza (al 95%) del porcentaje de arcilla (arriba), limo (enmedio) y arena (abajo) de los diferentes climas de Alcozauca, Gro., **90**
- Fig. 7.6. Promedios e intervalos de confianza (al 95%) de los porcentajes de arcilla, (arriba), limo (enmedio) y arena (abajo) de los suelos de Alcozauca, para diferentes litologías, **91**
- Fig. 7.7. Promedios de porcentaje de arcilla, limo y arena de los suelos de Alcozauca, en distintos litoclimas, **94**
- Fig. 7.8. Promedios de porcentaje de arcilla (arriba), limo (enmedio) y arena (abajo) de los suelos de Alcozauca, en diferentes pendientes, **95**
- Fig. 7.9. Mapa de textura de los suelos de Alcozauca. Escala 1:250,000, **96**
- Fig. 7.10. Superficie ocupada por las diferentes clases de textura de los suelos en Alcozauca, Gro., **97**
- Fig. 7.11. Histograma que muestra las frecuencias de las muestras en las diferentes clases de acidez de los suelos de Alcozauca, **98**
- Fig. 7.12. Promedios de pH de los suelos de Alcozauca, para los diferentes climas, **99**
- Fig. 7.13. Promedios de pH de los suelos, en diferente tipos de litología, **99**
- Fig. 7.14. Promedios e intervalos de confianza al 95%, del pH del suelo en diferentes litoclimas, **100**
- Fig. 7.15. Promedios e intervalos de confianza del pH de los suelos para diferentes pendientes, **101**
- Fig. 7.16. Mapa de la distribución de las clases de pH del suelo en Alcozauca, Gro. Escala 1:250,000, **102**
- Fig. 7.17. Superficie ocupada por las diferentes clases de pH del suelo en Alcozauca, Gro., **103**
- Fig. 7.18. Histograma de frecuencias de la CICT de las muestras de suelo de Alcozauca, **104**
- Fig. 7.19. Efecto del clima sobre la CICT de los suelos de Alcozauca, **105**
- Fig. 7.20. Efecto de la litología sobre la CICT de los suelos de Alcozauca, Gro., **106**
- Fig. 7.21. Efecto conjunto de litología y clima sobre la CICT de los suelos de Alcozauca, Gro., **107**
- Fig. 7.22. Efecto de la pendiente sobre la CICT de los suelos de Alcozauca, **108**
- Fig. 7.23. Mapa de la CICT de los suelos de Alcozauca, Gro. Esc. 1:250,000, **109**

- Fig. 7.24. Superficies de los diferentes intervalos de CICT de los suelos de Alcozauca, Gro., **110**
- Fig. 7.25. Histograma de frecuencias de % de saturación de bases de los suelos de Alcozauca, Gro., **111**
- Fig. 7.26. Efecto del clima sobre el porcentaje de saturación de bases de los suelos, **112**
- Fig. 7.27. Efecto de las diferentes rocas sobre el porcentaje de saturación de bases de los suelos, **113**
- Fig. 7.28. Efecto de los litoclimas sobre el porcentaje de saturación de bases de los suelos, **114**
- Fig. 7.29. Promedios de porcentaje de saturación de bases en diferentes pendientes, **115**
- Fig. 7.30. Mapa de distribución de las diferentes clases de % de saturación de bases en Alcozauca, Gro., **116**
- Fig. 7.31. Superficies que ocupan las clases de % de saturación de bases en Alcozauca, Gro., **117**
- Fig. 7.32. Histograma de porcentaje de materia orgánica de los suelos de Alcozauca. Incluidas muestras de todas las profundidades, **118**
- Fig. 7.33. Promedio de materia orgánica en muestras de diferentes profundidades, **118**
- Fig. 7.34. Promedios de porcentaje de materia orgánica de los suelos en diferentes climas, **119**
- Fig. 7.35. Valores medios de materia orgánica en diferentes tipos de rocas, **119**
- Fig. 7.36. Materia orgánica de los suelos en diferentes pendientes, **120**
- Fig. 8.1. Mapa de vegetación y uso del suelo del municipio de Alcozauca, Gro. para el año de 1986. Escala 1:250,000, **121**
- Fig. 8.2. Superficie de las diferentes clases de uso del suelo y vegetación de Alcozauca, Gro, 1986, **124**
- Fig. 9.1. Mapas de vegetación y uso del suelo de 1980 y 1986. Escala 1:250,000, **135**
- Fig. 9.2. Superficies abiertas, con matorrales y con bosques de Alcozauca. 1980 y 1986, **140**.
- Fig. 9.3. Porcentaje de vegetación conservada en los municipios de la Montaña según la carta de INEGI, **141**
- Fig. 9.4. Mapa de uso del suelo de Alcozauca de INEGI, **142**
- Fig. 9.5. Superficie de uso del suelo en los diferentes climas, **143**
- Fig. 9.6. Porporción de grandes clases de uso de suelo en los distintos climas, **144**
- Fig. 9.7. Superficie de los diferentes usos del suelo en 1980 y 1986. **145**

- Fig. 9.8. Superficie de uso del suelo por geoformas, **146**
- Fig. 9.9. Proporción de tipos clases de uso del suelo por geoforma, **147**
- Fig. 9.10. Superficie de clases de uso del suelo por comunidad, **148**
- Fig. 9.11. Proporción de zonas con bosque, matorral o agricultura, en las diferentes comunidades, **149**
- Fig. 9.12. Tendencia de la densidad demográfica en las comunidades ordenadas de mayor a menor proporción de terrenos conservados, **150**
- Fig. 9.13. Porcentaje con vegetación y densidad demográfica, **151**
- Fig. 9.14. Mapa de las distancias desde los poblados de Alcozauca, Gro., **152**
- Fig. 9.15. Resultado de la regresión lineal entre distancia y proporción de zonas alteradas, **153**
- Fig. 9.16. Resultado de la regresión con un modelo exponencial entre proporción de áreas alteradas y distancia desde los poblados, **153**
- Fig. 9.17. Zonas que no cambiaron (NC), alteradas (DESM) y regeneradas (REG) entre 1980 y 1986, **155**
- Fig. 9.18. Porcentajes que cambiaron, se regeneraron o se desmontaron, por región climática, **156**
- Fig. 9.19. Cociente A/R por climas, **157**
- Fig. 9.20. Cociente A/R por geoformas, **158**
- Fig. 9.21. Áreas con cambios en las diferentes clases de distancias a los poblados, **159**
- Fig. 9.22. Alteración, regeneración y cociente A/R en distintas distancias, **160**
- Fig. 9.23. Mapa de erosión del suelo de Alcozauca. Esc. 1:250,000, **161**
- Fig. 9.24. Superficie y porcentaje de las diferentes intensidades de erosión del suelo, **162**
- Fig. 9.25. Porcentaje de las diferentes intensidades de erosión del suelo, por climas, **163**
- Fig. 9.26. Superficie de las diferentes intensidades de erosión del suelo, por geoforma, **164**
- Fig. 9.27. Porcentaje de las diferentes intensidades de erosión del suelo, por geoforma, **165**
- Fig. 9.28. Erosión fuerte y muy fuerte por comunidades, **166**
- Fig. 9.29. Porcentajes de erosión leve, y fuerte y muy fuerte, en relación con la distancia al poblado, **167**
- Fig. 10.1. Carta de presión de las comunidades sobre los recursos, **171**

**Fig. 10.2. Carta de ordenamiento ecologico de Alcozauca, Gro. Esc. 1:250,000, 175**

**Fig. 10.3. Importancia de las distintas clases de uso del suelo propuestas, 176**

**Fig. 10.4. Uso del suelo de la zona propuesta para conservación, 177**

**Fig. 10.5. Uso del suelo de la zona propuesta para uso extensivo, 179**

**Fig. 10.6. Climas de la zona de barbecho, 184**

**Fig. 10.7. Agrohabitats en los terrenos para el modelo de barbecho, 185**

**Fig. 10.8. Mapa de la distribución de los agrohabitats de los terrenos para el modelo de barbecho. Esc. 1:250,000, 186**

**Fig. 10.9. Esquema del modelo integrado propuesto para los terrenos de barbecho, 188**

**Fig. 10.10. Climas de los terrenos propuestos para uso silvopastoril y potencial forrajero, 191**

## INDICE DE TABLAS

- Tabla 2.1. Esquema general de fuentes, cartas temáticas y productos, **8**
- Tabla 3.1. Sistemas de producción agrícola, **27**
- Tabla 3.2. Algunos indicadores ganaderos: número de cabezas, producción, valor, **29**
- Tabla 4.1. Comunidades registradas en el XI Censo de Población y Vivienda como pertenecientes al municipio de Alcozauca, **32**
- Tabla 4.2. Comunidades consideradas en el presente estudio, **33**
- Tabla 4.3. Superficie, población y densidad demográfica de las comunidades de Alcozauca, Gro., **42**
- Tabla 5.1. Principales cuencas de Alcozauca, **49**
- Tabla 6.1. Valores de radiación solar a los 17° (mm de agua evaporable), **63**
- Tabla 6.2. Climas del municipio de Alcozauca, **68**
- Tabla 6.3. Lista de las estaciones climatológicas utilizadas, para describir los climas de Alcozauca, **69**
- Tabla 9.1. Valores del coeficiente de erosividad del clima (R1) usados para la generación de la carta de erosión del suelo, **137**
- Tabla 9.2. Valores asignados al factor derivado de la geomorfología (LS), **138**
- Tabla 9.3. Valores de erodabilidad del suelo debido a su textura (C), **138**
- Tabla 9.4. Valores asignados al factor por uso del suelo (U) para la elaboración de la carta de erosión del suelo, **139**
- Tabla 10.1. Clases de terrenos para el ordenamiento, criterios de definición y usos propuestos, **174**
- Tabla 10.2. Superficie, volúmenes por hectárea (m<sup>3</sup>/ha) (tomados de INF 1972) y volúmenes totales (superficie X volumen por ha), de los bosques dentro de la zona de uso extensivo en Alcozauca, Gro., **180**
- Tabla 10.3. Superficies, volúmenes de fuste limpio por hectárea, y volúmenes totales de fuste limpio de los bosques templados y semitemplados de Alcozauca, Gro., **181**
- Tabla 10.4. Superficie total, superficie aprovechable anual (con ciclos de 50 años), y volúmenes de fuste limpio por año, totales, de coníferas y de latifoliadas de los bosques templados y semitemplados de Alcozauca, Gro., **182**



**Tabla 10.5. Superficies por subtipo climático de los terrenos propuestos para uso extensivo, coeficientes de agostadero y carga ganadera (a un tercio de la capacidad forrajera de esos ambientes), 183**

**Tania 10.6. Agrohabitats de los terrenos de barbecho y sus características, 187**

**Tabla 10.7. Rendimientos y producción de maíz en grano actuales y potenciales y comparación con las necesidades municipales, 195**

**Tabla 10.8. Cantidad de ganado que podría soportar cada clase de terreno.(ua), 196**

**Tabla 10.9. Inversiones necesarias para el desarrollo de la propuesta de ordenamiento para Alcozauca, 197**

## I. INTRODUCCION

La integración de las zonas campesinas al desarrollo económico del país de tal forma que aprovechen sus potencialidades a la vez que se conserven los recursos, requiere de estudios lo más profundos y completos posible de los recursos naturales, su estructura, su dinámica y los caminos que se deben seguir para transformarlos de manera eficiente tanto desde el punto de vista económico y social, como considerando también su dimensión ecológico-ambiental.

Conocer la abundancia y calidad de la dotación de recursos es entonces una condición indispensable para incorporar al desarrollo de estas zonas la dimensión ambiental y así articularlas de manera adecuada con el resto de la economía. Es por ello que los estudios de diagnóstico ecogeográfico, a través de los que se evalúan los recursos naturales y su aprovechamiento, son de gran importancia.

Un concepto central que está involucrado en los diagnósticos ecogeográficos es el de *ordenamiento* (Cendrero, 1980; Tricart & Kilian 1982; SEDUE, 1984; Geissert & Rossignol, 1987). El ordenamiento consiste en la planificación del uso de los recursos naturales tomando en cuenta sus características estructurales y dinámicas, con el fin de lograr un desarrollo socioeconómico que esté en armonía con el medio. Los estudios de ordenamiento, es decir los estudios que son necesarios para la planificación ambientalmente adecuada del uso de los ecosistemas, deben incluir su diagnóstico o evaluación, para que la planeación pueda ser hecha sobre la base del conocimiento de las características de las unidades ambientales. Sin embargo, el ordenamiento es un concepto que involucra aspectos que van más allá de los estudios de diagnóstico, ya que implica también la ejecución, es decir, el proceso de planificación práctica y la instauración de los mecanismos operativos que permitan el uso planificado de la naturaleza. Por ello conviene distinguir entre los estudios necesarios (el diagnóstico ecogeográfico) y el proceso de realización práctica y operativa del ordenamiento.

La planificación ordenada del desarrollo en las zonas campesinas, entonces demanda un conjunto de información y análisis que permitan lograr un desarrollo sustentable y por ello es importante señalar un conjunto de requisitos que deben cubrir los estudios de diagnóstico ecogeográfico, o evaluación de recursos, para que sean útiles en este objetivo.

En primer término es importante el logro de visiones que sean sintéticas, es decir que permitan visualizar de una forma integral un conjunto de recursos y que no sean exclusivamente un listado descriptivo

de aspectos que son estudiados separadamente y que por ello no sea posible su articulación.

En segundo lugar es muy importante que dichos estudios consideren la dimensión temporal, con el fin de que sean conocidos y analizados los principales *procesos* que están desarrollándose en la zona estudiada. La falta de comprensión de la dinámica en la que están inmersos los ecosistemas y su aprovechamiento lleva por lo común a sugerir soluciones que no son viables.

Es también fundamental que se consideren los diversos aspectos y dimensiones que se encuentran involucrados, por lo que es necesario que se analicen elementos sociales, económicos, demográficos, etc.

Se requiere igualmente que permitan la organización y manejo de la información de tal suerte que, puedan ser útiles al proceso de planificación, así como que contesten las preguntas que se hacen comunmente desde el lugar en el que se planifica.

En seguida se enlistan un conjunto de necesidades que se deben cubrir en un estudio de diagnóstico, que aunque no es exhaustiva destaca elementos que resultan centrales.

a) Evaluación del deterioro.

b) Regionalización útil para la generación de tecnología agropecuaria y forestal (dosis de fertilizantes, especies y variedades adecuadas, fechas de siembra, nivel de riesgos de sequía, capacidad de agostadero, existencias de recursos forestales).

c) Ubicación y cuantificación de las áreas en donde se necesitan realizar diferentes estrategias de conservación, restauración y fortalecimiento ecológico.

d) Ubicación de obras de riego y en general de manejo de agua.

e) Delimitación de zonas de reserva ecológica o protección de la biodiversidad.

Estos puntos y otros más, se requieren para constituir una verdadera propuesta de ordenamiento, que permita aportar alternativas no sólo en el plano de lo "deseable" o conveniente desde un punto de vista general, sino que exprese estrategias globales en propuestas concretas y apoyos específicos, es decir acotados por las circunstancias locales.

Es claro por lo tanto, que un diagnóstico de esas características, no

puede basarse exclusivamente en los aspectos ecológico-naturales, sino que debe incluir los aspectos de tipo tecnológico, económico, social, etc.

El presente estudio se ha realizado como parte de los trabajos del Programa de Aprovechamiento Integral de los Recursos Naturales (PAIR) (Carabias *et al.* 1993, Carabias *et al.* 1994), el cual es un programa interinstitucional que tiene como objetivos generales realizar investigaciones interdisciplinarias sobre los recursos naturales y sus formas de aprovechamiento en regiones campesinas marginadas de cada una de las cuatro zonas ecológicas en las que puede dividirse el país. (Toledo, V. *et al.* 1989). El PAIR surgió a partir de la experiencia de investigación desarrollada en la región de la Montaña y particularmente en el municipio de Alcozauca (Carabias *et al.* 1990). En este municipio se han venido desarrollando un conjunto de investigaciones y experiencias que han permitido un análisis bastante completo de una típica zona campesina e indígena de la periferia de la sociedad rural mexicana; la presente tesis constituye entonces, uno de los productos del trabajo desarrollado por varios años en esa región.

### **1.1. OBJETIVOS**

1. Conocer las principales características de los recursos del municipio de Alcozauca en los aspectos geológico, geomorfológico, climático, edafológico y de vegetación.
2. Analizar las relaciones que existen entre los aspectos temáticos señalados.
3. Evaluar y cuantificar el deterioro de los recursos naturales en los aspectos relacionados con la erosión de los suelos y la deforestación.
4. Proponer una estrategia municipal de ordenamiento ecológico para la conservación y el mejoramiento productivo.

## II. METODOLOGIA

La elaboración de un estudio completo de diagnóstico ambiental de una zona que se inserte efectivamente en un proceso de ordenamiento sustentable, representa todavía un objetivo por conseguir y aún se está en el proceso de acercamiento metodológico. Muchos de los enfoques desarrollados en los estudios de ordenamiento, en los de evaluación de recursos naturales, o bien, de regionalización para la generación de tecnología, representan importantes avances en la construcción de una aproximación más acabada.

La aplicación de los métodos de la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) (Christian & Stewart, 1968) realizada en nuestro país por Ortiz-Solorio & Cuanalo, 1977 y 1978; Ponce & Cuanalo, 1977; Ponce, 1978; León, 1972; Peña 1974; entre otros, representa una corriente de gran importancia. Se demostró la gran utilidad que tiene la regionalización ecológica para la generación tecnológica, con estudios realizados en varias zonas del país. Otra corriente de gran relevancia es la representada por la morfoedafología (Tricart & Kilian, 1982; Rossignol, 1987a y 1987b; Campos, 1987; Gutiérrez, 1987; Barrera, 1987) que tiene una propuesta aplicada también en varias regiones. Igualmente, todo el bagaje conceptual desarrollado por el enfoque de ecología del paisaje (Naveh y Lieberman, 1984) constituye una aportación fundamental, con utilización de elementos provenientes de la teoría ecológica.

Cada uno de los anteriores y otros enfoques tienen una propuesta de definición de unidades ambientales, a las que se les ha dado nomenclatura y jerarquía taxonómica, y las que se proponen como unidades de planificación natural. En realidad, la discusión en torno a los criterios para definir y caracterizar las unidades ambientales, en muchos casos ha encasillado la evolución de los acercamientos metodológicos, ya que por lo común resalta los aspectos esquemáticos de los diferentes enfoques, en lugar de tratar de sintetizar sus aportes.

Dado que en la realidad existen diversos niveles de integración de manera objetiva, será posible construir diferentes tipos de unidades ambientales, las cuales serán útiles en función de los objetivos tanto teóricos como de planificación práctica que se persigan.

Por lo anterior, el enfoque metodológico que se ha tratado de seguir en el presente trabajo es el de la generación de acercamientos temáticos

que más que desembocar en una forma determinada de regionalizar el paisaje, constituyan un sistema de información de tal manera que puede utilizarse en la construcción de una gama de tipos de unidades ambientales, definidas en función de propósitos muy concretos y en el nivel de integración que sea más conveniente para esos fines. Es decir, se parte de la idea de que no existe una regionalización ambiental **única** que sea la adecuada, sino que en realidad existen una gama de criterios y niveles diferentes.

En este contexto resulta un paso de gran importancia el surgimiento y desarrollo de los **Sistemas de Información Geográfica o SIG** (Aronoff, 1991; Burrough, 1986; Walsh, 1985; Palacio, 1992). Un sistema de información geográfica en sentido amplio es "cualquier conjunto de procedimientos, manuales o basados en computadoras, utilizados para almacenar y manipular datos geográficamente referidos". En el contexto del avance de la computación, los SIGs representan no sólo un cambio cuantitativo, al permitir mayor capacidad y velocidad, sino que representan una transformación de calidad en la metodología de los estudios cartográficos. Por ello en sentido moderno se pueden definir (Aronoff, 1991; Marble, 1984) como "sistemas computarizados que proveen los siguientes cuatro conjuntos de capacidades para el manejo de datos georreferidos:

- 1) Entrada
- 2) Manejo de datos (almacenamiento y recuperación)
- 3) Manipulación y análisis
- 4) Salida".

Con esta poderosa herramienta es posible el manejo de la información temática con mayor facilidad para generar diferentes maneras de integración y por tanto la creación de unidades ambientales *ad hoc* para ciertos objetivos. La facilidad y rapidez que estos instrumentos otorgan para el procesamiento de grandes cantidades de datos cartográficos permite que el resultado de las investigaciones de diagnóstico ecogeográfico ya no sea una rígida y única regionalización, sino una serie de múltiples e iterativas conjunciones entre los diferentes mapas temáticos, que deja por lo tanto, abiertas las posibilidades de dirigir las salidas hacia diferentes objetivos en diferentes momentos; esta posibilidad era mucho más complicada antes, cuando el esfuerzo de sobreponer o conjuntar los

datos de varios aspectos temáticos para producir una determinada salida, constituía la idea básica. Esto significa que la construcción de unidades ambientales de cierto tipo deja de ser el objetivo central, el cual muchas veces desembocaba a un punto ciego, para pasar a ser la construcción del sistema que permite realizar las integraciones que sean necesarias.

En este trabajo entonces, se presentan los resultados de la construcción de un sistema de información geográfica para el diagnóstico ecogeográfico del municipio de Alcozauca, así como su aplicación para conocer su grado de deterioro y elaborar una propuesta municipal de ordenamiento.

Es importante hacer notar que el término "Sistema de Información Geográfica" se usa frecuentemente con dos sentidos diferentes; puede usarse para referirse a los programas de computación que operan como manejadores de las bases de datos referidas, o también puede emplearse para hablar del mismo conjunto de bases de datos relacionadas entre sí, que se construye al usar los programas manejadores (Palacio, 1992).

La construcción del SIG para Alcozauca (en el segundo sentido), implicó el uso de diversas fuentes de información y formas de procesamiento, organización y almacenamiento.

Las fuentes usadas (ver tabla 2.1) fueron de cinco tipos: bibliográfica, cartográfica, estadística, de sensores remotos, y de campo. La información derivada de tales fuentes se interrelacionó para construir un conjunto de cartas temáticas, como la hipsométrica, los modelos sombreados, la hidrográfica, la de caminos, la de comunidades, la geomorfológica, la climática y la litológica. Otros temas y aspectos fueron estudiados usando un nivel secundario de procesamiento, en el que se utilizaron tanto las fuentes primarias, como las cartas elaboradas en el primer nivel; tal es el caso de la carta litoclimática, construida por la sobreposición de litología y clima; o bien, la de suelos, para la cual además del procesamiento de los datos de los muestreos, se realizó una interpolación sobre la carta litoclimática; o bien, la de uso del suelo y vegetación, que posteriormente a la clasificación de las imágenes de satélite, fue afinada por medio de la utilización de las cartas climática, morfológica y litológica para delimitar de forma más precisa las asociaciones vegetales. Un tercer nivel de procesamiento e integración lo representa la elaboración de las cartas producto, o de integración, como la de erosión, la de presión sobre los recursos y la de ordenamiento, para las que se utilizaron las temáticas generadas en la primera y segunda fase.

FUENTES	TEMATICAS	TEMATICAS 2o. NIVEL	PRODUCTO O INTEGRALES
BIBLIOGRAFIA	LITOLOGICA	USO DEL SUELO Y VEGETACION	EROSION
CARTOGRAFIA	GEOMORFOLOGICA	LITOCлимATICA	PRESION
- Carta topográfica INEGI Esc. 1:50,000. - Carta climática INEGI Esc. 1:1,000,000. - Carta de uso del suelo y vegetación INEGI Esc. 1:250,000. -Modelo Digital de Terreno.	CLIMATICA	SUELOS	
ESTADISTICA	RIOS	COMUNIDADES	ORDENAMIENTO
-Censos Generales de Población y Vivienda. -Datos de las estaciones climatológicas.	CAMINOS		
SENSORES REMOTOS	SOMBREADOS		
-Fotografías aéreas esc. 1:50,000 (1970). -Fotografías aéreas esc. 1:80,000 (1979). -Imágenes de satélite Landsat MSS (1980 y 1986).	HIPSOMETRICA		
CAMPO	MDT		
-Observaciones y recorridos. -Descripción de sitios de vegetación. -Muestreo de suelos. -Entrevistas y pláticas.	FALSO COLOR		
	DISTANCIAS		

**Tabla 2.1.** Esquema general de fuentes, cartas temáticas de primer y segundo orden y cartas producto o integrales.

Un ejemplo del procesamiento utilizado para las tres fases se muestra en la fig. 2.1, donde se indican los procesos seguidos.

Debido a que la región estudiada carece de la mayor parte de la cartografía temática generada a escala 1:50,000 para otras regiones, una buena cantidad de datos fueron recabados a través de un intenso trabajo de campo. Mucha de la información que aquí se expone es producto de varios años de trabajo de campo realizado por el equipo del Programa de Aprovechamiento y Manejo de los Recursos Naturales de la Montaña de Guerrero, (actualmente el PAIR), en el municipio de Alcozauca, que ha



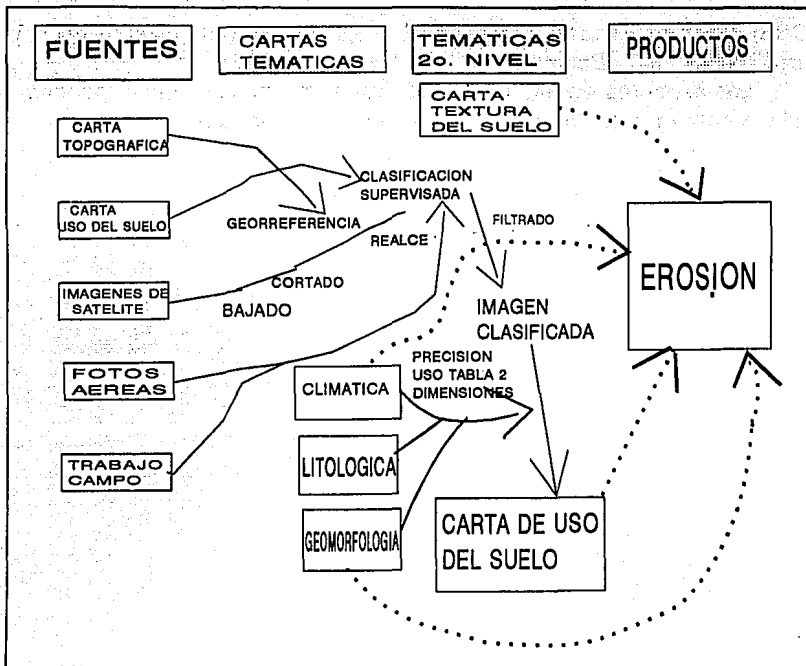


Fig. 2.1. Procesos metodológicos para la elaboración de la carta de erosión.

implicado haberlo recorrido prácticamente en su totalidad, con visitas periódicas desde el año de 1984 y estancia constante entre 1987 y 1989, cuando incluso se colaboró con los trabajos del H. Ayuntamiento que encabezó el Prof. Othón Salazar. Todo ello ha permitido un conocimiento estrecho de la vida y la problemática de la zona tanto en lo que se refiere a sus recursos naturales, como en lo que respecta a los problemas con que se enfrentan los intentos por planificar y mejorar la grave situación de pobreza que allá se vive.

En general la escala a la que se trabajó fue 1:50,000 y la carta base usada fue la topográfica de INEGI (a esa misma escala); aunque la mayoría de las impresiones de los mapas se presentan a escala 1:250,000, el detalle de la escala mayor se conserva.

Para la captura, almacenamiento, procesamiento, análisis e impresión de la información cartográfica se utilizó el *Integrated Land and Water*

**Information System (ILWIS) desarrollado por el ITC de Holanda (Valenzuela, 1988). Los mapas raster se diseñaron con un tamaño de pixel de 40 m por lado (Valenzuela y Baumgardner, 1990).**

**Los aspectos metodológicos de cada uno de los temas tocados, se incluye con un poco de mayor detalle en cada capítulo.**

### III. LOCALIZACION Y ASPECTOS DEMOGRAFICOS, SOCIOECONOMICOS Y PRODUCTIVOS

#### 3.1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

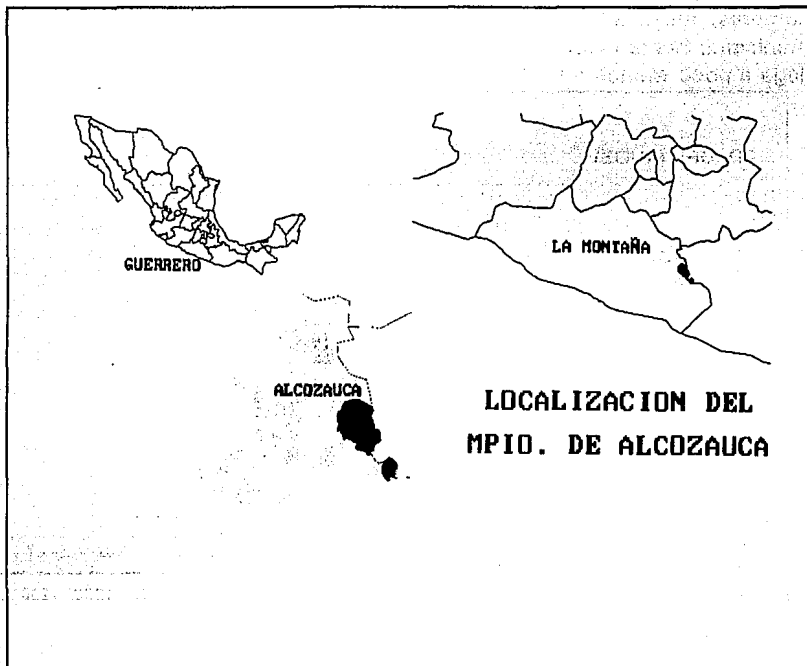


Fig. 3.1. Localización del Municipio de Alcozauca.

Alcozauca se localiza en la porción oriental del estado de Guerrero, donde colinda con el de Oaxaca. (Entre los  $17^{\circ}15'$  y los  $17^{\circ}30'$  de latitud N; y entre los  $98^{\circ}30'$  y los  $98^{\circ}18'$  de longitud W). Está a una distancia de 250 km al SSE de la Cd. de México, a 170 km al E de Acapulco, a 130 km al E de Chilpancingo, y a 190 km al S de Puebla. Se encuentra formando parte de la región de La Montaña, la cual está constituida por 17 municipios del este de Guerrero. (fig. 3.1).

Limita al N con el municipio de Tlaxiactaquilla, al E con el estado de Oaxaca, al W con los municipios de Tlapa y Xalpatlahuac y al S con el de Metlatonoc.

Su territorio, se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, la cual está caracterizada por ser una zona montañosa de gran complejidad geomorfológica, y geológica, y además con gran actividad tectónica. Alcozauca, se localiza sobre la vertiente del Balsas (la norte, por tanto), de la Sierra Madre del Sur, y desciende desde sus cumbres, localizadas a poco más de 3,000 m de altitud, en el sur del municipio, hasta la zona intermedia, en la bajada hacia el norte, en donde llega a poco menos de 1,300 m.

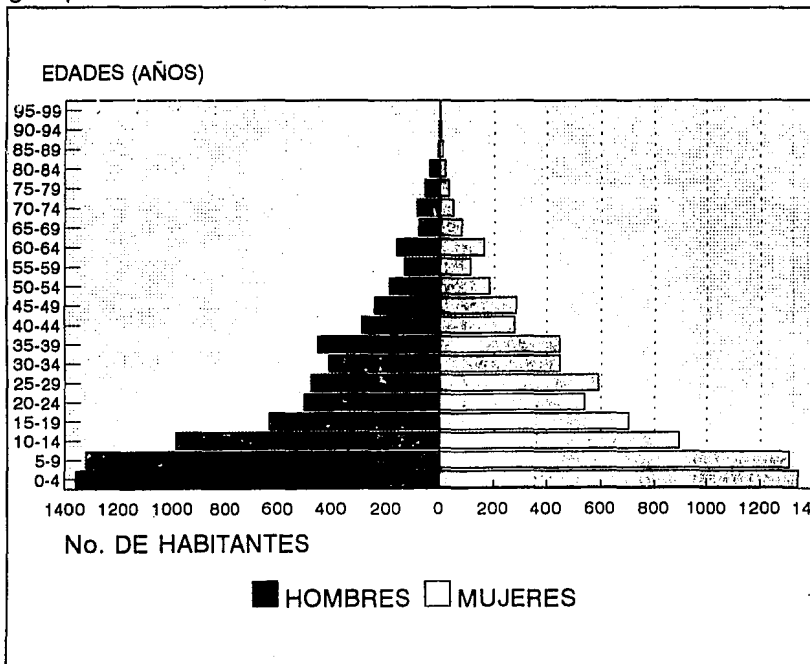


Fig. 3.2. Para 1990 se presenta una pirámide típica de una población en expansión. Basado en datos de INEGI, 1991.

Ecológicamente, el municipio se encuentra formando parte de dos zonas ecológicas: la cálida subhúmeda, y la templada subhúmeda (en el sentido de Toledo, *et al.*, 1989). La primera de ellas se caracteriza por la

presencia de selvas bajas caducifolias, y la segunda por los bosques de pino y encino.

### **3.2.ASPECTOS SOCIOECONOMICOS**

Alcozauca es un municipio predominantemente campesino e indígena, en donde se padecen graves niveles de pobreza; dentro de la clasificación de marginalidad de la CONAPO (1993), ocupa el lugar 46 a nivel nacional y es el número 7 dentro del estado de Guerrero. La mayor parte de sus habitantes forman parte de familias que viven principalmente del aprovechamiento de sus ecosistemas, en una lógica económica en la que la producción para autoconsumo prevalece, basada principalmente en el trabajo de los propios miembros de la familia. Así, la unidad familiar, constituye la célula económica fundamental, y la mayor parte de las actividades productivas se desarrollan bajo esa lógica de economía campesina, en la cual los productores practican un conjunto diversificado de actividades combinadas, en su mayor parte sin pasar por los circuitos monetarios, y en íntima relación con los ecosistemas que constituyen su base natural de subsistencia.

#### **3.2.1 METODOLOGIA.**

Los datos que se presentan en este capítulo son resultado principalmente de cuatro fuentes; en primer término la información bibliográfica tanto de antecedentes, como de tesis y artículos producidos por el PAIR. En segundo lugar, la información estadística de los censos; se utilizó la información de los censos de población y vivienda desde 1921 hasta 1990. Para casi todos los años se contó con datos de cada comunidad excepto para 1970 y 80.

En tercer término, se utilizó la información del Ayuntamiento, especialmente la de los censos comunitarios y de la regiduría de Hacienda, Agricultura y Ganadería.

Finalmente, se echó mano de la información recabada en el campo, a través de entrevistas a autoridades y productores, y de observaciones directas. La experiencia de estar cerca de los programas de crédito y otros más de promoción ayudó a comprender mejor la problemática.

### 3.2.2. ASPECTOS DEMOGRAFICOS

Para 1990, el censo registra una población de 15,058 habitantes de los cuales 7,520 son hombres y 7,538, mujeres. La mayor parte de la población son jóvenes y niños, como lo muestra la fig. 3.2, en donde se puede apreciar que la pirámide de edades se encuentra sumamente engrosada en la base y que casi la mitad de la población (el 48%) tiene menos de 15 años.

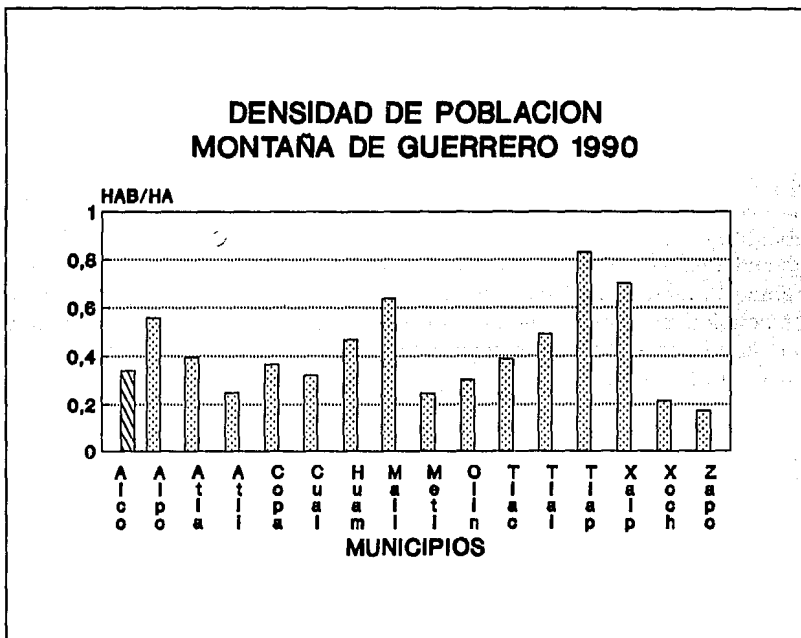
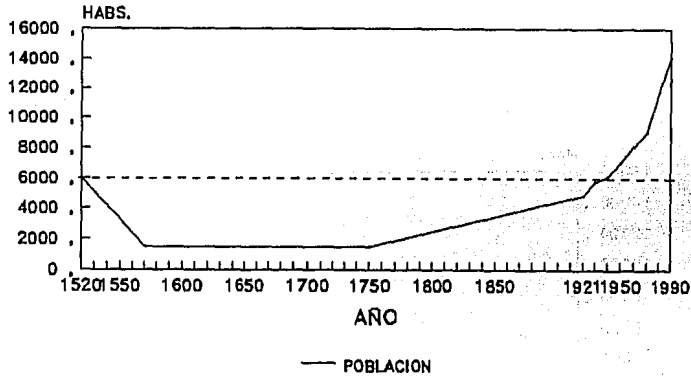


Fig. 3.3. Densidad demográfica de los municipios de La Montaña de Guerrero.

La densidad demográfica es de 0.34 habitantes por ha, la cual es muy parecida al promedio de la región, y hace a Alcozauca un municipio intermedio en este aspecto, entre el resto de la Montaña (fig. 3.3). Esta densidad sin embargo, representa una presión sobre los recursos, nunca antes habida, incluso considerando la época precolombina.

Las fuentes históricas registran la existencia de varias de las comunidades del municipio desde la época anterior a la llegada de los

## CRECIMIENTO DEMOGRAFICO DE ALCOZAUCA, GRO (1520-1990)



FUENTES: 1520, INFERIDA;  
1570 Y 1750, DEHOUE, 1991.  
1921-1990, CENSOS DE POBLACION

Fig. 3.4. Estimación de la población de Alcozauca desde el siglo XXVI hasta 1990.

españoles (Vega, 1991) y durante los siglos XVI, XVII y VIII (Dehouve, 1991, Pavia, 1986a y 1986b). Una estimación de la población que existía a principios del siglo XVI se puede hacer siguiendo el método que usó Dahlgren (1990) para el conjunto de la mixteca, que consiste en calcular el número de habitantes de mediados o finales del siglo XVI a partir de los registros de los tributarios y usar ese dato para valorar la población de antes de la conquista asumiendo una sobrevivencia del 25%. Dehouve (1991) al analizar el proceso de formación de nuevas comunidades y su separación de sus cabeceras en el siglo XVIII, menciona a Alcozauca como una de las comunidades que se separaron de la tutela de Tlapa en 1754, con 7 comunidades anexas, y un total de 314.5 (*sic*) tributarios. En la misma obra se presentan estimaciones de la demografía de la región que plantean la idea de que entre 1570 y 1750 la población se mantuvo en el mismo nivel. Así, suponemos que a finales del siglo XVI la población de lo

que ahora constituye el municipio de Alcozauca se encontraba alrededor de los 1,500 habitantes y por tanto que antes de la llegada de los españoles era del orden de 6,000 hab, cifra que, por cierto, no fue superada sino hasta 1940 (fig. 3.4).

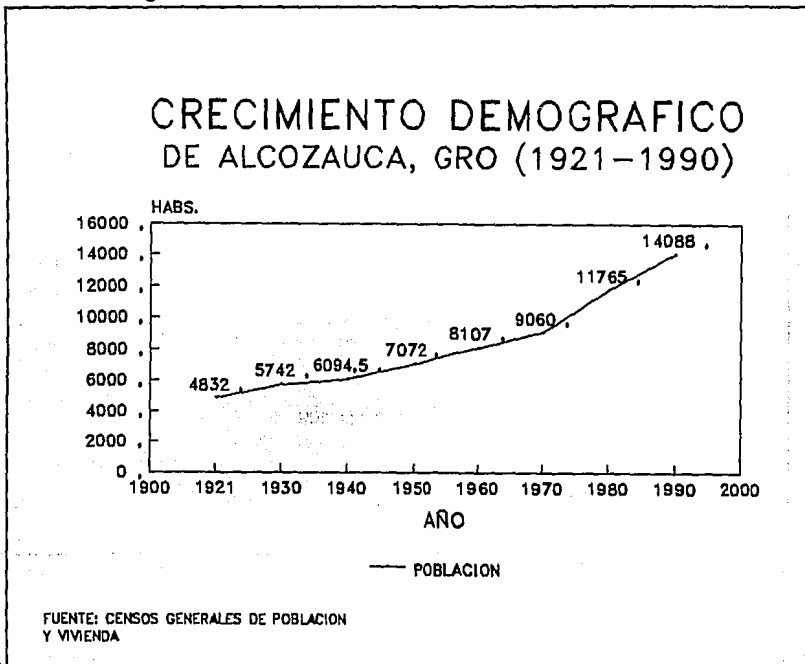


Fig. 3.5. Crecimiento demografico de Alcozauca en el presente siglo. (Fuente: Censos Generales de Población y Vivienda)

El comportamiento de la población en los últimos 70 años ha sido de crecimiento constante (ver. fig. 3.5) por lo que pasó de poco menos de 5,000 habitantes en 1921, a más de 14 mil en 1990, lo cual significó casi triplicarse en ese período. Las tasas de crecimiento han sido y continúan siendo altas para una zona rural (Provencio y Carabias, 1993), y en los últimos 20 años presentaron una tendencia a aumentar. En la fig. 3.5 pueden apreciarse varios períodos; entre 1921 y 1930 se presenta un crecimiento acelerado (1.9% anual), bastante mayor que el de la década siguiente (0.6%); posteriormente parecen claros dos fases, la primera de 1940 a 1970, con una tasa de 1.3% y la segunda de 1970 a 1990, con



### COMUNIDADES VIEJAS ESTABLES LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO Y CRECIENTES DESPUES

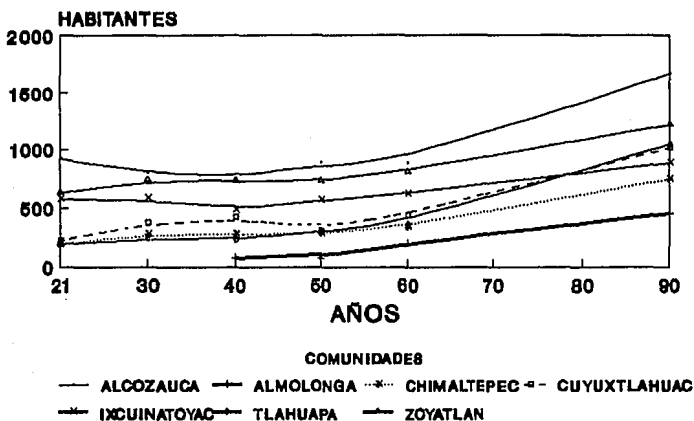


Fig. 3.6. Comportamiento demográfico de las comunidades del grupo 1: antiguas con poco crecimiento la primera mitad y aceleración en la segunda mitad del siglo.

una tasa de 2.2%. Así, tanto en el contexto de la historia de los últimos cuatro siglos, como en el marco de las últimas décadas, la región de la Montaña y en especial el municipio estudiado se encuentran en una fase de crecimiento demográfico intenso, con tendencias a acelerarse aun más.

Sin embargo, la dinámica demográfica a nivel municipal muestra una tendencia general que en realidad es producto de la suma de diversas dinámicas comunitarias que no siguen un patrón homogéneo, sino por el contrario presentan comportamientos claramente diferenciados. Así, la síntesis municipal es resultado de dos fenómenos distintos, por un lado el crecimiento de las comunidades ya existentes, y por el otro la formación

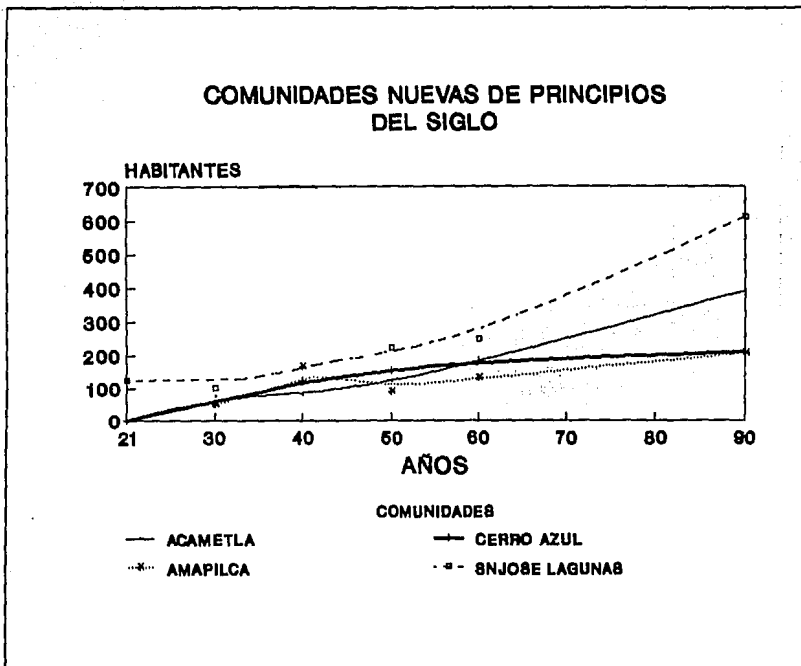


Fig. 3.7. Comportamiento demográfico de las comunidades del segundo grupo, surgidas a principios del siglo.

de nuevas comunidades. El análisis por comunidades muestra que las 24 incluidas en el presente estudio, pueden agruparse en varios patrones demográficos. Un primer y cuantioso grupo, (fig. 3.6) lo representan las comunidades viejas, la mayoría de ellas precolombinas o cuando menos registradas desde el siglo XVI, que pasaron por una etapa de relativo estancamiento en la primera mitad del presente siglo, a la que siguió una etapa de crecimiento, en los últimos años.

Un segundo grupo, está constituido por las comunidades que surgieron a principios de siglo y que han tenido un crecimiento más o menos constante desde entonces (fig. 3.7).

Un tercer grupo lo forman las comunidades nuevas formadas en los últimos 40 años, las cuales representan un fenómeno de gran importancia,

## COMUNIDADES NUEVAS FORMADAS EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO

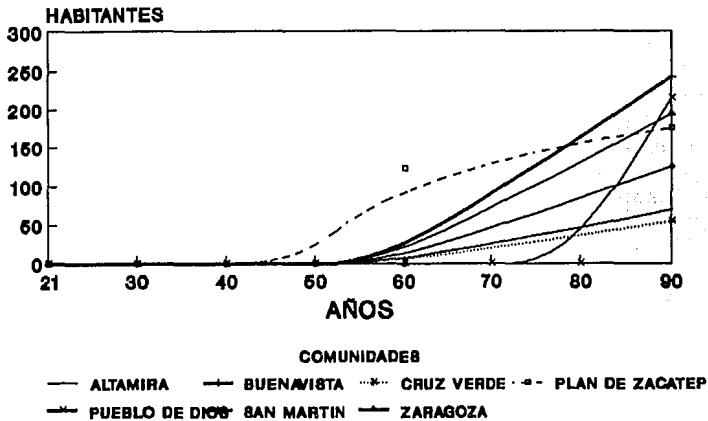


Fig. 3.8. Comportamiento demográfico de las comunidades del tercer grupo, surgidas a mediados del siglo o posteriormente.

ya que por su número (7) son casi la tercera parte del total (fig. 3.8).

También se presenta el caso de comunidades que surgieron o existían a mediados del siglo y que por diversas causas desaparecieron (fig. 3.9).

Otro grupo más lo constituyen los poblados que se han mantenido con un crecimiento pequeño durante el lapso estudiado (fig. 3.10).

Finalmente existen dos casos peculiares que se distinguen de los demás (fig. 3.11). El de la comunidad de Xochapa, la cual presenta el más alto índice de crecimiento del municipio, que ha aumentado su población durante todo el siglo; y Xonacatlán, la cual extrañamente ha permanecido prácticamente sin crecimiento durante los últimos 80 años. En ambos casos se trata de comunidades muy antiguas, con importancia como centros de población desde por lo menos el siglo XV.

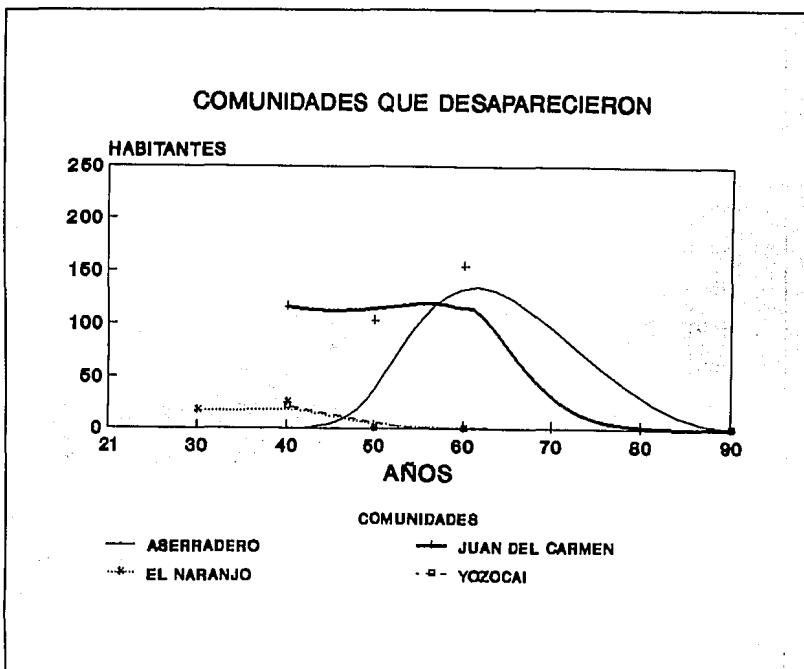


Fig. 3.9. Comportamiento demográfico de las comunidades que desaparecieron.

### 3.2.3. CONDICIONES SOCIALES

La situación alimentaria del municipio, como en la mayoría de la región, es grave ya que por lo común no se ingieren las cantidades mínimas necesarias de una alimentación adecuada. Los patrones alimentarios presentan diferencias que son producto del estrato socioeconómico de las familias, así como de sus diferencias culturales y geográficas (Viveros, Casas & Caballero, 1993). A grandes rasgos se pueden distinguir tres grandes patrones generales de alimentación.

En primer término se encuentra la dieta habitual indígena que existe entre la población de agricultores de las comunidades y que está más apegada al consumo de productos del cultivo. En segundo lugar se encuentra la dieta habitual mestiza que es característica de población asentada en la

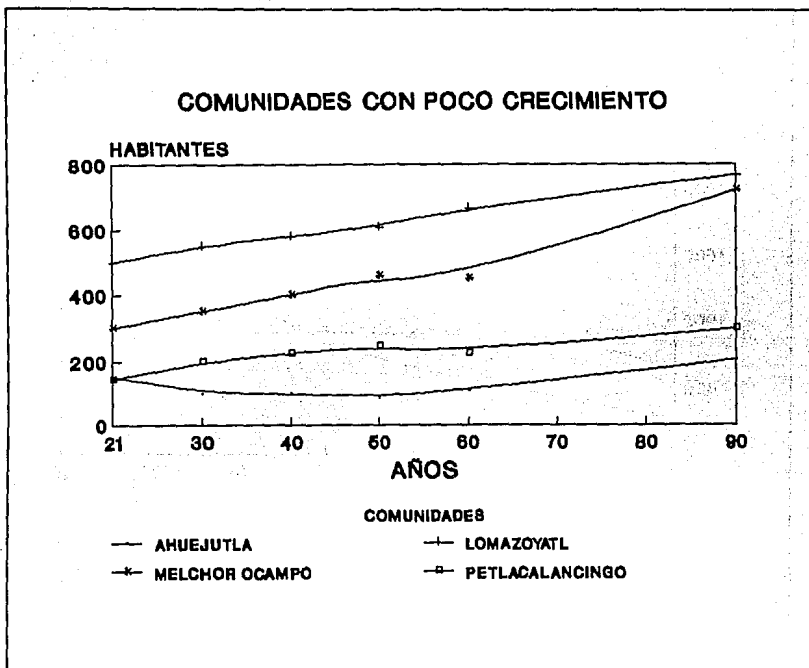


Fig. 3.10. Comportamiento demográfico de las comunidades con poco crecimiento.

cabecera municipal, la cual comprende a los sectores de mayores ingresos, como son comerciantes, maestros, empleados públicos y agricultores-ganaderos prósperos. Se estima como el 15% del total y es el mejor alimentado. Una tercera dieta habitual representa un intermedio entre las dos primeras. (Viveros, Casas & Caballero, 1993). En general se observa déficit de energía y de proteína de origen animal, principalmente entre la población indígena.

Esta situación ya de suyo crítica se muestra más aguda al considerarse otras circunstancias. En primer lugar, los niveles mínimos recomendados por la FAO/OMS están referidos a la población urbana medianamente activa y en el caso presente, las actividades de los trabajos del campo implican un gasto mucho mayor de energía. En segundo lugar, la asimilación de los nutrimentos consumidos se ve disminuida considerablemente por el alto grado de parasitismo que se registra en la

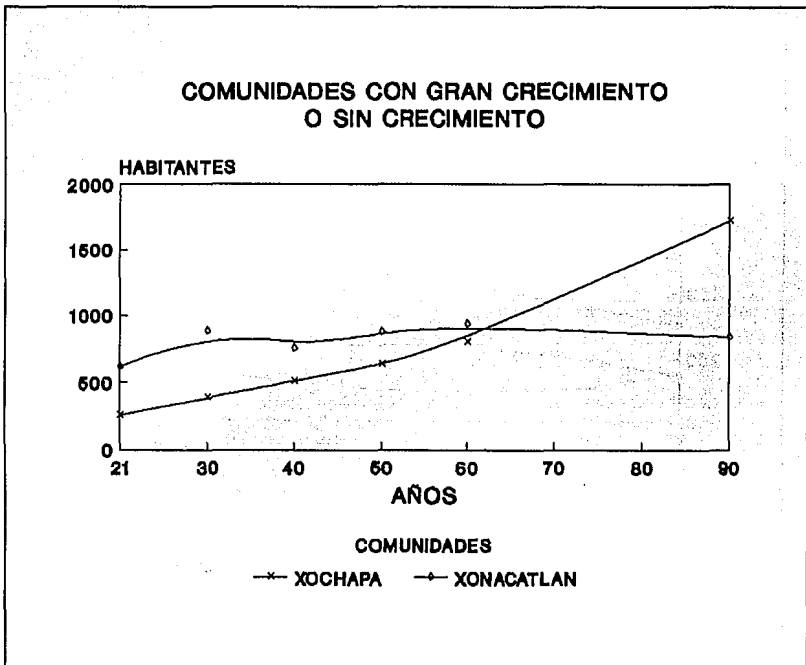


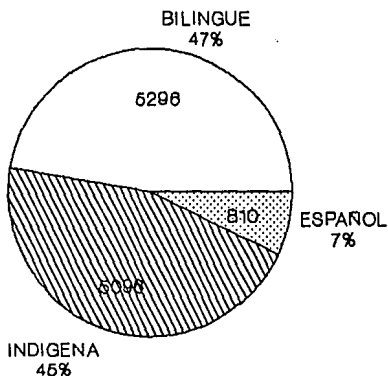
Fig. 3.11. Comportamiento demográfico de Xochapa y Xonacatlán.

población. Además en realidad los niveles de consumo dependen fuertemente de las existencias de alimentos a lo largo del año y de un año a otro ya que las dietas típicas corresponden a los años en los que no hay escasez. (Viveros, Casas & Caballero, 1993)

Por lo que respecta a las condiciones de salud, el estado nutricional de la población y las condiciones sanitarias en las se vive hacen que un importante porcentaje padezca las enfermedades típicas de la pobreza y la marginación.

La causa principal, tanto de la morbilidad, como de la mortalidad en el municipio son las enfermedades gastrointestinales, principalmente la parasitosis intestinal y la gastroenteritis bacteriana, aunque también es importante la amibiasis. Como causa importante también de la morbilidad destacan las enfermedades de las vías respiratorias (faringitis, amigdalitis y bronquitis).

## POBLACION MAYOR DE 5 AÑOS QUE HABLA LENGUA INDIGENA, ALCOZAUCA, GRO. 1990.



**XI CENSO NACIONAL DE POBLACION**

**Fig. 3.12. Proporción de habitantes del municipio según lengua.**

Por otra parte también existe incidencia de enfermedades epidémicas como el paludismo y el dengue, que no han sido erradicadas de la zona, y recientemente se han presentado fuertes brotes de colera en varias comunidades.

Ante esto la situación de los servicios de salud es precaria, pese a que existe un centro de salud en la cabecera y cuatro casas de salud en las comunidades de Xochapa, Zoyatlán, Xonacatlán, y Tlahuapa, las cuales no siempre funcionan por falta de médicos o medicamentos.

En el aspecto cultural y educativo es importante destacar (fig. 3.12) en primer término que del total de la población mayor de 5 años el 45% son monolingües, hablantes principalmente del mixteco (aunque un pequeño porcentaje habla náhuatl), el 47% es bilingüe mixteco-español y solo el 7% habla español únicamente (INEGI, 1991). El porcentaje de analfabetas entre la población mayor de 15 años alcanza 66%, y aunque

existe escuela primaria en todas las localidades, en más de la tercera parte de ellas no se enseña sino hasta el 3o y el 4o grados. Por otra parte el ausentismo es muy elevado ya que el 46% de los niños de 5 años, y el 35% de los que tienen entre 6 y 14 años, no asisten a la escuela. Así, de la población mayor de 15 años solo el 7% completó su primaria, y el 8% tiene estudios posprimarios, mientras que el 34% tiene estudios de primaria incompleta y el 66% no tiene ningún tipo de estudios escolarizados.

En otros aspectos, el 53% de los hogares cuentan con energía eléctrica, mientras que solo el 21% tienen agua entubada y apenas el 7% cuenta con drenaje.

### **3.2.4. ASPECTOS ECONOMICOS Y PRODUCTIVOS**

Visto de manera global, se presentan en el municipio dos circuitos económicos con cierta independencia entre si, pero articulados de manera precisa. Por una parte está el circuito del autoconsumo, integrado por la gran mayoría de la población constituida por campesinos indígenas de subsistencia e infrasubsistencia, que representa la porción más empobrecida. Ocupa la mayor parte de los sectores agropecuario y forestal, e incluye a los tejedores de palma; una alta proporción de este grupo durante la época seca se convierten en trabajadores migratorios, lo que representa su más importante ingreso monetario y una de sus principales formas de articulación con el mercado.

Por otra parte se encuentra el circuito comercial que está primordialmente conformado por empleados públicos (muchos de ellos maestros), pequeños comerciantes, agricultores prósperos y albañiles. Son en su mayor parte mestizos y tienen una situación económica un poco mejor. La mayor parte de ellos se encuentran completamente monetarizados, aunque una parte cosecha el maíz que consume.

El intercambio comercial que tiene el municipio con el exterior se basa principalmente en la compra de productos industrializados de consumo (entre los que destacan los refrescos y las cervezas, aunque también incluye abarrotes y ropa, entre otros), de alimentos que no se producen ahí (como el huevo y el pollo) y de insumos agrícolas (fertilizante). Los ingresos monetarios, por su parte se deben principalmente al salario de los empleados públicos, la mayor parte de los cuales está constituido por los maestros, en segundo lugar al ingreso por la venta de fuerza de trabajo estacional, principalmente al estado de Sinaloa, y finalmente a los obtenidos por la venta del sombrero tejido, y en menor cuantía, a los derivados de la venta de ganado.



El movimiento comercial se realiza por medio de aproximadamente 25 establecimientos comerciales, la mayoría de escala pequeña los cuales son abastecidos por vía de los llamados "carreros" que son comerciantes al mayoreo que cuentan con camiones e introducen la mercancía al municipio. Además existen algunas tiendas de DICONSA las cuales funcionan con muchas deficiencias. Finalmente, una parte importante del intercambio mercantil se realiza por medio de la *plaza*, la cual todos los fines de semana se instala en la cabecera municipal y donde acuden los habitantes de las comunidades a abastecerse de mercancías.

### 3.2.4.1. Agricultura

Para 1986, se estima que se cultivaron en el municipio alrededor de 3,650 ha de las cuales alrededor de 290 corresponden a terrenos de riego, mientras que el resto son de temporal. El cultivo más importante es el de maíz asociado con frijol y calabaza. La superficie promedio por agricultor se calcula en 1.2 ha. Además del maíz, existe alrededor de 15 ha de huertos frutícolas multiespecíficos, de los cuales la mitad aproximadamente corresponden a frutales tropicales (mango, limón, naranja, aguacate, mamey, papaya, guayaba, zapote negro, entre otros) que se cultivan principalmente en los traspacios de la cabecera municipal, mientras que la otra mitad es de frutales templados (durazno, manzana, prisco, membrillo, pera, capulín) que en su mayoría se localizan en la comunidad de Zoyatlán. Con menor superficie se siembra también otros cultivos como jitomate, sandía, chile, camote, caña de azúcar, rabano y cacahuete.

Por lo que respecta al cultivo del maíz, existe una gran variedad de sistemas productivos, que expresan el conocimiento tecnológico tradicional y que se pueden agrupar en los siguientes tipos (Obregón, Rojas & Toledo, en prensa):

1. **Sistema de riego en vega.** Se establece en los valles fluviales que constituyen la zona de vega en altitudes entre los 1,200 a los 2,200 m en pendientes planas, de las comunidades de Amapilca, Alcozauca, Almolonga, Ixcuinatoyac, Zoyatlán, y en menor medida en Xochapa y Ahuejutla. Se caracteriza por un uso intensivo del suelo con períodos de descanso de dos meses o menos, (con dos ciclos al año) o bien sin descanso (cuando se cultiva tres veces al año). Se utiliza por lo común la yunta de bueyes y en ocasiones el tractor. El suministro de agua se realiza por derivación del río a través de canales rústicos, aunque también existen canales revestidos.

2. **Sistema de riego en ladera.** Se presenta en laderas con pendientes hasta de 20° en altitudes entre 1,700 y 2,600 m, en las comunidades de Acametla, Zoyatlán, Ixcuinatoyac y Tlahuapa. Se realiza mediante el manejo del agua de cañadas con corrientes permanentes, que es llevada a canales rústicos. Este sistema permite dos cultivos al año. Se utiliza por lo general el arado de madera.

3. **Sistema de medio riego.** También ubicado en las vegas se distingue del primero en que solo se cultiva una cosecha al año y el maíz se siembra por lo común en monocultivo. Así la tierra se descansa alrededor de 6 meses.

4. **Sistema anual de secano.** Se practica sobre los valles intermontanos y sobre coluviones con pendientes de planas a regulares (jollas). Depende solo de la lluvia y se obtiene una cosecha al año, con descanso de 4 a 6 meses, con utilización año con año. Se realiza roturación del terreno con animales de tiro y arado de vertedera.

5. **Sistemas de barbecho.** Se basan en la roturación del suelo de cimas, terrazas y laderas con pendientes de leves a regulares. Se realiza una cosecha al año que depende solo de la lluvia. Se distingue del anterior por que no se siembra continuamente año con año, sino que se usa la tierra un período de varios años seguido de otros de descanso. Dependiendo del tiempo que se deje descansar las parcelas, estos sistemas se pueden agrupar en barbecho corto (de uno a dos años) o medio (entre 3 y 7 años).

6. **Sistemas de humedad residual.** Se localizan en la porción sur del municipio en altitudes entre 1,900 y 2,600 m y en pendientes de leves a regulares. En este sistema se realiza roturación del suelo en terrenos con capacidad de almacenar la humedad después de las lluvias por lo que su ciclo de cultivo puede comenzar algunos meses antes.

7. **Tlacolole.** Se considera el agrosistema maicero de temporal más antiguo en la región (Obregón, 1989). Se ubica a lo largo de un gradiente altitudinal entre los 1,400 y los 2,800 m y en laderas con fuertes pendientes (mayores a los 20°). Utiliza únicamente fuerza de trabajo humana y un mínimo de instrumentos agrícolas manuales sin hacer uso de tracción animal. Se cultiva generalmente durante dos años consecutivos (por excepción 3), e incluye largos períodos de descanso.

8. **Calmil.** La "milpa de la casa" se encuentra en todas las condiciones del municipio. Es trabajada principalmente por las mujeres con ayuda de los niños y es frecuente la utilización de abono orgánico. Se cultiva todos los años y el descanso es muy variable ya que se siembran una amplia gama de cultivos como hortalizas, plantas medicinales, frutales y plantas ornamentales. Depende básicamente de la lluvia aunque es

frecuente el empleo de riego con cubeta o se le lleva agua por derivación a través de canales rústicos.

En la tabla 3.1 se resumen algunas características de los sistemas mencionados.

SISTEMA PRODUCTIVO	UBICACION	VARIETADES	CICLO	DENSIDAD DE SIEMBRA	RENDIMIENTO	PERIODO DE DESCANSO
RIEGO EN VEGA	VALLES FLUVIALES	MAIZ DE CICLO CORTO	CORTO: JUN-SEP	MAIZ: 40,000	MAIZ: 1,600 - 2,000	2 MESES O MENOS
	PENDIENTES PLANAS	FRUJOL Y CALABAZA	ENE-MAY	FRUJOL: 20,000	FRUJOL: 200 - 300	
	CLIMA 1,2 Y 5	MAIZ DE CICLO MEDIO	MEDIO: JUN-NOV		CALABAZA: 300 PZAS	
RIEGO EN LADERA	LADERAS CON PEN-	MAIZ DE CICLO CORTO	MEDIO: JUN-NOV	MAIZ: 40,000	MAIZ: 1,445 - 1,700	2 MESES O MENOS
	DIENTES HASTA 20°	FRUJOL Y CALABAZA	ENE-MAY	FRUJOL: 20,000	FRUJOL: 200 - 300	4 A 8 MESES
	CLIMA 4, 5 Y 6	MAIZ DE CICLO LARGO	LARGO: ABR-DIC		CALABAZA: 200-250 PZAS	
ALT.: 1700-2600	CHLACAYOTE Y CHLE	ENE-AGO		CHLACAYOTE: 26-50 PZAS		
MEDIO RIEGO	VALLES FLUVIALES	MAIZ DE CICLO MEDIO	MARZO-AGOSTO	MAIZ: 40,000	MAIZ: 1,600 - 1,700	8 MESES O MENOS
	PENDIENTES PLANAS	FRUJOL OCASIONALMENTE		FRUJOL: 20,000		
	CLIMA 1 Y 2					
	ALT.: 1200-1700					
ANUAL DE SECAÑO	VALLES INTERMONTANOS	MAIZ DE CICLO MEDIO	JUNIO-NOVIEMBRE	MAIZ: 36,000	MAIZ: 840 - 1,080	4 A 6 MESES
	PENDIENTES PLANAS	FRUJOL Y CALABAZA		FRUJOL: 18,000	FRUJOL: 100 - 200	
	COLUVIONES:				CALABAZA: 300 PZAS.	
	PENDIENTES HASTA 25°					
BARBECHO CORTO	ALUVIONES Y VALLES	MAIZ DE CICLO CORTO	CORTO: JUN-OCT	MAIZ: 36,000	CLIMAS SEMICALDOS:	1 A 2 AÑOS
	PENDIENTES 5° A 20°	FRUJOL Y CALABAZA		FRUJOL: 18,000	MAIZ: 840 - 1,080	(SE TRABAJAN 2 A
	CLIMA 2,4 Y 5	MAIZ DE CICLO MEDIO	MEDIO: JUN-NOV		FRUJOL: 200 - 300	3 AÑOS)
BARBECHO MEDIO	PENDIENTES 5° A 28°	MAIZ DE CICLO CORTO	CORTO: JUN-OCT	MAIZ: 36,000	CLIMAS SEMICALDOS:	2 A 7 AÑOS
	CLIMA 1,2,3,4 Y 5	FRUJOL Y CALABAZA		FRUJOL: 18,000	MAIZ: 720 - 1,440	(SE TRABAJA 3 A
	ALT.: 1200-2600	MAIZ DE CICLO MEDIO	MEDIO: JUN-NOV		FRUJOL: 200 - 300	5 AÑOS)
DE HUMEDAD	LADERAS CON PEND.	MAIZ DE CICLO LARGO	MARZO - ENERO	MAIZ: 36,000	MAIZ: 1,370 - 1,710	2 MESES O MENOS
	DE 5° A 25° OUE	FRUJOL AYOCOTE		FRUJOL: 20,000	FRUJOL: 200 - 300	
	0 3 MESES	CHLACAYOTE				
	CLIMA 5 Y 6					
CALML	EN LAS CASAS	MAIZ DE CICLO CORTO,	CORTO: MAY-OCT.	VARIABLE	VARIABLE	NO TIENE
	PEND. HASTA 20°	MEDIO Y LARGO, FRUJOL,	MEDIO: MAY-NOV			
	CLIMA TODOS	CALABAZA, HORTALIZAS,	LARGO: MAY-DIC			
TLACOLELE	LADERAS ABRUPTAS DE MAS DE 20°	MAIZ DE CICLO CORTO Y LARGO	MEDIO: MAY-NOV LARGO: MAY-ENE	MAIZ: 10,000 FRUJOL: 6,000 CALABAZA: 300	MAIZ CALDO Y SEMICALDO: 1,000-1,500 SEMITEMPLADO: 1,000 TEMPLADO: 600-700	7-20 AÑOS

Tabla 3.1. Sistemas agrícolas maiceros de Alcozauca, Gro.

### 3.2.4.2. Ganadería.

La ganadería en Alcozauca se caracteriza por ser una actividad poco desarrollada y articulada fuertemente a la estrategia campesina de producción. La mayor parte del ganado bovino (se estimaban 2,360 cabezas para 1986, ver tabla 3.2) son en realidad animales de trabajo y se calcula que menos de 20% constituyen ganado de engorda o de leche, el cual produce carne de mala calidad y leche en pequeñas cantidades, que se consumen en su totalidad en el propio municipio. En realidad, la mayor proporción de los vacunos forman parte del **sistema ganadero multiespecífico de traspato**, junto con las aves (gallinas y guajolotes principalmente) y los cerdos. Este sistema consiste en los animales que el campesino mantiene en el corral de su vivienda y que se alimenta parte del pastoreo y parte de la producción agrícola, principalmente del zacate (bovinos y equinos) pero también del propio maíz en grano que el productor destina fundamentalmente a aves y cerdos. Este ganado juega dos papeles básicos para la economía campesina; en primer término, constituye una forma de ahorro con la que se dispone de recursos en caso de emergencias, y por otra parte, representa una fuente de carne para el consumo, especialmente durante las fiestas.

Por su parte el ganado caprino (estimado en 1986 en poco más de 6,000 cabezas) se explota por medio del **sistema de pastoreo caprino dirigido**, que es un sistema de cría y engorda que se desarrolla por un grupo pequeño de productores en cada comunidad (entre 5 y 20 campesinos por poblado), más o menos especializados que pastorean hatos entre 20 y 150 cabras. La forma de pastoreo es sumamente desordenada y no está planificada comunitariamente, por lo que las cabras constituyen un factor importante de deterioro ambiental y de presión sobre los recursos, especialmente en los terrenos cercanos a los pueblos.

Finalmente, existe también, aunque en forma muy reducida, la explotación de miel, en la que se combinan las colmenas de abejas domesticadas, con la explotación de especies silvestres.

TIPO DE GANADO	No. DE CABEZAS	PRODUCCION N	VALOR DE LA PRODUCCION #
BOVINO	2,360	54* 250**	40,500 62,750
CAPRINO	6350	25.5*	19,125
PORCINO	1,817	25*	12,500
AVES	30,000	17* 10***	25,500 10,000
EQUINO	480		
COLMENAS	250	11**** 112*****	1,320 39

**TABLA 3.2.** Estimaciones de número de cabezas, producción y valor de la producción de los diferentes tipos de ganado de Alcozauca, Gro. para 1987. \* carne en toneladas; \*\* miles de litros de leche; \*\*\* toneladas de huevo; \*\*\*\* ton de miel; \*\*\*\*\* kg de cera; # miles de pesos de 1987. Fuentes: Regiduría de Hacienda, COPLADEG, 1987 e investigación directa.

### 3.2.4.3. Actividad forestal.

La explotación forestal de madera para construcción u otros usos es muy reducida en el municipio, y se limita a la extracción de vigas, morillos, tejamanil, y otros productos, que además de aportar las materias primas para la construcción de las propias viviendas de los campesinos, alcanza a ser en cierto grado una actividad destinada a obtener recursos monetarios. La importancia de la actividad maderable sin embargo, no siempre se limitó a estas prácticas, ya que en la década de los 50 se estableció cerca de la comunidad de Zoyatlán, un aserradero comercial que durante casi 10 años estuvo extrayendo madera de los bosques de esa zona, aunque por el estado actual de conservación del recurso, parece que afectó de manera más intensa a las zonas vecinas del municipio de Metlatonoc, en especial a la comunidad de Atzompa, la cual se encuentra en la actualidad prácticamente desforestada por completo.

Sin lugar a dudas la actividad forestal más importante en el municipio es la extracción de leña (Arias, 1993), tanto por el volumen y el valor de su producción, como por la importancia que este recurso tiene para cubrir las necesidades energéticas de la absoluta mayoría de la población.

Se estima que la producción anual de leña en Alcozauca es de aproximadamente 16,900 toneladas, lo que se debe principalmente a que el 96% de las familias utilizan este recurso como combustible para cocer sus alimentos y calentar el hogar, lo que representa un consumo medio por habitante de de 2.77 kg y de 17.24 kg por unidad familiar. Del volumen total extraído se estima que el 90% se quema en los fogones de las cocinas, mientras que el 5% se usa para el temazcal (baño de vapor tradicional), y el 3% se emplea en los hornos de producción de teja y tabique. Otros usos menos importantes son la manufactura de pan, la iluminación, la elaboración de cal y la cocción de artesanías de barro (Arias, 1993)

Aunque las especies utilizadas como leña ascienden aproximadamente a un centenar, existen algunas cuantas que son preferidas por los pobladores y que destacan por la magnitud en que son aprovechadas. En las zonas cálidas, la especie que más es consumida es el tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis*), mientras que en las zonas templadas existe una marcada preferencia por el encino amarillo (*Quercus magnoliifolia*); ambas especies son fuertemente preferidas en todo el municipio.

La leña por lo común es obtenida en forma directa por las familias ya que la compra-venta de este producto se realiza en forma muy reducida, únicamente en la cabecera municipal. Corresponde generalmente al jefe de familia su recolección para lo cual utiliza el hacha, el machete, las cuerdas, y en general es acarreada mediante el uso de bestias de transporte, principalmente burros; en ocasiones el transporte se realiza por los campesinos mismos.

El tiempo promedio dedicado por cada unidad familiar a esta actividad se calcula entre 12 y 26 horas al mes, lo que equivale aproximadamente a 2 a 4 días. La leña no implica en todos los casos la destrucción completa de la planta ya que el 70% de ella se extrae de ramas y solo el 25% proviene de árboles completos (Arias, 1993).

Otra actividad forestal que es de gran importancia, es la recolección de una muy diversa gama de plantas silvestres y semicultivadas, las cuales son utilizadas con diversos fines, pero que juegan un papel fundamental en la subsistencia de las familias. (Viveros & Casas, 1985).

#### IV. LAS COMUNIDADES

El municipio de Alcozauca incluye, según el Censo del 90, 25 localidades, las cuales se enlistan en la tabla 4.1. El presente estudio considera solamente 23 de ellas y, lamentablemente, excluye a la comunidad de San Miguel el Grande. El motivo principal de esta exclusión es el hecho de que no se tuvo la oportunidad de conocer esta comunidad ya que se encuentra bastante alejada de la cabecera municipal, y hasta hace muy poco, se encontraba con muchas dificultades de comunicación.

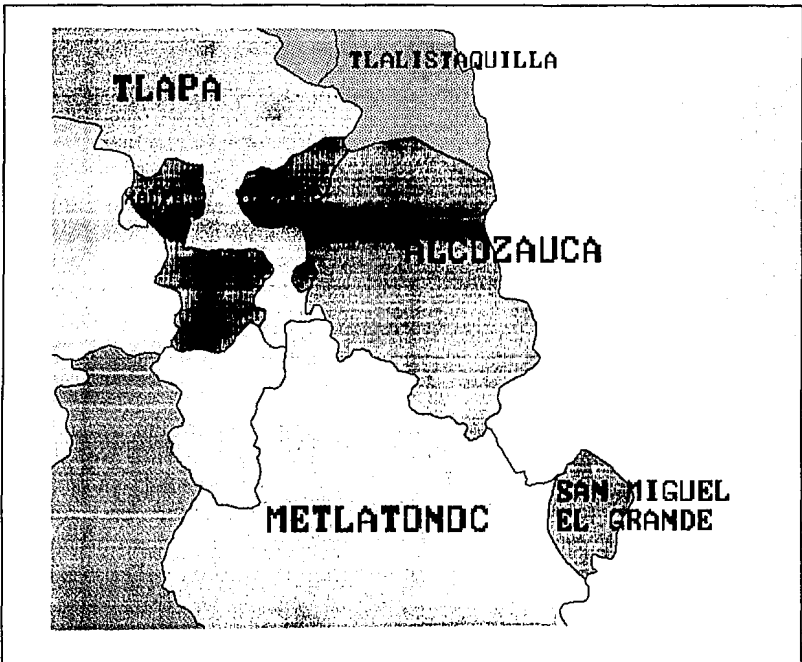


Fig. 4.1. Límites del municipio de Alcozauca, donde puede observarse la localización de la comunidad de San Miguel el Grande, discontinua con el resto de las comunidades.

Acametla	Lomazóyatl
Ahuejutla	Melchor Ocampo
Alcozauca	Petlacalancingo
Almolonga	Pueblo de Dios
Altamira	San José Lagunas
Amapilca	San Martincito
Buenavista	San Miguel el Grande
Cerro Azul	Tlahuapa
Chimaltepec	Xochapa
Cruz Verde	Xonacatlán
Cuyuxtlahuac	Zaragoza
Gitano, El	Zoyatlán
Ixcuinatoyac	

**Tabla 4.1.** Comunidades registradas en el XI Censo de Población y Vivienda como pertenecientes al municipio de Alcozauca. La comunidad de Pueblo de Dios aparece en el censo como Santa Cruz Fandango, pero aquí se usa el primer nombre debido a que es el que corresponde con el actual poblado; el nombre que se le da en el censo corresponde al del paraje antes de la fundación del pueblo que fue en 1988.

Como se puede ver en la fig. 4.1, esta comunidad se encuentra discontinua del resto del municipio, colindando por el oriente con el estado de Oaxaca y por el occidente con comunidades del municipio de Metlatonoc. Por ello se queda en deuda con los habitantes de San Miguel el Grande, y ahora que ya se ha concluido el camino que le comunica, se espera tener la oportunidad de completar el presente estudio con datos de esta localidad. Otra comunidad, denominada "el Gitano" no pudo ser localizada en campo y probablemente se trate de un error.

Por otro lado, se incluye dentro del trabajo presente a una comunidad que no pertenece al municipio de Alcozauca, que es Plan de Zacatepec, la



COMUNIDAD	POBLAC.	COORD.X	COORD.Y	HOM.	MUJ.
Acametla	392	568119	1922021	197	195
Ahuejuitla	204	558405	1933542	96	108
Alcozauca	1670	565321	1930869	811	859
Almolongue	458	568544	1925915	223	235
Altamira	69	568412	1919619	34	35
Amapilca	208	565391	1934613	105	103
Buenavista	243	572983	1917921	124	119
Cerro Azul	211	564559	1928739	103	108
Chimaltepec	749	566546	1923620	366	383
Cruz Verde	54	566311	1917833	29	25
Cuyuxtlahuac	1015	569436	1932664	522	493
Ixcuinatoyac	890	569892	1920261	438	452
Lomazoyatl	768	557261	1918699	375	393
Melchor Ocampo	721	558716	1919064	382	339
Petalacalancingo	299	554081	1920864	152	147
Plan de Zacat.	176	555037	1920703	90	86
Pueblo de Dios	215	570411	1929456	112	103
San José Laguna	611	557763	1927864	287	324
San Martincito	125	572440	1914208	62	63
Tlahuapa	1047	570266	1921107	522	525
Xochapa	1725	558536	1921730	867	858
Xonacatlán	843	562350	1935316	416	427
Zaragoza	174	566229	1912996	82	92
Zoyatlán	1221	567302	1915367	614	607
Total	14088			7009	7079

**Tabla 4.2.** Comunidades consideradas en el presente estudio. Se excluye San Miguel el Grande y El Gitano, pero se incluye Plan de Zacatepec. Se muestra su población, sus coordenadas en unidades UTM y el número de hombres y mujeres.

cual es parte del municipio de Tlapa, pero se encuentra completamente dentro de los límites de Alcozauca, y colinda con comunidades de este municipio. La opción de dejarla fuera implicaba casi dejar un hueco dentro del territorio del municipio estudiado o bien hacer una península bastante artificial, por lo que preferimos incluirla en el análisis.

La tabla 4.2 además de enlistar las comunidades, muestra un conjunto de datos acerca de ellas.

#### **4.1. CONCEPTO DE COMUNIDAD**

Dentro de las zonas en donde prevalece la dinámica de la economía campesina, las familias se encuentran por lo común organizadas en comunidades. El concepto de comunidad campesina puede ser definido desde diferentes ángulos y enfoques (Warman, 1985; Martínez, 1980) como una unidad cultural, o bien como una entidad agraria (ejidos y comunidades), incluso, en un sentido más amplio, muchas veces como comunidad se refiere cualquier instancia o iniciativa de tipo social; en el caso del análisis de los recursos naturales y su aprovechamiento, y en la perspectiva del ordenamiento ecológico territorial, la comunidad campesina representa un concepto central que juega un papel clave, ya que constituye una unidad básica del análisis geográfico y representa una instancia muy importante de articulación entre los fenómenos y procesos que se desarrollan en la esfera social y económica, con aquellos que se realizan en el plano ecológico natural (Toledo & Barrera, 1984; Toledo 1989). Una característica fundamental de las unidades campesinas de producción es su estrecha relación con la naturaleza; dado que buena parte de sus actividades son realizadas al margen de los procesos de monetarización e intercambio mercantil, la subsistencia de las familias campesinas se encuentra fuertemente basada en su relación con los ecosistemas. Es por ello que en el caso de las aldeas campesinas, en las que la mayor parte de los habitantes forman parte de unidades familiares de autoabasto, la relación entre la población y el territorio en el que se sustenta es de fundamental importancia.

En este marco de ideas, el concepto de comunidad campesina que se usa en el presente estudio es el que la define como una unidad formada por un núcleo de población mayoritariamente campesina y el territorio en donde dicha población sustenta su subsistencia (lo que se acerca mucho a la forma en la que fue definida originalmente por Redfield, 1960). Así cada comunidad campesina representa una forma concreta de interrelación entre los productores y los ecosistemas, a través de una estructura de sistemas productivos, que es el resultado de la suma de las estrategias tecnológicas

que cada familia realiza para su reproducción. Desde luego que definida de esta manera, la comunidad campesina es muy cercana en realidad a una unidad de carácter cultural, ya que es precisamente la organización comunitaria la que confiere cohesión, y alrededor de lo que se define y organiza la comunidad.

Es importante resaltar que este concepto es diferente del de comunidad agraria, definida por la superficie que ocupa un ejido o una comunidad. En algunos casos ambos conceptos pueden coincidir; sin embargo, en muchos otros se está hablando de cosas diferentes. En la región de La Montaña, como ocurre en muchas de las zonas indígenas marginadas, la definición y legalización de los terrenos comunales o ejidales, generalmente se encuentra en una situación de gran atraso, de tal suerte que muchas de los límites entre diferentes comunidades se establecen más bien en los hechos y por ello, en términos prácticos, no resulta adecuado usar los límites agrarios como base del análisis. Por otra parte, en muchos casos también, las comunidades agrarias no corresponden estrictamente al concepto anteriormente señalado debido a que los terrenos definidos legalmente como unidad agraria incluyen más de un núcleo de población.

Así, las características de una comunidad campesina estarán conformadas, tanto por las cualidades del asentamiento humano, como por los atributos de su territorio, y desde luego, por la estructura de las interrelaciones entre ambos. Una comunidad campesina, entonces, representa la articulación de la dimensión ecológico-natural, con el nivel de los fenómenos tecnológicos y con el de la organización económico-social en sentido estricto.

Sin embargo, trasladar este concepto a la dimensión geográfica para introducirlo dentro de un SIG, no resulta ser un asunto sencillo, debido a que la definición de los límites del territorio que corresponde a cada localidad ofrece diversas dificultades, especialmente en el caso que nos ocupa. El método que se siguió para asignar un espacio ecológico a cada núcleo de población, consistió en combinar la información que se tenía sobre límites agrarios, con la utilización del método de interpolación de los polígonos de Thiessen (que resulta ser lo mismo que "el vecino más cercano") (ITC, 1993) y con el empleo de los datos de tamaño de los poblados como forma de compensación.

La fig. 4.2 muestra los límites agrarios que fueron establecidos sobre la base de los planos agrarios de las comunidades que los tenían y de la información de las autoridades de cada comunidad, en los casos en los que aunque no se tenía plano agrario, los linderos se encontraban establecidos con cierta claridad ya sea por documentos antiguos o por costumbres. Con

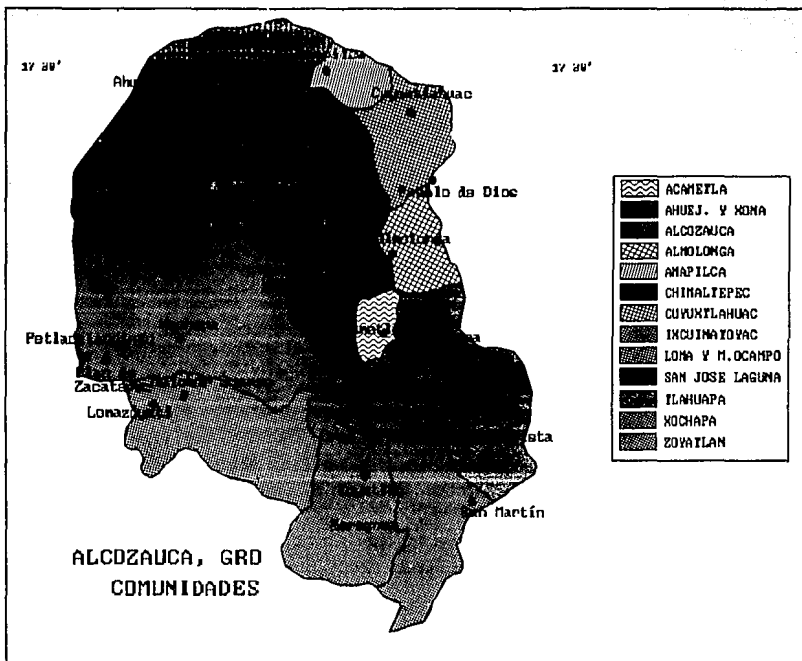


Fig. 4.2. Límites de comunidades de Alcozauca, basados en planos agrarios, documentos antiguos o información de las autoridades.

esta información, como puede observarse, se pudieron distinguir 13 unidades, las cuales no corresponden con la totalidad de localidades existentes. Esto se debe a varias razones. Por una parte, existen comunidades agrarias que incluyen localidades que han surgido en su interior y que operan como "anexos" de la localidad que aparece como titular de los terrenos. Este es el caso de Cerro Azul, que es anexo de Alcozauca; Altamira y San Martín, de Ixcuinatoyac; Buenavista, de Tlahuapa; Cruz Verde y Zaragoza, de Zoyatlán; Pueblo de Dios, de Cuyuxtlahuac. Por otro lado, existe el caso de grandes comunidades agrarias que incluyen varias localidades, las cuales no son simplemente "anexos" pequeños formados en el interior de los terrenos del poblado principal, sino que se trata de poblados grandes que por razones históricas

y por la forma en que se titularon los terrenos, quedaron formando parte de grandes comunidades agrari<sup>as</sup>. Tal es el caso de Lomazóyatl y Melchor Ocampo, entre los cuales no hay límites agrarios debido a que ambos forman parte de la comunidad que tiene cabecera en el pueblo de San Juan Huexuapa, en el municipio de Metlatonoc, y que además incluye otras cuatro o cinco localidades, algunas también bastante grandes de ese municipio vecino de Alcozauca.

Por otra parte, en el caso de Xonacatlán y Ahuejutla, se trata de dos comunidades muy antiguas y con gran importancia etnohistórica, pero que no cuentan con planos oficiales y no se pudo obtener la información de sus linderos.

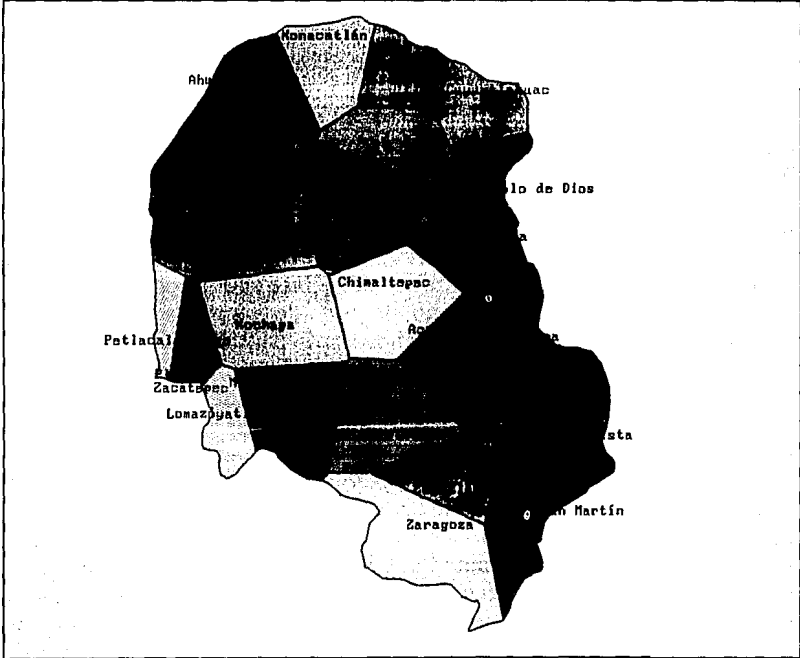


Fig. 4.3. Límites entre las comunidades de Alcozauca definidos mediante el procedimiento de interpolación de los polígonos de Thiessen.

Las unidades territoriales distinguidas sobre la base de esta información no satisface la idea de comunidad campesina que se quiere

utilizar en el análisis, ya que no se logra el requisito de que cada poblado, por pequeño que sea, este referido a un territorio. Por ello se utilizó el método de interpolación de los polígonos de Thiessen. Este método está pensado para asignar a cada uno de un conjunto de registros puntuales, una determinada área de influencia, definida en función de las distancias a esos puntos. En su versión manual, los polígonos se construyen estableciendo la distancia media sobre la recta que une un punto y cada uno de sus vecinos y trazando una perpendicular; la unión de esas perpendiculares produce polígonos que se consideran el área de influencia del atributo registrado en el punto. En un sistema de información computarizado, dichos polígonos se construyen mediante el procedimiento del vecino más cercano, es decir, el sistema determina para cada punto sobre el mapa (en este caso para cada pixel) el registro puntual que le sea más cercano y lo asigna como parte de su área de influencia. La fig. 4.3 muestra el resultado de dicho método aplicado a cada una de las localidades del municipio. En este caso se satisface el criterio de que cada localidad tiene un territorio asignado, sin embargo, como se puede observar, el resultado difiere fuertemente de las unidades agrarias, especialmente en donde estas se conocen con precisión y satisfacen el requisito de que una unidad territorial corresponda con cada localidad.

Además, el resultado presenta un fuerte problema al asignar el mismo peso para determinar el territorio de influencia a comunidades con poblaciones de diferente tamaño, y por ello tiende a sobreestimar la superficie de los poblados demográficamente pequeños y a subestimar las que tienen poblaciones más grandes. Esto tiene una repercusión directa cuando se utilizan estos resultados para calcular la densidad poblacional ya que es evidente la exageración de este valor para las localidades con mayor número de habitantes y su minusvaloración en el caso de las chicas.

En realidad el tamaño de la población es un elemento muy importante en el proceso de evolución de las comunidades y sus territorios, ya que de hecho cada comunidad está ejerciendo una presión sobre su entorno que está relacionada con sus características demográficas. Aunque desde luego otros factores también están involucrados, resulta evidente que la cantidad de terrenos abiertos a la agricultura, el nivel de carga ganadera y la presión de las actividades de extracción de leña, son expresión en cierto grado del número de habitantes de cada localidad. Por ello es necesario considerar este factor en la metodología de asignación de el espacio ecológico a cada localidad.

Para lograr considerar este factor se hizo una modificación al método de Thiessen, y en vez de trazar las perpendiculares que definen los lados de los polígonos en la mitad entre dos poblados, dichas líneas fueron

colocadas a una distancia que expresara la proporción entre el tamaño de las poblaciones de ambas localidades. Para el cálculo de esa distancia se utilizó la siguiente fórmula:

$$D2 = \frac{Dt}{\sqrt{P1/p2 + 1}}$$

Donde: D2 = Distancia desde el poblado 2

Dt = Distancia entre los dos poblados.

P1 = Número de habitantes del poblado 1

P2 = Número de habitantes del poblado 2.<sup>1</sup>

La fig. 4.4 muestra el resultado de la aplicación de este último método. Se puede observar que el sesgo que se obtiene con el uso de los polígonos de Thiessen sin modificación, se corrige bastante, ya que las comunidades pequeñas reducen significativamente su superficie en beneficio de las que tienen más población. Sin embargo, en muchos casos, los límites establecidos difieren de los que aparecen en la fig. 1, es decir, de los límites agrarios conocidos, lo cual es una desventaja ya que, en los casos en que los linderos agrarios están bien establecidos y se conocen, esta información se está desperdiciando, y la aproximación es más inexacta. Para superar esta desventaja, se realizó una combinación del mapa de la fig. 4.2 con el de la 4.4, para lo que se siguió el criterio de respetar el límite agrario, en donde éste estaba bien establecido y conocido, y utilizar los límites obtenidos con el método de Thiessen modificado, para los casos en los que los linderos no se conocieran, o bien, en donde éstos no existen ya sea porque las localidades están dentro de una misma unidad agraria, o bien porque simplemente no están definidos con claridad.

El resultado de este último procedimiento se muestra en la fig. 4.5, la cual presenta el esquema que se utilizará en los análisis de los capítulos siguientes.

La tabla 4.3, muestra las superficies de cada una de las comunidades

---

<sup>1</sup> Esta fórmula satisface la condición de que la proporción entre el número de habitantes de ambos poblados sea la misma que entre las superficies que para cada localidad definen la distancia a la que se coloca el límite, es decir, la condición siguiente:

$$P1/p2 = A1/a2$$

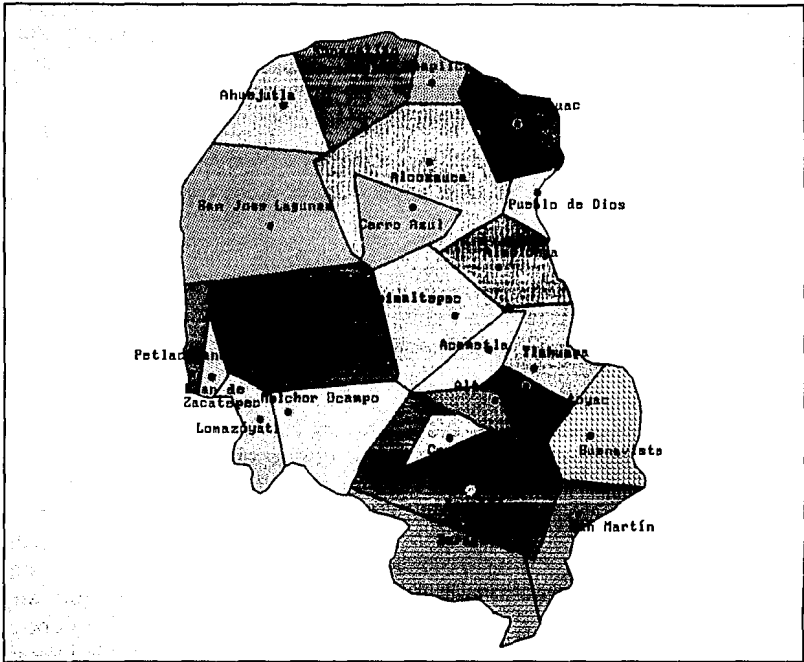


Fig. 4.4. Límites entre las comunidades de Alcozauca definidas por medio del metodo de los polígonos de Thiessen modificado por la introducción del factor número de habitantes de cada localidad.

definidas, junto con su población y su densidad demográfica. Se puede ver que las comunidades que tiene una mayor superficie son Xochapa, Alcozauca, Ixcuinatoyac, San José Lagunas y Ahuejutla.



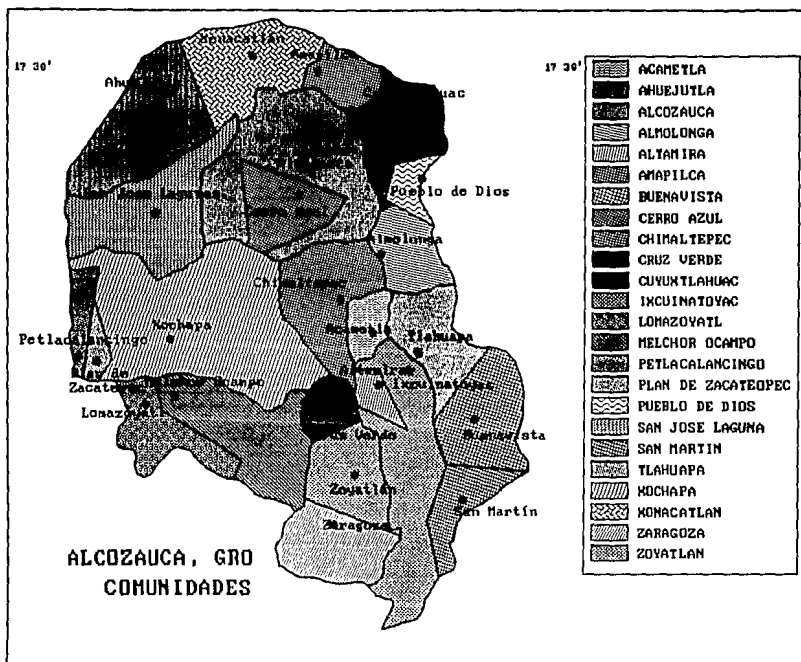


Fig. 4.5. Límites de las comunidades definidos mediante una combinación del metodo de Thiessen ajustado con la población y los límites conocidos, agrarios o de hecho.

COMUNIDAD	CLAVE	SUPERFICIE	POBLACION	DENSIDAD
Xochapa	XC	5842	1725	0,295
Alcozauca	AL	3763	1670	0,444
Ixcuinatoyac	IX	3004	890	0,296
San José Laguna	SJ	2725	611	0,224
Ahuejutla	AH	2724	204	0,075
Melchor Ocampo	ME	2454	721	0,294
Chimaltepec	CH	2107	749	0,355
Xonacatlan	XO	2100	843	0,401
Buenavista	BU	1827	243	0,133
Zoyatlan	ZO	1689	1221	0,723
Zaragoza	ZA	1651	174	0,105
Cuyuxtlahuac	CU	1602	1015	0,634
Tlahuapa	TL	1484	1047	0,706
Cerro Azul	CE	1267	211	0,167
Lomazoyatl	LO	1242	768	0,618
Almolonga	AO	1111	458	0,412
San Martincito	SM	959	125	0,13
Amapilca	AM	783	208	0,266
Acametla	AC	576	392	0,681
Patlascalancingo	PE	512	299	0,584
Pueblo de Dios	PU	413	215	0,521
Cruz Verde	CR	388	54	0,139
Altamira	AT	364	69	0,19
Pian de Zacatepec	PL	294	176	0,599

**Tabla 4.3.** Superficie, población y densidad demográfica de las comunidades de Alcozauca, Gro.

En la fig. 4.6 se pueden observar los datos de población y densidad demográfica de las comunidades, ordenadas de menor a mayor densidad; parecen formarse cinco grupos de comunidades, el primero (A), con baja densidad y baja población, está compuesto por Ahuejutla, Zaragoza, San Martín, Buenavista, Cruz Verde, Altamira, Cerro Azul y Amapilca, que son su mayoría, comunidades nuevas (excepto Ahuejutla). Un segundo grupo (B) lo forman pueblos con densidad y población medias, e incluye a San

**POBLACION  
Y DENSIDAD DEMOGRAFICA  
COMUNIDADES, ALCOZAUCA, GRO.**

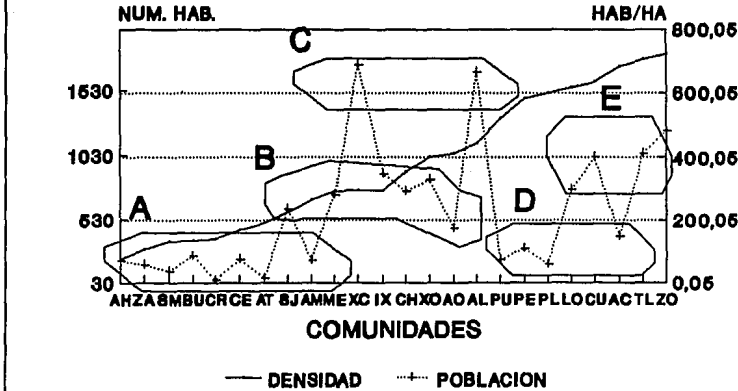


Fig. 4.6. Población y densidad demográfica de las comunidades.

José Lagunas, Melchor Ocampo, Ixcuinatoyac, Chimaltepec, Xonacatlán y Almolonga. Un tercer grupo (C) es el constituido por Alcozauca y Xochapa, caracterizadas por tener una población relativamente alta, pero una densidad media. Un cuarto grupo (D) es el que forman las comunidades con alta densidad, pero poca población, que son Pueblo de Dios, Petlascalancingo, Plan de Zacatepec y Acametla; finalmente Lomazóyatl, Cuyuxtlahuac, Tlahuapa y Zoyatlán, constituyen el quinto grupo definido por sus altas densidad y población.

WILLIAMS

AMERICAN UNIVERSITY  
WASHINGTON, D. C.

Dear Mr. Williams:

I have your letter of the 10th and am glad to hear that you are interested in the work of the American University. I am sure that you will find the work of the American University very interesting and I am sure that you will find it very helpful in your work.

WILLIAMS

Very truly yours,

I am sure that you will find the work of the American University very interesting and I am sure that you will find it very helpful in your work. I am sure that you will find the work of the American University very interesting and I am sure that you will find it very helpful in your work.

## V. GEOLOGIA Y GOEMORFOLOGIA

La Sierra Madre del Sur (SMS) constituye una cadena montañosa que parece encontrarse relacionada estrechamente con la profunda Fosa de Acapulco, que se localiza paralela a la Costa del Pacífico en el sur de nuestro país. Esta fosa o trinchera, viene a ser la zona de subducción de la placa oceánica de Cocos, la cual se introduce hacia el interior de la corteza terrestre, al chocar con la placa continental Norteamericana, en donde se encuentra la República Mexicana.

Se trata de una zona todavía poco conocida, por lo que las interpretaciones acerca de su origen y evolución, en el marco de la teoría general de tectónica de placas aún empiezan a generarse y es más frecuente la asociación de la trinchera de Acapulco con el Eje Neovolcánico Transversal, que con la SMS (Pardo, 1993; Campa & Ramirez, 1979; Morán, 1990); no obstante, parece obvio que existe una fuerte relación entre los procesos de choque de las placas norteamericana y de cocos y la elevación de la SMS. No se puede aún dilucidar con detalle la forma concreta en que dicha relación se establece, pero lo que si se puede decir es que la influencia de los procesos de subducción de la placa oceánica, determinan fuertemente el paisaje geomorfológico de la SMS, ya que constituyen un factor que provoca alta intensidad de procesos tectónicos locales.

Se puede decir que la SMS se encuentra actualmente, o por lo menos se ha encontrado en el pasado reciente (geológicamente hablando) sometida a un proceso de levantamiento, que ha operado sobre conjuntos litológicos y estratigráficos diversos en edad, composición y origen. En la región de La Montaña, se pueden encontrar ambientes litológicos tan diversos como el representado por el grupo Acatlán, que contiene rocas metamórficas de origen sedimentario y volcánico, de edad paleozoica (Ortega-Gutierrez, 1978), o como la serie de rocas jurásicas que contienen areniscas, lutitas y conglomerados cuarcíticos (como las formaciones Consuelo y Tecocoyunca), o la serie calcárea del Cretácico, representada por calizas, yesos, lutitas, limolitas, etc., que son depósitos típicos de plataforma (Cserna, Ortega-Gutierrez & Palacios-Nieto, 1980; Morán, 1990). Todos estos conjuntos, que muestran estructuras originadas por procesos tectónicos anteriores, se encuentran levantados por el fenómeno que origina la SMS, y que, por lo menos en La Montaña, ha sido acompañado de expulsiones de material volcánico. En efecto, los picos más altos de la cordillera, en los municipios de Alcozauca, Malinaltepec y

Tlacoapa, se encuentran coronados por rocas volcánicas ácidas de edad terciaria, que cubren a los conjuntos litológicos más antiguos que se han señalado.

El carácter reciente (o actual) del proceso de levantamiento determina que la dinámica geomorfológica de la región sea dominada fuertemente por procesos activos denudatorios, que son consecuencia de la alta energía potencial continuamente suministrada por el fenómeno de elevación.

En este contexto, el territorio ocupado por el municipio de Alcozauca, que se extiende desde las partes más altas de la Sierra, sobre su vertiente norte, muestra paisajes que expresan el proceso general de gran actividad de modelado, en el que se encuentra inserto, el cual adopta expresiones particulares determinadas por los tipos de rocas y estructuras presentes.

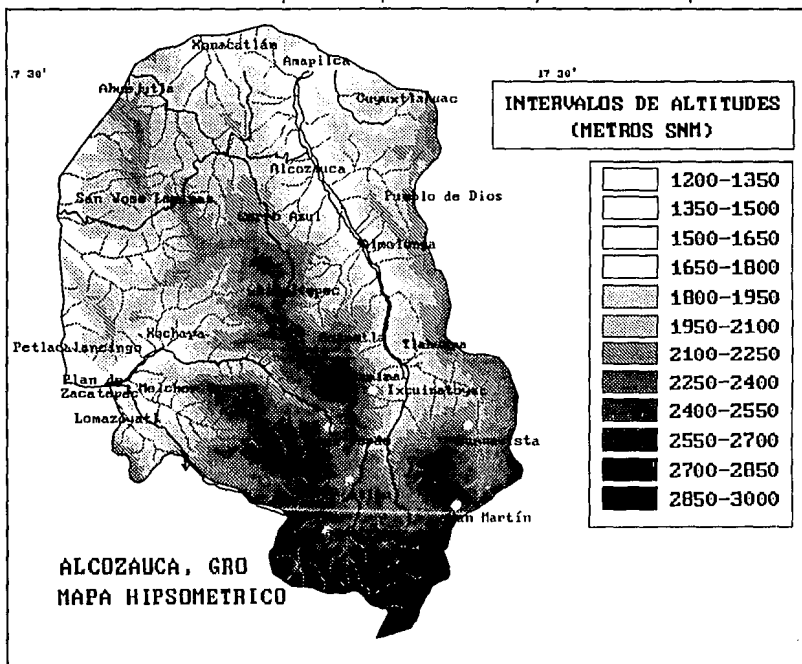


Fig. 5.1. Mapa hipsométrico del municipio de Alcozauca mostrando los rasgos generales de su fisiografía.

## 5.1. METODOLOGIA

La base metodológica más importante para la elaboración de esta parte consistió en el reconocimiento de campo, con el muy valioso apoyo del Geol. Germán Urban. Se recorrió prácticamente la totalidad del municipio realizando observaciones y tomando datos acerca de las geoformas y de las rocas existentes. La información geológica tomada en el campo fue la base para la interpretación de fotografías aéreas verticales blanco y negro escala 1:50,000 (realizada en su mayor parte por el Geol. Urbán), en donde fueron definidas las unidades litológicas. La transferencia de las fotos al mapa base fue realizada por los técnicos del INEGI, mediante el uso de un Stereosketch, y de ahí la información fue digitalizada, usando el sistema ILWIS. Por lo que respecta a la información geomorfológica, además de los datos del campo, ésta se basó en la interpretación del mismo tipo de fotografías, así como de las cartas topográficas de INEGI (escala 1:50,000), en donde se trazaron directamente los rodales, los que fueron posteriormente digitalizados en el sistema AU-2, y a su vez transferidos al ILWIS para ser analizados.

También fue de utilidad la elaboración de modelos tridimensionales sombreados, los cuales fueron hechos mediante el ILWIS a partir del modelo digital de terreno (MDT) adquirido de INEGI (el cual se hizo de la carta topográfica 1:250,000); igualmente se analizó la imagen de satélite Landsat-MSS, la cual se desplegó sobre el modelo tridimensional. Ambos recursos fueron de gran utilidad para la identificación de estructuras. También fue analizada visualmente la carta hipsométrica, construida por medio del ILWIS a partir del MDT.

La revisión de los antecedentes existentes en la literatura fue por supuesto, de gran ayuda para construir el marco de interpretación de los datos recabados.

## 5.2. FISIOGRAFIA

La fisiografía general de Alcozauca (fig. 5.1), está constituida por bloques de montañas complejas disectadas por dos grandes cañones, el río Salado o Alcozauca, que atraviesa de norte a sur por el centro del municipio, y el del río Iguanita, que corre también con la misma orientación al oeste del municipio, y fuera de él, de tal forma que la porción occidental del municipio forma parte de sus vertientes. Entre ambos cañones se encuentra el macizo montañoso principal, que en sus partes altas del sur, se encuentra formado por los depósitos volcánicos y en la norte y más

baja, por las estructuras de las rocas sedimentarias mesozoicas. Finalmente en la mayor parte de su flanco este, se encuentra otra cadena montañosa, en este caso formada principalmente por estructuras de rocas mesozoicas. En el extremo noreste, sin embargo, las montañas están constituidas por rocas volcánicas.

Cada uno de los cañones, reciben el agua de las dos cuencas mayores en que se puede dividir el municipio (fig. 5.2); una de ellas, corresponde al río Alcozauca (o Salado), que drena hacia el norte e incluye 20,978 ha lo que representa alrededor de la mitad de la superficie del

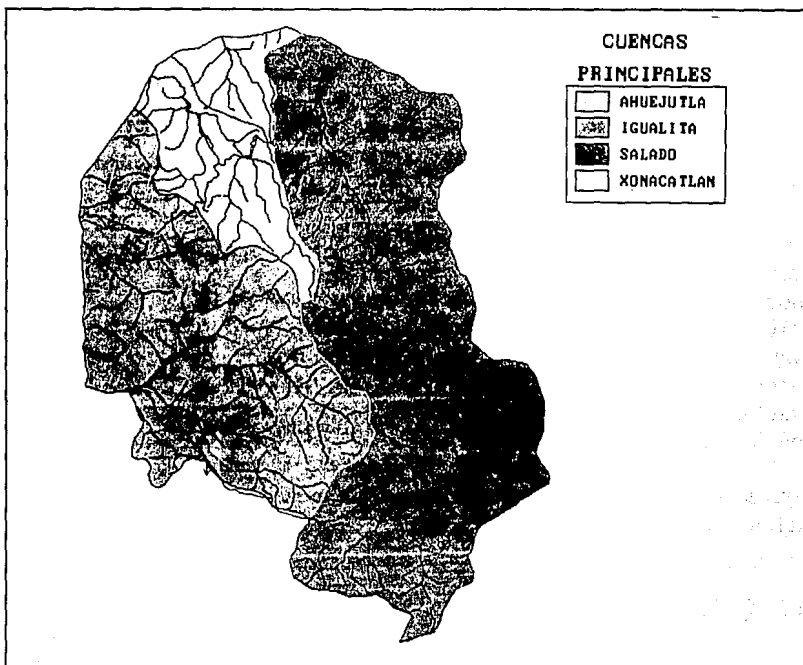


Fig. 5.2. Hidrografía general del municipio de Alcozauca. Escala 1:250,000.

municipio, mientras que el resto es parte de la cuenca del río Igualita, en la parte occidental, que recoge las aguas que escurren por el municipio a través de tres subcuencas: la de Xonacatlán, que cubre en el municipio 1,500 ha, la del río Ahuejutla, que comprende 3,989 ha y finalmente, la de los arroyos que desembocan directamente sobre el Igualita y que abarca



una superficie de 14,383 ha. Finalmente, ambos ríos desembocan en el río Tlapaneco, el cual es un afluente del Balsas.

<b>CUENCA</b>	<b>Area(ha)</b>
<b>AHUEJUTLA</b>	<b>3,989</b>
<b>IGUALITA</b>	<b>14,383</b>
<b>SALADO</b>	<b>20,978</b>
<b>XONACATLAN</b>	<b>1,534</b>
<b>TOTAL</b>	<b>40,883</b>

**Tabla 5.1.** Principales cuencas de Alcozauca.

### **5.3. LITOLÓGIA**

La rocas que se encuentran en Alcozauca se pueden agrupar en tres grandes conjuntos (fig. 5.3). En primer término, en la parte baja del municipio, en las áreas donde los grandes cañones han eliminado los materiales más recientes, se encuentra un grupo de rocas sedimentarias, de edad mesozoica, principalmente de origen marino, aunque también comprende las de origen intermedio; el segundo grupo es el de las rocas volcánicas terciarias, que cubren a los depósitos mesozoicos, y que se localizan principalmente en las zonas elevadas, aunque la parte más baja del municipio las presenta también. Estos dos grupos representan la mayor parte de la superficie.

El tercer grupo, que comprende un superficie menor, se forma con los depósitos cuaternarios, constituídos ya sea por las vegas fluviales, por los valles intermontanos, o bien, por los coluviones y terrazas. (figs. 5.4 y 5.5)

Las rocas sedimentarias del Mesozoico se encuentran fuertemente plegadas y muestran estructuras claramente orientadas norte sur, lo que es evidencia de procesos de plegamiento provocados por presiones en dirección este-oeste, ocurridos con anterioridad al fenómeno de levantamiento de la Sierra, y que probablemente están relacionados con la orogenia laramídica y con la emergencia de esta parte del continente, al término del Cretácico y principios del Terciario (Morán, 1990).

A su vez, este gran grupo, puede ser dividido en dos. Las rocas

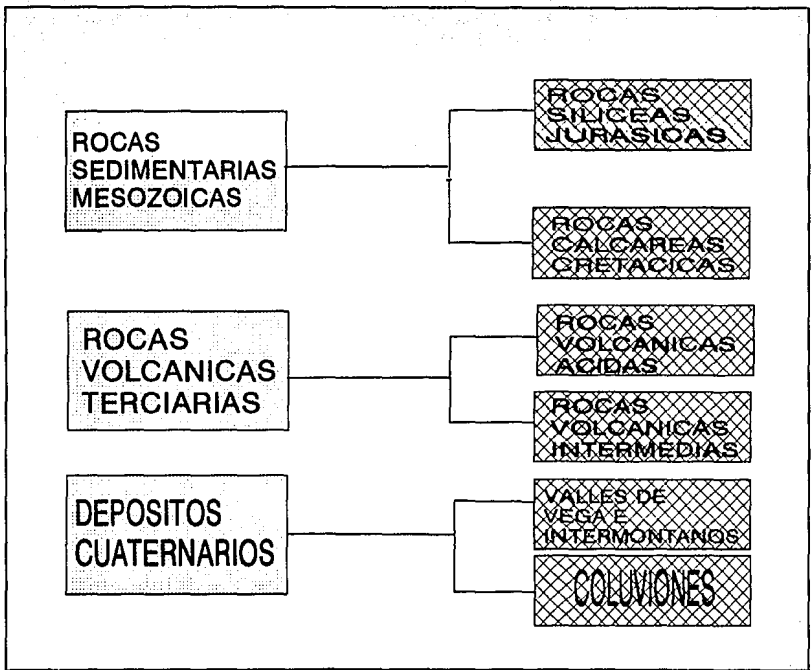


Fig. 5.3. Los principales grupos de rocas de Alcozauca.

silíceas, de edad Jurásico medio que se encuentran relacionadas con los grupos Consuelo, Tecocoyunca y Cualac; y las rocas calcáreas, del Cretácico inferior, que probablemente estén relacionadas con los depósitos de plataforma como los del grupo Guerrero-Morelos (Morán, 1990)

### 5.3.1. Rocas silíceas del Jurásico.

Las rocas jurásicas, afloran principalmente en la parte este del municipio, y consisten en tres tipos, los cuales se encuentran muy relacionados estratigráficamente: cuarcita, areniscas y lutitas, y conglomerados de cuarzo.

La **cuarcita** consiste en estratos de arenisca de cuarzo que tienen una matriz ferruginosa, que pueden presentar graduación hacia fragmentos

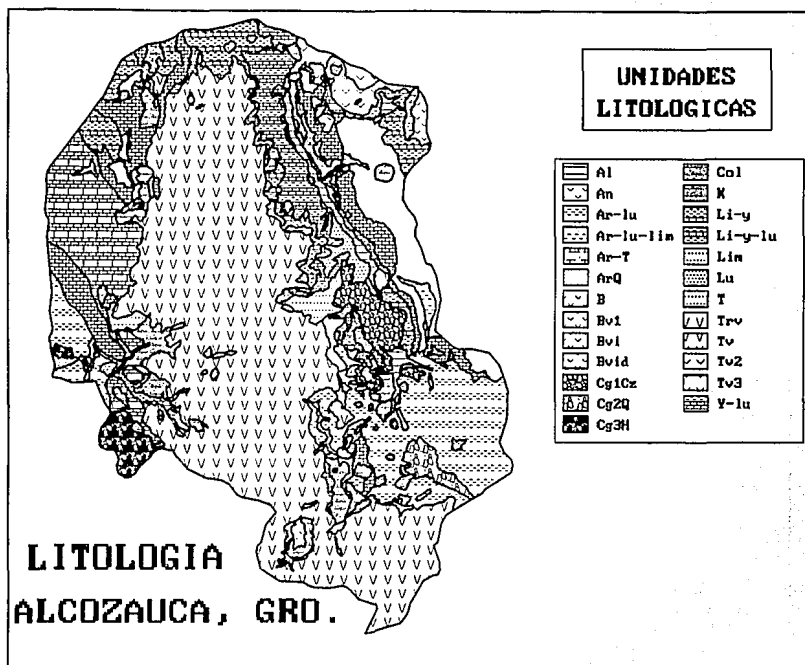


Fig. 5.4. Mapa litológico de Alcozauca. Esc. 1:250,000.

**Al:** aluviones. **An:** andesitas. **Ar-lu:** areniscas y lutitas. **Ar-lu-lim:** areniscas lutitas y limolitas. **Ar-T:** areniscas y tobas volcánicas. **ArQ:** areniscas de cuarzo (cuarcitas). **B:** Basalto. **Bv:** brechas volcanicas. **Cg1Cz:** conglomerado de caliza. **Cg2Q:** conglomerado de cuarzo. **Cg3H:** conglomerado de curzo con hematita. **Col:** coluvién. **k:** caliche. **Li-y:** limolitas y yeso. **Li-y-lu:** Limolitas, yesos y lutitas. **Lim:** Limolitas. **Lu:** lutitas. **T:** tobas. **Trv:** travertino. **Tv:** tobas y brechas volcánicas ácidas. **Tv2:** tobas y brechas volcánicas intermedias. **Tv3:** tobas y brechas volcánicas (indif.). **Y-lu:** yesos y lutitas.

mayores del tipo de los contenidos en el conglomerado. Se localiza en la parte noreste del municipio; presenta un afloramiento discontinuo, en la Loma del Puerco, en los terrenos de Amapilca, pero el afloramiento

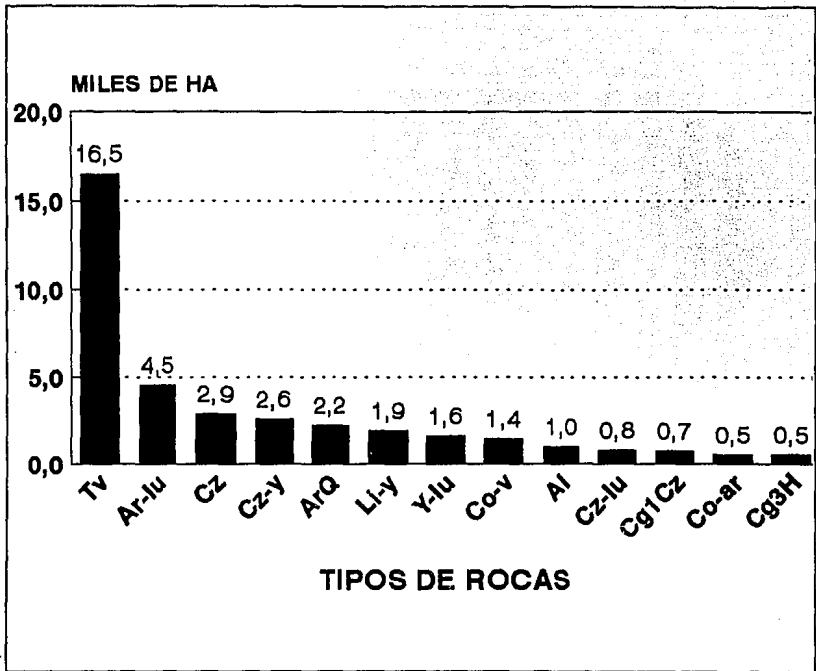


Fig. 5.5. Superficie cubierta por las distintas litologías en Alcozauca, Gro.

principal va desde Cuyuxtlahuac, hasta Tlahuapa, pasando por Pueblo de Dios y Almolonga, formando parte del cerro de La Carbonera y ocupando la barranca del Agua Buena. También se presentan pequeñas áreas en la parte noroccidental, en el Cerro de la Campana en San José Lagunas y cerca de Ahuejutla.

Al igual que otras rocas mesozoicas, estas areniscas se presentan plegadas y dada su gran resistencia a la erosión, forman parte de diversas estructuras; frecuentemente ocurren como filo de cerros empinados, como es el caso del Cerro de la Carbonera, la Loma del Puerco y el de la Campana en San José Lagunas. La superficie que ocupa es de 2,211 ha lo que representa poco más del 5 % del municipio.

Las areniscas y lutitas se presentan como estratos delgados, alternados y sumamente plegados, que contienen múltiples fracturas y que ocasionalmente incluyen lentes de caliza y margas. Su composición es

variable pero predomina el cuarzo y los feldespatos en las areniscas, y las arcillas carbonosas o calcáreas en la lutitas.

Afloran principalmente en la parte sureste del municipio, en los terrenos de las comunidades de Tlahuapa, Ixcuinatoyac, Buenavista y San Martín. También se presentan en la zona oeste, con menor superficie, en la comunidad de Petlacalancingo, en donde también suelen contener estratos de limolitas. Ocupan un área de 4,500 ha lo que equivale al 11 %.

El **conglomerado de cuarzo** esta constituido homogéneamente por arenas gruesas y gravas de cuarzo bien cementadas, formando paquetes masivos sin clara dirección de estratificación. Aflora en la cima del cerro de La Campana, en los terrenos de Tlahuapa, Buenavista y San Martín, en donde forma un relieve semidómico con bordes truncados. Su superficie es de 383 ha que representa casi el 1 % del total.

Como una variante de la anterior, en la zona de Petlacalancingo y del occidente de Lomázoyatl, se presenta el **conglomerado de cuarzo con hematita**, que se caracteriza por presentar una matriz ferruginosa y una estratificación más gruesa y mejor apreciable, e incluye gravas de granos gruesos con gran resistencia al intemperismo o alteración. Ocupa una superficie de cerca de 500 ha (1.3 %).

### 5.3.2. Rocas calcáreas.

Existe un conjunto de rocas que forman parte del grupo sedimentario mesozoico y que se caracterizan por presentar en menor o mayor grado compuestos con calcio. Es probable que sean de edad menor que el grupo cuarcítico, probablemente del Cretácico. En Alcozauca, se distinguieron las siguientes unidades: calizas; calizas y yesos; yesos y lutitas; yesos y limolitas; limolitas; caliche, travertino y onix; y finalmente, conglomerado calcáreo.

Las **calizas** se presentan en forma impura y llegan a graduar a marga y lutita; tienen una estratificación delgada y contienen abundantes restos de ostras; localmente se observa dolomitizada. Se encuentra aflorando en grandes franjas de orientación norte-sur, formando parte, sola o junto con las areniscas, de estructuras anticlinales y monoclinales. En el noroeste del municipio, en Ahuejutla y San José Lagunas; en la zona occidental, cerca de Xochapa y Petlacalancingo. En la parte oriental, constituye parte de los cerros del Puerco y de la Carborera, y se distribuye en forma de una angosta franja desde los terrenos de Alcozauca, hasta los de Tlahuapa, pasando por los de Almolonga. También se presenta esporádicamente, en forma de lentes dentro de otras rocas, principalmente las areniscas, en los

terrenos de Ixcuinatoyac, Zoyatlán y Acametla. En su conjunto, estas rocas ocupan 2,900 ha que hacen el 7.1 %.

Las **calizas y yesos**, consisten en estratos alternados de estas rocas, los cuales se presentan delgados y pegados con huellas ocasionales de recristalización; desarrollan con frecuencia costras de caliche. Afloran masivamente en los terrenos de San Jose Lagunas, principalmente, pero abarcan también parte de los de Ahuejutla y los de Xochapa, en la porción occidental del municipio. Abarcan 2,600 ha, lo que significa el 6.3 % del total.

Los **yesos y lutitas** se presentan en forma de muy delgados estratos plásticos, que alternan estas dos litologías, la primera de color blanco sacaroide característico y la segunda de tonos verdosos. Se presenta en las laderas del fondo del cañon del río Salado, en los terrenos de Alcozauca, en los límites con los valles de vega, y en forma de una franja N-S, especialmente en las laderas al oeste del río, casi desde Amapilca, hasta cerca de Ixcuinatoyac. La morfología que da origen es de laderas muy inclinadas o bien de domos que forman zonas de pendiente regular o cimas. Ocupan una superficie de 1,600 ha, lo que representa el 4 %.

Inmediatamente arriba de la anterior, tanto altitudinalmente, como estratigráficamente, y de forma concordante, se presenta una secuencia de **yesos y limolitas**, integrada por estratos intercalados de esas dos rocas, que por influencia de la última, adopta tonos de color rojizo. Se localiza en las partes más altas de la ladera oeste del Cañon del río Salado, desde Xonacatlán, donde aflora un manchón de mayores dimensiones, hacia el sur donde el rodal se convierte en una estrecha franja que se encuentra entre los yesos y lutitas, hacia abajo y al este, y las rocas volcánicas, al oeste y arriba, llegando hasta Chimaltepec. También aflora en una considerable superficie en Cuyuxtlahuac, en los alrededores del valle en el que se encuentra ese poblado y hacia Pueblo de Dios. Otros afloramientos menores se presentan en los alrededores de Zoyatlán, y cerca de Xochapa. Ocupa una superficie de 1,900 ha lo que representa el 4.7 %.

Las **limolitas** también se presentan en forma más o menos pura, aunque en algunas partes se logran observar algunos estratos delgados de bentonita intercalados; se distingue por su color morado y al parecer su composición está influida por material volcánico, por lo que podría ser una transición de los sedimentos evaporíticos arcillosos a la cubierta volcánica. Aflora en dos manchones principalmente; uno de ellos al oeste de Chimaltepec y el otro al NW de Xochapa; ambos afloramientos parece ser parte del mismo banco que aflora a ambos lados de la cubierta volcánica. Su extensión es de 414 ha lo que representa el 1 %.

Existen pequeñas áreas dispersas que muestran afloramientos de carbonatos en forma de caliche, travertino y onix. El caliche, como se ha mencionado, aparece en zonas más o menos extensas, cubriendo rocas como las calizas, y los yesos, más frecuentemente en los climas cálidos. Forma costras que pueden llegar a ser hasta de 1.5 m de grueso en las que se desarrolla un suelo negro de tipo rendzina. El travertino, asociado con el onix, aparece en áreas más restringidas, producto de la deposición de carbonatos arrastrados por aguas subterráneas que afloran en el manantial de Cuyuxtlahuac, en una pequeña zona al sur de Ixcuinatoyac y en la cañada de Chimaltepec. Pero sin duda el banco de travertino más grande se encuentra al sur de Almolonga, en donde se puede encontrar en su forma más pura y mejor cristalizado.

Finalmente, se encuentra el **conglomerado calizo** que consiste en gravas de diverso origen litológico, pero principalmente compuesta de cantos de caliza, aunque también los incluye de tipo cuarcítico y margoso, con cementante limolítico color morado. Se localiza en la zona conocida como La Angostura, entre Tlahuapa y Almolonga, constituyendo una unidad aislada. El origen de este conglomerado fue la caída de dos grandes bloques sobre el cañon del río, lo que provocó su angostamiento y dió origen también al valle de Tlahuapa. La superficie que esta unidad litológica abarca es de 729 ha, lo que representa el 1.8 %.

### **5.3.3. Rocas volcánicas.**

De manera general se puede decir que la zona está coronada en sus partes altas por rocas volcánicas, que incluyen tanto materiales piroclásticos (tobas y brechas), como derrames de lava, diques y cuellos volcánicos de corta extensión. Aparentemente existen dos conjuntos de rocas volcánicas que corresponden a dos eventos diferentes. 1) Las rocas de composición ácida, que se encuentran en las partes altas en el centro y sur del municipio, que están relacionadas con el proceso de coronación de las partes elevadas de la sierra, y 2) las rocas volcánicas que se encuentran en el noreste del municipio, en zonas más bien bajas, (excepto por el Cerro del Gavilán), y que están asociadas con un conjunto litológico que se distribuye más hacia el norte, por el municipio de Tlalistaquilla, pero que se presentan hasta el de Xochihuehuatlán, y del que estos afloramientos representan su límite sur. Aunque parece claro que ambos eventos se llevaron a cabo durante el Terciario, parecería que el primero es más reciente.

Las **tobas y brechas volcánicas ácidas**, constituyen un paquete de

gran importancia, tanto en extensión como por su grosor. Esta compuesto por una secuencia muy fracturada que alterna brechas y tobas volcánicas, de composición dacítica, lo que significa que son las menos ácidas dentro de las volcánicas ácidas, con bajo contenido de sílice; predominan las plagioclasas sódicas, con bandas de hematita y anfíboles oxidados. Se distribuyen en la porción central del municipio, sobre el macizo montañoso central desde Xonacatlán hacia el sur, hasta Zaragoza, en el extremo meridional. Se trata de la unidad litológica con mayor extensión en el municipio, con casi 16,500 ha que representan el 40 %.

La **brecha volcánica intermedia** es una roca de composición andesítica con fenocristales de plagioclasa sódica y alteración de sericita. Se localiza en la parte noreste del municipio en Amapilca y Cuyuxtlahuac, y ocupa una superficie de poco más de 600 ha que equivale al 1.6 %.

Estructuras aisladas de **andesita** y **andesita-basalto**, se localizan en sitios que constituyeron conductos volcánicos por donde fluyó la lava y probablemente dieron salida a los materiales piroclásticos también. Dentro de la zona de piroclásticos intermedia del noroeste del municipio destaca la elevación del Cerro del Gavilán, que constituye precisamente un aparato de este tipo. En la zona sur, por su parte, dentro del área de rocas ácidas, se localiza el Cerro del Quince, que constituye también un macizo andesítico. La superficie que estas rocas cubren es muy pequeña (200 ha) y representa solo el 0.5 %.

#### 5.3.4 Depósitos cuaternarios.

Como consecuencia del predominio de las dinámicas denudatorias características de los sistemas complejos de montañas como la que nos ocupa, la existencia de zonas de acumulación se restringe a pequeñas áreas que son consecuencia de la existencia de obstáculos de diverso orden a los procesos de erosión. En el municipio se presentan tres tipos de unidades: los valles fluviales (vegas), los valles intermontanos, y los coluviones.

Los **valles de vega** consisten en las planicies de inundación del río Salado y sus afluentes, que se producen en zonas en las que se genera una estabilidad temporal provocada por la existencia de un obstáculo litológico más difícil de erosionar, como en el caso de las vegas de Amapilca, Alcozauca y Almolonga, que aparentemente se forman por el paso del río de los yesos y lutitas al paquete volcánico intermedio. Las zonas de estabilidad temporal, también se producen por fenómenos de fallamiento que levantan un bloque y producen condiciones de acumulación en uno de los bordes, como parece ser el caso de las vegas de Zoyatlán y Cruz Verde.



Consisten en depósitos muy recientes que contienen estratos alternados de limos, arenas y gravas, y se pueden conjuntar con los lechos rocosos y arenosos de los ríos, con los que están asociados. Otras áreas menores de vegas se encuentran en Ahuejutla y en Ixcuinatoyac.

Otro tipo de depósito lo constituyen los valles intermontanos, que tienen un origen diverso, pero que difieren de los anteriores en que no son planicies de inundación y no reciben actualmente una influencia fluvial. Su formación obedece a causas diversas; los que se encuentran al sur de Zaragoza y en Cuyuxtlahuac, parecen haber sido formados por la influencia de los fenómenos volcánicos, en el primer caso, por la existencia del Cerro del Quince, y en el segundo, por la presencia de los depósitos piroclásticos, que representan obstáculos que permitieron la generación de los valles. En el caso del Valle de Tlahuapa, su origen como ya se había mencionado, se debe a la caída de los grandes bloques que formaron La Angostura. Finalmente en el caso de San José Lagunas, se trata de un valle formado por una dolina caída, lo que se evidencia por el hecho de que aparentemente es endorreico, pero en realidad el agua tiene salida hacia un drenaje subterráneo. En su conjunto vegas, lechos y valles intermontanos ocupan una superficie de 980 ha y representan el 2.4 % del total.

Finalmente, se encuentran los **coluviones**, que consisten en depósitos originados por gravedad y consisten en acumulaciones con estratificación caótica. Su composición depende fuertemente de la roca que los originó. Se localizan de manera dispersa por todo el municipio, aunque existen algunas zonas en donde abarcan una superficie relativamente mayor, como en los alrededores del cerro del Quince, en el Poblado de Zoyatlán y en Xochapa. También existen con frecuencia en las zonas de contacto entre las rocas volcánicas, presumiblemente con una velocidad mayor de erosión y las sedimentarias, como los yesos y limolitas, como ocurre en la zona de contacto entre estas dos rocas en la parte alta de la ladera oeste del río Salado.

#### **5.4. ESTRUCTURAS**

Como ya se indicó, las principales estructuras geológicas del municipio tienen que ver con diferentes tipos de fenómenos tectónicos. En primer lugar están las estructuras generadas por los depósitos plegados, que se manifiestan en las zonas en que este tipo de rocas sedimentarias afloran. En el noroeste del municipio sobre estratos de calizas se encuentra el **anticlinal de Ahuejutla**, el cual tiene un rumbo N-S, pero sufre desviaciones producidas por fallas transversales que lo hacen desviarse en

su parte media a un rumbo NE-SW, para después volver con el rumbo original. Esta estructura está atravesada por el río Ahuejutla. Más al sur de Ahuejutla, se encuentra el **sinclinal Hierba Santa**, al este de dicho pueblo del municipio de Xalpatlahuac, y entre Ahuejutla y San José Lagunas. Constituye un cerro de mayor altitud que el anterior (su cima se encuentra sobre los 2,100 msnm) y tiene un rumbo norte-sur que en su parte septentrional sufre una desviación también por fallamiento, para adoptar una dirección noroeste-sureste.

Entre Xochapa y San José Lagunas, en la parte oeste del Municipio se encuentra el **monoclinal** de estratos calcáreos, inclinados casi verticalmente.

En la parte noreste del municipio destacan claramente dos estructuras que son continuación una de la otra. El **monoclinal Cerro del Puerco**, que corre con dirección N-S desde Amapilca hasta la desembocadura de la Barranca del Agua Buena, cerca de Alcozauca, y que está formado por cuarcitas y calizas. Esta estructura se continúa, después de la interrupción del Agua Buena, en el **monoclinal Cerro de la Carbonera**, que tiene orientación y litología semejantes.

Un segundo conjunto de procesos que tienen que ver con la formación de estructuras son los derivados de los fenómenos cársticos, de los cuales la principal es la **uvala de San José Lagunas**, que consiste en un conjunto de dolinas que forman valles intermontanos.

Las litologías que contienen yeso, por su parte, tienen tendencias a formar estructuras dómicas, como es el caso de los **domos de Alcozauca**, y el del **domo de Melchor Ocampo**. Otra estructura dómica es el **Domo del cerro de la Campana**, que se encuentra cerca de San Martín, el cual sin embargo, está constituido de conglomerado de cuarzo.

Los procesos de tipo volcánico también son factores que originan estructuras, como el **conducto volcánico del cerro del Gavilán** al este de Cuyuxtlahuac, y el **conducto del Cerro del Quince**, al sur de Zaragoza. En Amapilca, en el paraje conocido como La Loma, existe un **cono basáltico** que corresponde a un conducto adventicio relacionado con el del cerro del Gavilán.

Otra estructura de carácter muy particular es la formada por los **bloques caídos de La Angostura** los cuales presentan con bastante claridad las dos fallas que permitieron su desplazamiento.

Finalmente aunque existen un gran número de fallas en todo el territorio del municipio, es importante mencionar la gran **falla Xochapa-San Martín**, que atraviesa de manera oblicua el municipio con una orientación NW-SE y que parte el paquete volcánico, en dos conjuntos, por lo que se puede concluir que es resultado de un proceso tectónico relativamente

reciente, o cuando menos posterior al depósito del material piroclástico. Es probable que dicha falla se originara por un proceso de levantamiento del bloque meridional, y de esta forma, es una importante evidencia de la juventud de la Sierra.

## 5.5. GEOMORFOLOGIA

Dentro del contexto general de la dinámica del modelado de los paisajes del municipio, que como se ha reiterado está dominada por los fenómenos de levantamiento y denudación, se pueden distinguir paisajes que responden a dinámicas particulares. Se ha dividido el municipio, en cuatro grandes conjuntos de paisajes geomorfológicos. En primer lugar están los **paisajes estructurales**, los cuales se caracterizan por la predominancia de las estructuras en la definición de las formas de los terrenos, y los cuales están integrados por las zonas de geología mesozoica, principalmente, pero que también incluyen las zonas de estructuras volcánicas.

En segundo lugar se tienen los **paisajes cársticos** que consisten en las áreas en donde este tipo de dinámica prevalece, principalmente la zona de las uvalas de San José Lagunas.

En tercer término, están los **paisajes denudatorios**, en donde la fuerza de la erosión es el principal factor que explica las geoformas, y que aquí están constituídos por las zonas de depósitos piroclásticos disectados, los cuales pueden ser divididos en dos partes; por un lado aquellos que se encuentran en la zona climática semitemplada, en donde los drenajes son de tipo clásicamente pinnado, tienen más densidad, y la frecuencia de cimas redondeadas es mayor, y las zonas de climas templados subhúmedos y húmedos, en donde la densidad del drenaje es menor, las laderas fuertemente inclinadas mucho más grandes y las cimas generalmente son agudas, a excepción de las crestas mayores en donde se presentan pequeñas áreas con cimas aplanadas.

Finalmente tenemos a los **paisajes de tipo acumulativo**, los cuales están formados por las playas de los ríos, los valles de vega, los valles intermontanos, y las terrazas ya sea de origen coluvial o las que corresponden a antiguos valles ahora disectados.

Asimismo se distinguieron las unidades geomorfológicas en cinco conceptos: las laderas con pendiente fuerte, las que tienen inclinación regular, las terrazas, los valles intermontanos, las vegas y las playas de los ríos (figs. 5.6 y 5.7).

Desde luego, las laderas con pendiente fuerte (más de 20°) son las

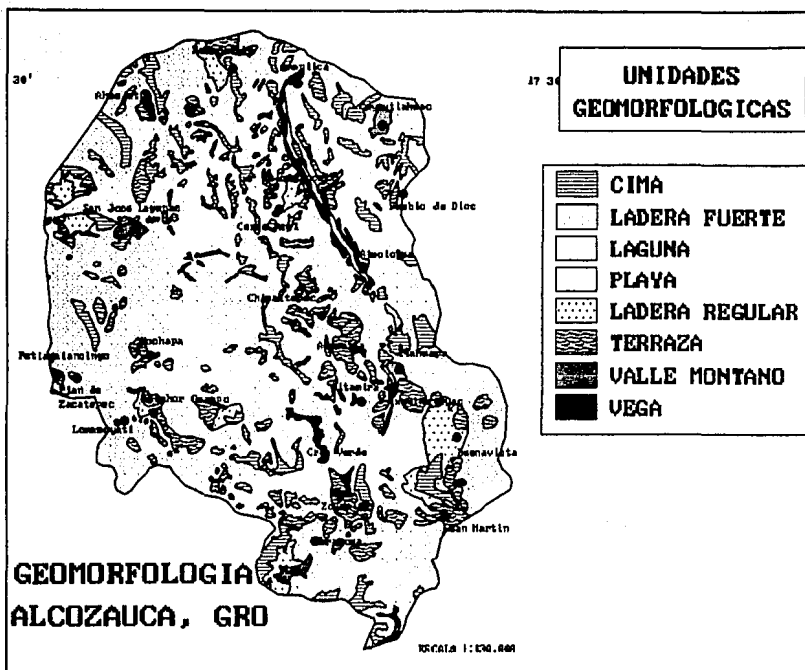


Fig. 5.6. Mapa de las unidades geomorfológicas de Alcozauca. Escala 1:250,000.

que prevalecen, ocupando 31,281 ha (77%). Las laderas con inclinación regular, entre  $12^{\circ}$  y  $20^{\circ}$ , son menos frecuentes y ocupan 1,441 ha (4%). Independientemente del paisaje geomorfológico al que correspondan, la dinámica que prevalece en estas geoformas, es la denudatoria, la cual implica zonas de gran inestabilidad, donde los materiales mantienen un flujo constante de exportación (agua, suelo, biomasa, rocas).

Las terrazas, por su parte se encuentran en 3,730 ha (9 %), mientras que las cimas redondeadas existen en 3,423 ha (8%). Las cimas, por encontrarse en la parte superior, no reciben aportes de otras geoformas, pero la menor energía a la que se encuentran sujetas les permite tener una mayor estabilidad. Por ello, aunque los suelos tengan mucho parecido con los de las laderas, la menor intensidad del proceso erosivo, les permite un mayor desarrollo y un menor riesgo.

Existen varios tipos de terrazas; por un lado se encuentran las

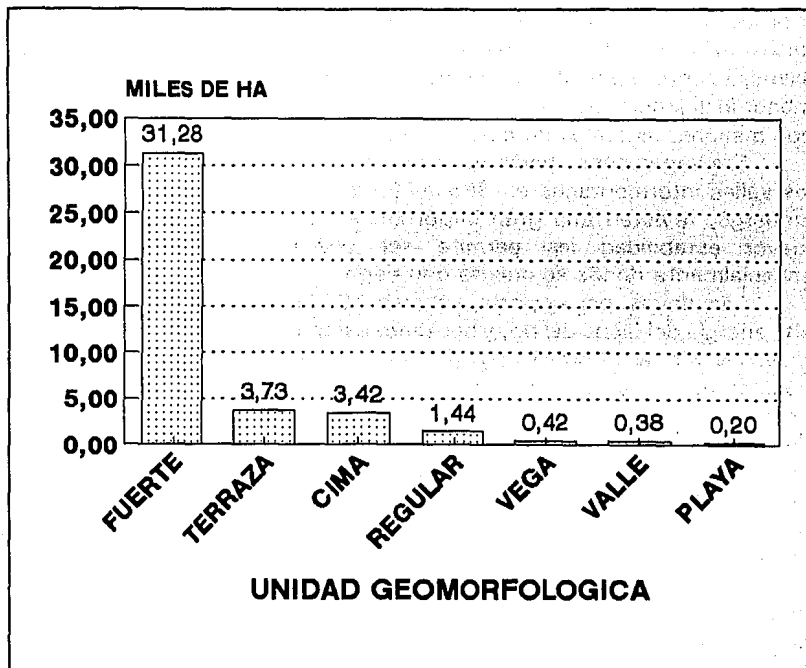


Fig. 5.7. Superficie de las unidades geomorfológicas de Alcozauca.

terrazas estructurales, es decir las que son producidas por ejemplo, por la diferencia de dureza de los estratos de una roca sedimentaria plegada. En este caso, el tipo de estabilidad, es parecida a la de las cimas, aunque existe la posibilidad de recibir aportes de materiales de laderas más arriba. Un segundo tipo de terraza, es la generada por un proceso coluvial, es decir por la caída y acumulación de materiales por acción de la gravedad. En este caso, existe un proceso de acumulación de material, que impone también una dinámica de mayor estabilidad. Estas terrazas, no sólo están sujetas a menor energía, por su forma, sino que además reciben constantemente aportes de las laderas superiores. Desarrollan en general suelos más profundos.

El tercer tipo de terraza es la que consiste en un antiguo valle de vega o intermontano, que se encuentra desestabilizado y disectado, al modificarse el nivel de erosión, por la remoción de un obstáculo, o debido

a procesos de levantamiento. En este caso se trata de un proceso de desestabilización de una zona anteriormente acumulativa, y la dinámica es esencialmente denudatoria, aunque lo capitalizado con anterioridad, y la menor inclinación, permite un proceso pedogenético más veloz, y soporta con menores síntomas de deterioro, un uso relativamente intenso.

Las vegas por su parte se extienden en apenas 424 ha, mientras que los valles intermontanos en 385 ha (cerca del 1% en ambos casos). Sin embargo, revisten una gran importancia para la agricultura, ya que su mayor estabilidad les permite ser usadas de manera intensiva, especialmente donde se cuenta con riego.

Las playas, por su parte, abarcan 197 ha y consisten en las zona de alta energía del lecho del río, y por tanto están formadas principalmente por gravas y arenas. Entre la playa y la vega, existe un proceso de lucha constante, ya que el valle tiene una tendencia hacia el crecimiento, impulsada por la disminución de frecuencia de las avenidas y por el desarrollo de la vegetación, aunque por otro lado existe también siempre el riesgo de que un aumento en la intensidad de las avenidas destruya las vegas y las convierta en playas. La intensidad de las lluvias y el estado de deterioro de la cuenca, son los metaprocesos que determinan hacia donde se dirige el conflicto.

Dado el carácter temporal de las zonas de acumulación como las vegas, las terrazas y los valles intermontanos, se establece un proceso cíclico, que se inicia con la generación de una zona de acumulación, debida a un proceso tectónico o al surgimiento de un obstáculo, lo que conduce a la formación de un valle. Cuando el valle se llena, y el obstáculo se remueve, entonces, se desestabiliza y el proceso se invierte, conduciendo a la disección y a la intensificación erosiva.

## VI. CLIMAS

Por su localización latitudinal, Alcozauca se encuentra completamente dentro la zona tropical, lo que determina una cierta estabilidad climática. Los valores de radiación solar mensual, que corresponden a la latitud se muestran en la tabla 6.1, donde se puede observar que dichos valores presentan un máximo en los meses de mayo y junio, pero que la diferencia con el mínimo, que se presenta en diciembre es tan solo de 5 unidades. Las grandes diferencias altitudinales, derivadas de la localización del municipio sobre la Sierra Madre del Sur, hacen que los climas sean tropicales de montaña, y se presenten dos zonas térmicas, una cálida en las partes bajas, y un templada en los sitios de mayor elevación. A su vez, en cada una de estas zonas es posible dividir los climas en cálidos y semicálidos, en el primer caso y en templados y semitemplados, en el segundo.

MES	RADIACION SOLAR
ENERO	11.80
FEBRERO	13.17
MARZO	14.65
ABRIL	15.63
MAYO	16.05
JUNIO	16.03
JULIO	16.00
AGOSTO	15.76
SEPTIEMBRE	14.99
OCTUBRE	13.72
NOVIEMBRE	12.23
DICIEMBRE	11.35

**Tabla 6.1.** Valores de radiación solar a los 17° (mm de agua evaporable). Tomada de Ortiz Solorio 1987.

Por otra parte, el municipio se encuentra en el extremo sur del país, y más bien en su parte occidental, no obstante lo cual, recibe influencias de los vientos alisios, que se logran filtrar entre la Sierra Madre Oriental y alcanzan a llegar a la región con algo de humedad todavía. Su interferencia con la SMS es la responsable del comportamiento general de las lluvias, aunque la zona recibe también la influencia de los ciclones tropicales del Pacífico, que contribuyen de manera importante también a la precipitación; estos fenómenos meteorológicos hacen que la zona sea en general subhúmeda con lluvias en verano, aunque algunas pequeñas áreas en las puntas de la sierra presenten regímenes hídricos húmedos. En general la influencia de la humedad costera provoca que la vertiente pacífica de la SMS sea más húmeda que la vertiente del Balsas, aunque este efecto no se presenta en Alcozauca ya que la parte estudiada de este municipio (es decir, sin San Miguel el Grande) se encuentra completamente en la vertiente del Balsas.

De forma global, entonces, y partiendo de la ubicación latitudinal, y continental de la zona se puede decir que la distribución de los climas sigue un patrón generalizado en donde el factor que más influye es el orográfico; así, se produce un esquema en el que dentro del contexto de climas subhúmedos y tropicales de montaña, el aumento de la altitud corresponde con un descenso de la temperatura y con un aumento de la humedad, tanto debido al propio aumento de la precipitación como a la disminución de la evaporación.

## **6.1. METODOLOGIA**

Para definir, caracterizar y cartografiar los diferentes mesoclimas del municipio se adoptó en principio el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1987). Sin embargo se adoptó el criterio general de distinguir franjas mesoclimáticas usando los límites de distribución de la vegetación. Así, el análisis climático realizado se basó en primer término en la carta de INEGI (escala 1:500,000), en segundo lugar en la información estadística de las estaciones climatológicas del municipio y cercanas; sin embargo, los linderos se trazaron principalmente sobre la base de la interpretación de las fotografías aéreas 1:50,000 y de la información obtenida de los muestreos y observaciones de la vegetación. Los rodales de las fotos aéreas fueron transferidas a la carta base (topográfica 1:50,000 de INEGI) por los técnicos de INEGI haciendo uso del Stereosketch, y posteriormente digitalizados con el ILWIS.

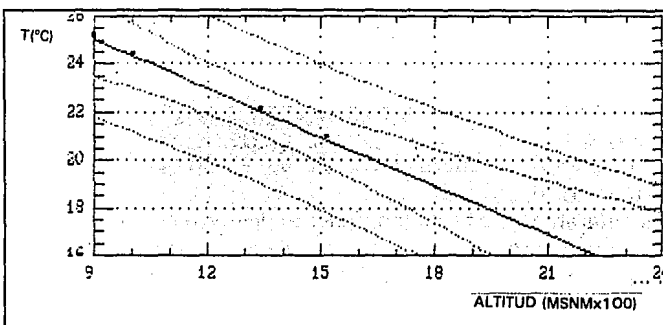
Los balances entre la evapotranspiración y la precipitación, se



hicieron considerando a la primera variable como el 80 % de la evaporación y esta última se calculó para las estaciones en las que no se registra, a partir del método de Pájaro y Ortiz (Ortiz-Solorio, 1987).

## 6.2 GRADIENTE ALTITUDINAL DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACION

La fig. 6.1 muestra la recta producida por la regresión entre los valores de temperatura media anual y la altitud en 8



estaciones de la región de la Montaña. ubicadas sobre la vertiente norte de la SMS; el coeficiente de correlación alcanza un valor de -0.93 y la R cuadrada es de 87%, de lo cual se concluye que el modelo es altamente significativo (nivel de probabilidad de .00074). Sobre la base de esta regresión se puede aseverar que la relación entre el cambio de altitud y la disminución de la temperatura, en la Montaña, se modela según la ecuación siguiente:

Fig. 6.1. Resultado de la regresión entre altitud y temperatura para 8 estaciones climatológicas de la región de la Montaña. Coef. de corr.= -0.932; R-cuadrada= 86.89%; Nivel de prob. = 0.00074.

$$T_m = 31.1 - 0.00677(A)$$

Donde  $T_m$  es la temperatura media (grados C) y  $A$  es la altitud en msnm.

Dado el intervalo de altitudes presente en el municipio, las temperaturas medias anuales oscilan entre poco más de los 22°C en las partes más bajas (1,300 msnm), y alrededor de los 11°C en las cumbres de mayor altitud (3,000 m).

Por lo que respecta a la precipitación, el ajuste del modelo de regresión lineal (fig. 6.2) no es tan bueno como en el anterior, aunque también puede

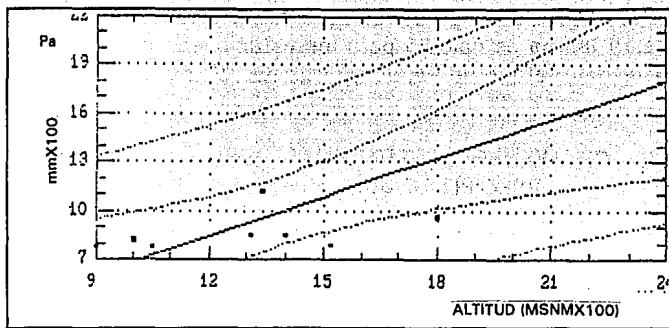


Fig. 6.2. Resultado de la regresión entre altitud y precipitación media anual. Coef. Corr. = 0.791; R-cuadrada = 62.63 %; Nivel de prob. = 0.011.

considerarse aceptable (coeficiente de correlación 0.79, R cuadrada 62%). Esto indica que aunque sí existe relación entre la altitud y la precipitación, no es tan clara como en el caso de la temperatura.

La ecuación resultante es la siguiente:

$$Pa = - 96.56 + 0.788(A)$$

Sin embargo, el hecho de que la estimación de la intercepción de la ordenada al origen no sea significativa, limita el uso del modelo con toda confianza. De hecho el cálculo de las precipitaciones medias anuales utilizando la ecuación, arroja valores más altos de lo que las estaciones presentes en el municipio o las más cercanas registran. Con base más bien en esas estaciones se puede afirmar que la precipitación anual promedio oscila desde poco más de 800 mm, en las partes más bajas, hasta cerca de los 2,000 mm en las zonas de mayor altitud.

### 6.3. LOS TIPOS Y SUBTIPOS DE CLIMA

La tendencia mostrada en la temperatura y la humedad provoca diversas zonas con regímenes climáticos que son resultado de la combinación de dichas tendencias. En todos los casos las lluvias se presentan principalmente en verano, la oscilación de la temperatura es pequeña, por lo que son isotermales, y el mes más cálido se presenta en la primera mitad del año, coincidiendo con el final de la época seca, por lo

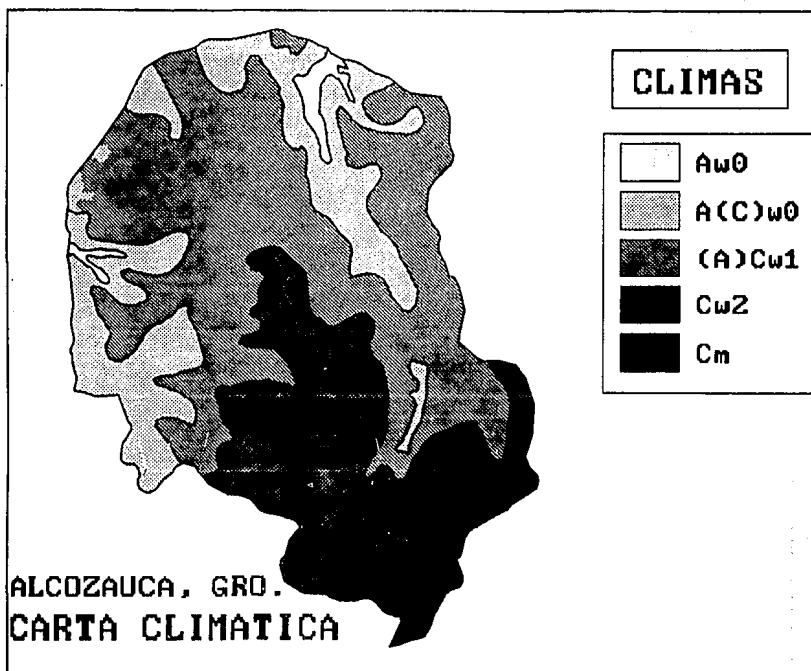


Fig. 6.3. Mapa de mesoclimas del municipio de Alcozauca. Escala 1:250,000.

que la marcha de la temperatura es tipo Ganges. Así, a lo largo del año se presentan tres estaciones: lluvias, secas frescas, y secas calurosas.

La variación de los factores precipitación y temperatura se desarrolla de forma gradual; pero la distribución de la vegetación presenta discontinuidades importantes que definen así diferentes unidades climáticas. Para la definición de los tipos y subtipos climáticos del municipio se siguió en lo general el sistema de Köppen, en la modificación que le hizo García (1987), principalmente debido a que dicho sistema está basado en la idea de colocar los límites de las unidades climáticas siguiendo a los linderos de la vegetación. La definición de las unidades en Alcozauca, se basó en la ubicación de un conjunto de especies vegetales importantes en la vegetación y su distribución, con lo que se establecieron cinco subtipos climáticos que son los siguientes:

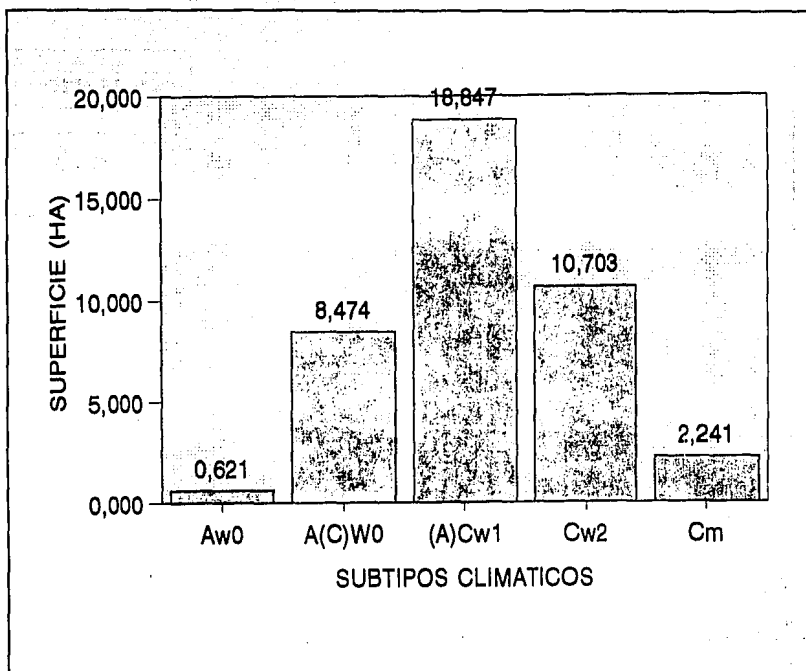


Fig. 6.4. Superficie de los climas de Alcozauca, Gro.

SUBTIPO CLIMATICO	NOMBRE
Aw0	El más seco de los cálidos subhúmedos.
A(C)w0	El más seco de los semicálidos subhúmedos.
(A)Cw1	Intermedio por su humedad entre los semitemplados subhúmedos.
Cw2	El más húmedo de los templados subhúmedos.
Cm	Templado húmedo.

Tabla 6.2. Climas del municipio de Alcozauca.

El municipio de Alcozauca cuenta con dos estaciones climatológicas; una de ellas se localiza en la cabecera municipal y tiene suficientes años de antigüedad; la otra es más reciente y se localiza en el poblado de San José Lagunas, y apenas tiene registros de tres o cuatro años por lo que no puede ser utilizada. Para la caracterización de cada una de las unidades climáticas distinguidas, se usaron entonces, además de la de Alcozauca, estaciones climatológicas que se encuentran cercanas al municipio y que son del mismo subtipo climático.

La tabla 6.3. muestra los datos más significativos de tales estaciones.

NOMBRE	ALTITUD (MSNM)	LAT.	LONG.	AÑOS	T (°C)	P (mm)	CLIMA
TLAPA	1,050	17°33'	98°35'	23	25.7	776	Aw0
IXCATEO-PAN	1,000	17°34'	98°33'	10	24.5	821	Aw0
ALCOZAUCA	1,310	17°21'	98°29'	29	20.1	845	A(C)W0
ATLAMAJALCINGO DEL M. MONTE	1,800	17°19'	98°36'	10	18.4	1040	(A)Cw1
TLAXIACO	2,060	17°16'	97°40'	11	16.7	1133	Cw2
CHALCA-TONGO	2,250	17°02'	97°35'	10	15.4	962	Cw2
COICOYAN DE LAS FLORES	1,980	17°16'	98°16'	10	16.7	1770	Cm
SAN VICENTE AMOLES	2,200	17°02'	98°45'	5	16.9	2051	Cm

**Tabla 6.3.** Lista de las estaciones climatológicas utilizadas para describir los climas de Alcozauca.

### 6.3.1. Aw0, calido subhúmedo.

El clima Aw0 (fig. 6.3) es el que se encuentra en las zonas de menor altitud del municipio, por lo general abajo de los 1,320 m, y se describe con los datos de las estaciones de Tlapa y Alpoyecá, aunque es importante señalar que dichas estaciones se encuentran en el extremo inferior de la distribución de este clima, mientras que las zonas que le corresponden en el municipio, se localizan en su extremo superior.

Este subtipo se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales superiores a los 22°C, y un cociente entre la precipitación y la temperatura menor de 43. Representa las condiciones más calurosas y con menor precipitación en el municipio. Como se puede observar en las figs. 6.5 y 6.6, el mes más caliente es mayo, para el cual se presenta una

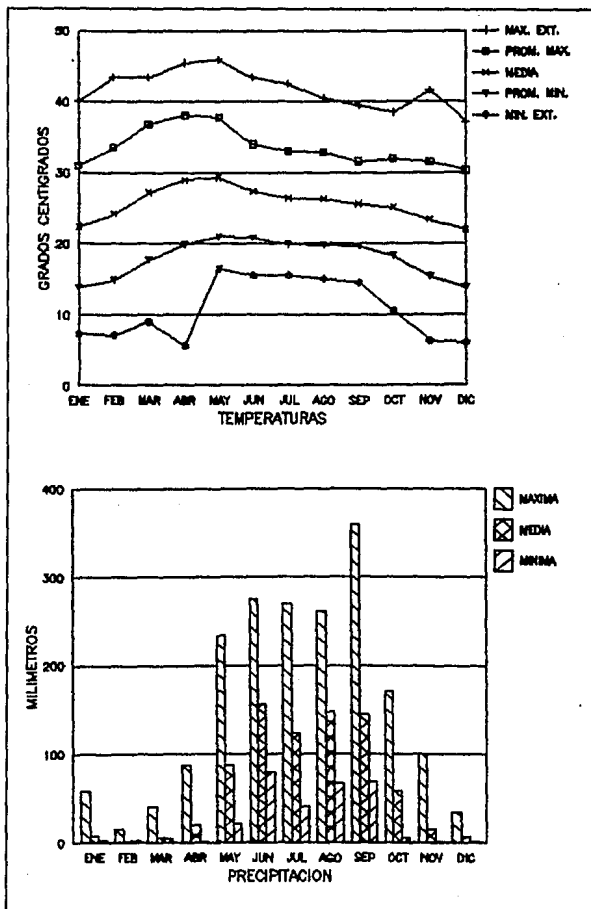


Fig. 6.5. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación Tlapa.

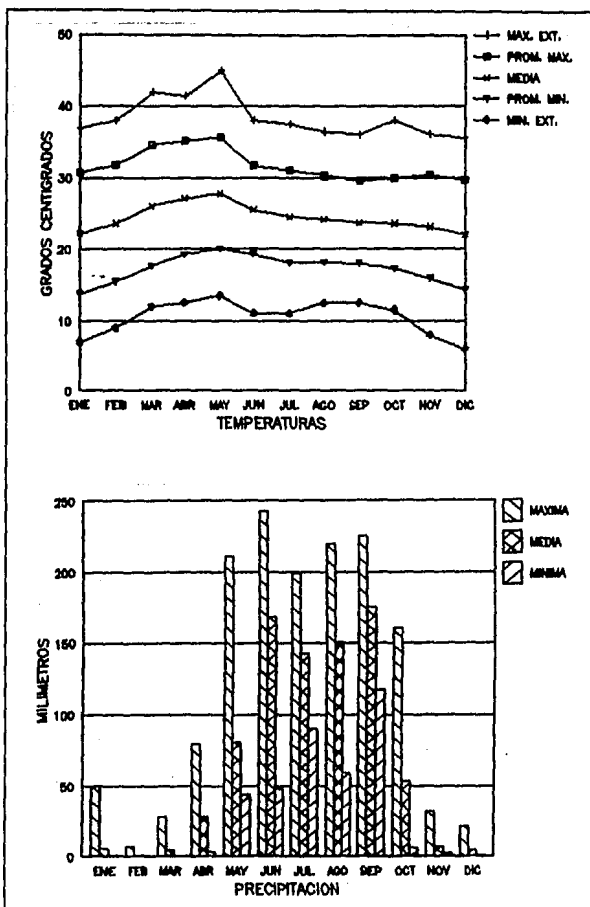


Fig. 6.6. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación Alpoeyca.

media de 29.3°C, aunque el promedio de máximas es de 38.1°C y la máxima extrema alcanza los 46°C. Las temperaturas menores se presentan en diciembre y enero con un valor promedio de 22°C, una media de mínimas de 13.8°C y una mínima extrema de 6°C, por lo que no se presentan heladas. La precipitación media anual es de 776 a 821 mm; la época lluviosa va de mayo a octubre.

Se distribuye en las partes más profundas de los cañones, tanto el del río Salado, como el de la Barranca de San José Lagunas. La superficie que abarca es de 621 ha lo que

representa el 1.5 % del municipio. Se caracteriza por la presencia de las asociaciones de afinidad más cálida del BTC (ver capítulo de vegetación).

### 6.3.2. A(C)w0, semicalido, subhúmedo.

El clima A(C)w0, se encuentra inmediatamente arriba del anterior, entre los 1320 m y los 1800 m de altitud, y se describe con la propia estación de Alcozauca (fig. 6.7). Se caracteriza por presentar una temperatura media anual entre 20°C y 22°C y un cociente P/T menor de 43. Para García (1987) la distinción entre los climas A(C), semicálidos del grupo de los cálidos (que aquí simplemente les llamamos "semicálidos") y los (A)C, semicálidos del grupo de los templados (que aquí se denominan simplemente "semitemplados"), es el valor que alcanza la temperatura del

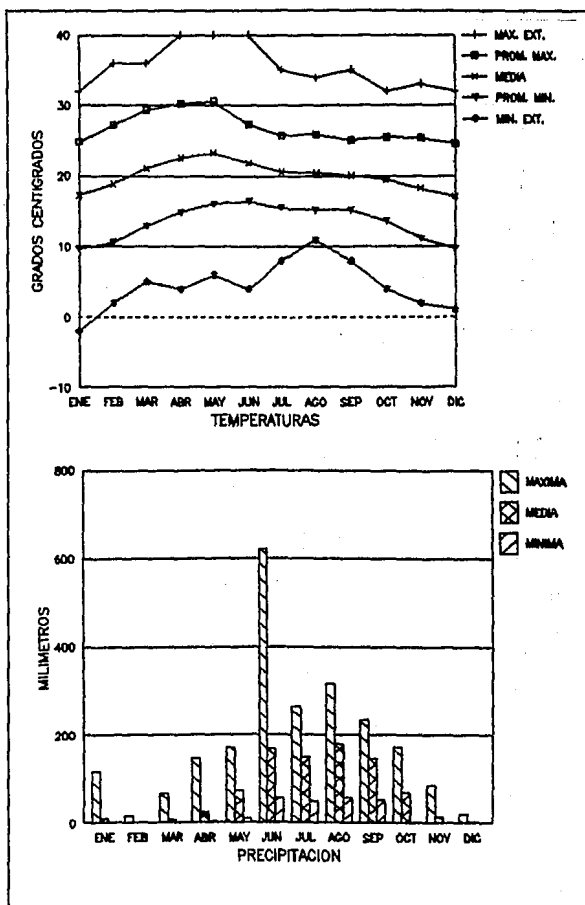


Fig. 6.7. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación Alcozauca.

mes más frío; si esta es menor de 18 corresponde al primer caso, si es mayor, al segundo. Aquí se adoptó el criterio de la distribución de la vegetación para distinguir ambos subtipos; en donde se presentan asociaciones de altura del BTC o bien en su caso, encinares de Quercus



glaucoides, se asignó el clima semicálido, mientras en donde existe el encinar de Quercus magnoliifolia, o bien, bosques mixtos de pino encino con la presencia de esa especie, se consideró que correspondían al clima

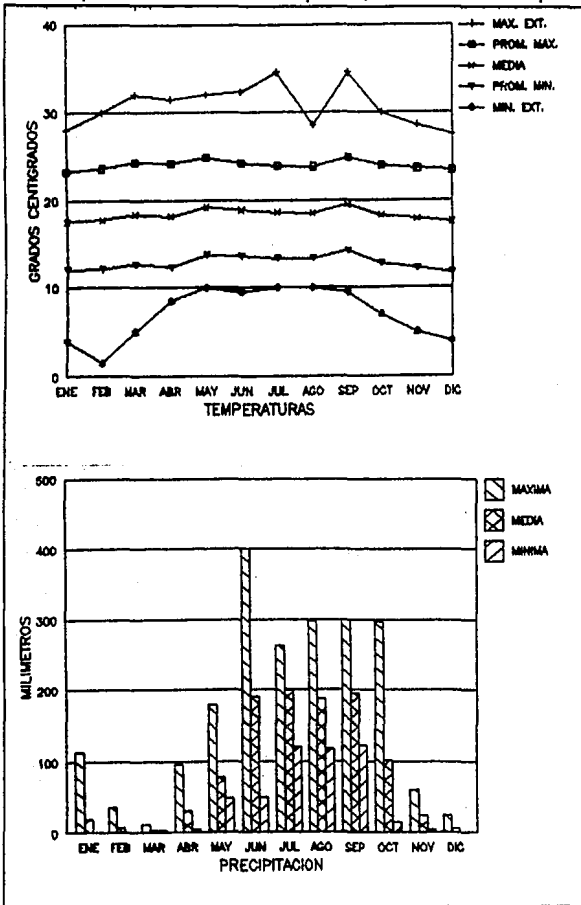


Fig. 6.8. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación de Atlamajalcingo del Monte.

semitemplado. Si se emplea el criterio de García, la distinción entre ambas unidades climáticas no correspondería al límite vegetal y la estación Alcozauca se tendría que clasificar como semitemplada.

En el mes de mayo, que es el más caluroso, la temperatura media es de 23.3°C, el promedio de máxima es de 30.6°C, mientras que la máxima extrema alcanzó los 40°C. El promedio del mes de diciembre, que es el más frío, es de 17.1°C (para García debería ser un (A)C), mientras que la media de mínimas es de 9.7°C. La mínima extrema se presentó en el mes de enero con -2°C, aunque dicho valor

para el mes de diciembre es de 1°C. En este clima se presentan eventualmente heladas entre noviembre y febrero, aunque los valores de

número de días con helada son bajos.

La precipitación media anual es de 845 mm, y la época de lluvias va de mayo a octubre. Los meses más lluviosos son junio y agosto.

Las áreas semicálidas se localizan en las zonas medias de las fosas de los cañones tanto en la cuenca del río Salado, como en las áreas que desembocan al río Igualita. Cubre una superficie de 8,474 ha lo que representa el 20.7 % del total.

### **6.3.3. (A)Cw1, semitemplado subhúmedo.**

Representa el siguiente piso altitudinal hacia arriba y se localiza entre los 1,800 m y los 2,200 m, en donde la vegetación ya es típicamente bosques de pino y encino. Se caracteriza por presentar una temperatura media anual entre 18°C y 20°C y un cociente P/T entre 43.2 y 55. La estación utilizada para describirlo fue la de Atlamajalcingo del Monte, (fig. 6.8; aunque rebasa un poco el valor de P/T límite para el subhúmedo intermedio por su humedad, al presentar un valor de 56, se encuentra en el mismo piso vegetacional y muy cerca de Alcozauca).

La temperatura media del mes más caliente (mayo) se encuentra sobre los 19.2°C mientras que el promedio de máximas para ese mes es de 24.8°C; la máxima extrema se encuentra en 34°C y puede presentarse entre abril y julio. El mes más frío es enero, cuando se presenta una media de 16.3°C. El promedio de mínimas para ese mes está en 8.9°C. La mínima extrema se presentó en enero fue de -1°C. Las heladas se presentan, de noviembre a marzo, con mayor frecuencia que en el caso anterior aunque los valores promedio de número de días con heladas solo alcanzan valores de consideración en diciembre y enero.

La precipitación media anual se encuentra entre los 990 mm y los 1,040 mm; la época de lluvias va de mayo a octubre.

Este subtipo climático se localiza en la parte media del municipio, tanto altitudinal, como geográficamente hablando. Abarca una superficie de 18,847 ha lo que representa el 46.1 % del total.

### **6.3.4. Cw2, Templado subhúmedo.**

Representa propiamente la zona templada de montaña, y se localiza por arriba de los 2000 m de altitud. Se distingue por presentar una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, y un cociente P/T superior a 55. Las estaciones escogidas como representativas de este subtipo son Tlaxiaco y Chalcatongo de Hidalgo (fig. 6.10), las cuales se encuentran

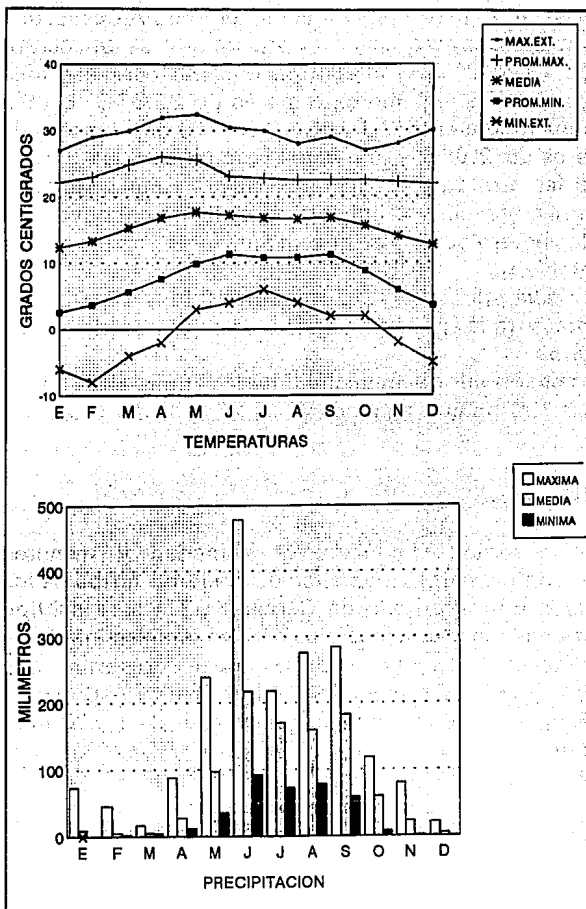


Fig. 6.10. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación de Chalcatongo de Hidalgo, Oax.

ambas en el estado de Oaxaca, pero más o menos cerca de Alcozauca.

La temperatura media del mes más caliente (mayo) se encuentra entre los 17.7°C y los 18.5°C. El promedio de máxima para ese mes alcanza 25.6°C mientras que la máxima extrema es de 32.5°C. El mes más frío (enero) tiene una media entre 12.4°C y 13.7°C; el promedio de mínimas para ese mes es de 2.6°C y la mínima extrema es de -8°C y corresponde al mes de febrero. La presencia de heladas es en este caso importante; ocurren entre noviembre y abril, y rara vez hasta en mayo, con los valores más altos de número de días en que se presentan, en los meses de diciembre, enero y febrero.

La precipitación media anual se encuentra entre 961 y 1010 mm y de mayo a octubre se presenta la época de lluvias, correspondiendo al mes de junio el valor más alto.

Se localiza en la porción sur del municipio, en las zonas altas de las montañas, y abarca 10,703 ha que representan el 26.2 % del total.

### **6.3.5. Cm, templado húmedo.**

Esta es la unidad climática con mayor humedad y menores temperaturas, localizada en las partes más altas de la sierra, arriba de los 2,600 msnm. De acuerdo con el criterio de García (1987) este subtipo climático se caracteriza por tener temperaturas medias anuales inferiores a los 18°C y en relación a la precipitación puede presentar dos circunstancias: tener una precipitación media anual mayor de 1740 mm, si la precipitación del mes más seco es 0 mm; o bien mayor de 1,500 mm, cuando la correspondiente al mes más seco sea de 10 mm. Las estaciones utilizadas para describir este subtipo fueron San Vicente Amoles, en Guerrero, y Coicoyán de las Flores, en Oaxaca (fig. 6.10)

El mes más caliente (abril o mayo) tiene una temperatura promedio de entre 17.5°C y 18.2°C, y un promedio de máximas de 24.9°C; la máxima extrema se alcanza en el mes de julio y es de 36°C. El mes más frío es diciembre o enero con una media de 16°C y un promedio de mínimas de 7.5°C; la mínima extrema es de -4°C la cual se presentó en diciembre. Las heladas son frecuentes entre los meses de octubre a febrero, con máximos en los valores de número de días con heladas en los meses de diciembre y enero. Los valores de temperatura que se presentan en este clima en el municipio de Alcozauca son más bajos que los señalados aquí, si se toma en cuenta que las estaciones usadas se encuentran cercanas a los 2,000 m mientras que la distribución del Cm en el municipio estudiado abarca áreas superiores a los 2,600 msnm.

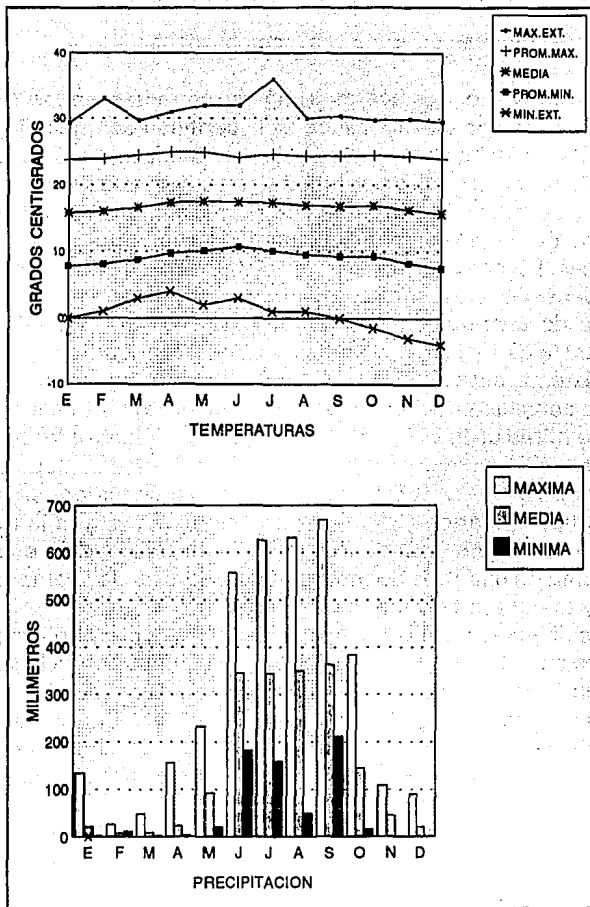


Fig. 6.10. Gráficas de temperatura y precipitación de la estación Coicoyán de las Flores, Oax.

El clima templado húmedo se localiza en el extremo sur del municipio y abarca 2,241 ha que representan el 5.5 % del total.

#### 6.4. La evapotranspiración y los balances hídricos.

Dado que uno de los factores más importantes en los sistemas de manejo de los terrenos de Alcozauca es la cantidad de agua disponible, se mostrará a través del cálculo de los balances hídricos, la disponibilidad de agua en cada ambiente climático. Para ello se compararon los valores que presenta la evapotranspiración potencial (ETP), con la cantidad de agua que ingresa a través de la precipitación, para el ciclo anual en su conjunto y para cada mes. Dicho procedimiento se presenta para una de las estaciones escogidas dentro de cada clima definido y su resultado se considera válido para el área de distribución de cada uno de los subtipos climáticos. La relación entre la ETP y la P es un indicador de la cantidad de agua existente en un ecosistema terrestre. Cuando la P es menor de la mitad de la ETP, entonces se considera que existe un déficit de agua, si la cantidad de lluvia sobrepasa la mitad de la ETP, entonces no existe déficit hídrico; finalmente si la precipitación es mayor que la ETP entonces existe un superavit hídrico (Ortiz-Solorio, 1987). Desde luego este modelo considera solamente los factores de tipo climático y debe ser complementado con la inclusión de otros factores como pueden ser la velocidad del escurrimiento (especialmente en una zona de topografía escabrosa), las características de los suelos y la cobertura vegetal.

De las diversas formas de calcular la ETP se optó por la más sencilla, que consiste en estimarla como el 80% del valor que tenga la evaporación (García Benavides, 1979). Por desgracia no todas las estaciones involucradas tienen datos para la evaporación, por lo que fue necesario estimarla. Para ello se probaron varios métodos y se escogió el que mejor estimó la Ev usando las estaciones en las que esta variable existía, que fue el de Pajaro y Ortiz-Solorio (Ortiz-Solorio, 1987).

En general se obtuvieron valores negativos en la diferencia anual entre precipitación y evapotranspiración, a excepción del clima Cm. La fig. 6.11 muestra los valores anuales de esa diferencia, mientras que la fig. 6.12 los mensuales. Se puede observar que el patrón de los climas subhúmedos es muy parecido entre ellos, y que el Cm difiere fuertemente: es el único que tiene un superavit.

El análisis de las gráficas de los periodos de crecimiento sugiere la idea de que la humedad se está sobreestimando; el panorama de los climas, especialmente el cálido no parece ser coherente con la información que se ha podido reunir en campo, ya que en las zonas de clima cálido, se presentan frecuentemente años en los que los cultivos se pierden completamente por causa de la sequía, aunque en los años en los que

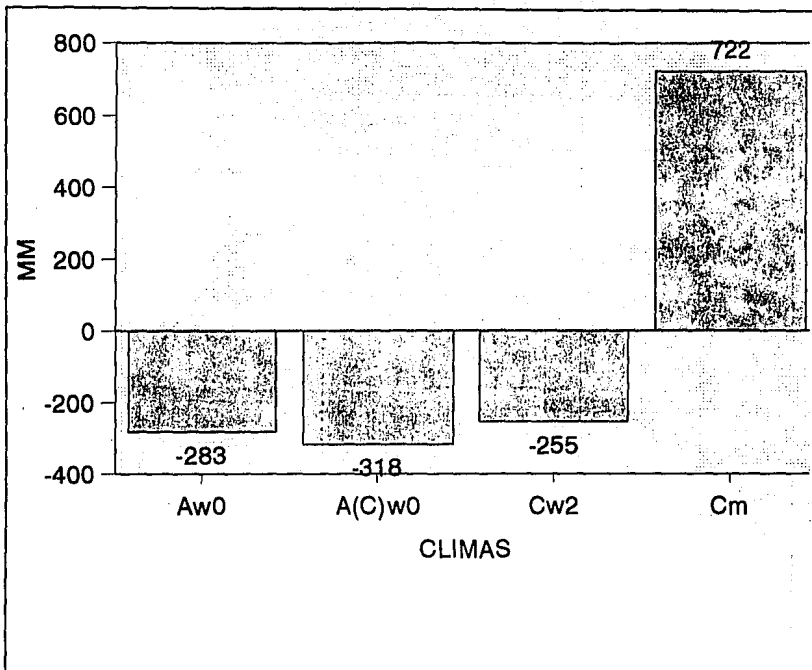


Fig. 6.11. Diferencia de la precipitación menos la evapotranspiración potencial (datos anuales) para los diferentes climas de Alcozauca, Gro.

llueve abundantemente, se logran muy buenas producciones. Esto debe ser reflejado en un modelo de humedad de las unidades ambientales y por ello se optó por tomar el 90% de la ETP como límite inferior de la existencia de humedad suficiente en el ecosistema, en lugar del 50%, y a su vez, la ETP se multiplicó por 1.5, ya que de esta forma, se hace más coherente el modelo con la experiencia; asimismo, se utilizó además de precipitación media mensual, las precipitaciones mínimas. La fig. 6.13 muestra esta última versión en donde se puede observar que existe en efecto una situación grave de déficit de agua en el caso de los climas cálidos, lo que se mejora en los semicálidos, semitemplados y templados, y que se muestra con exceso de agua en el Cm.

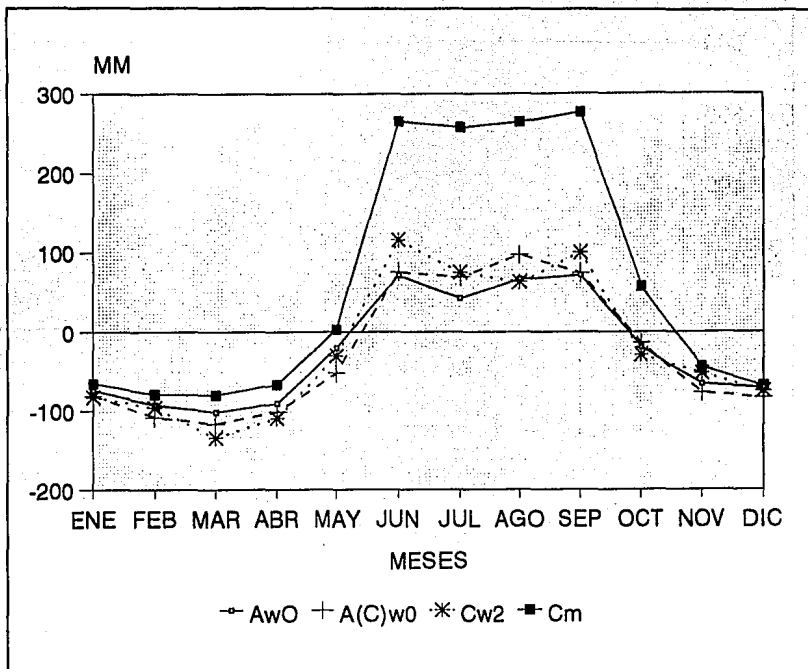


Fig. 6.12. Diferencias mensuales entre la precipitación y la evapotranspiración para cuatro estaciones climáticas.



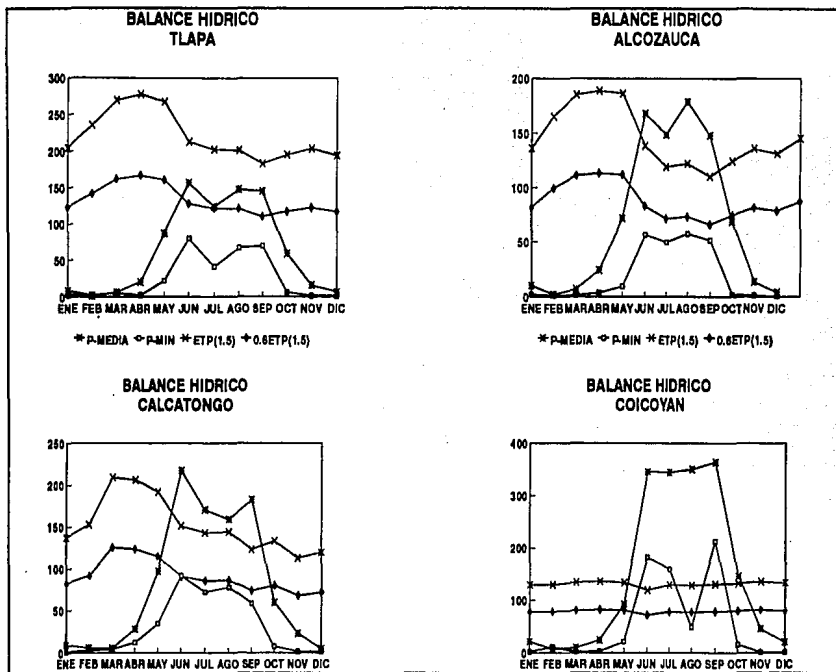
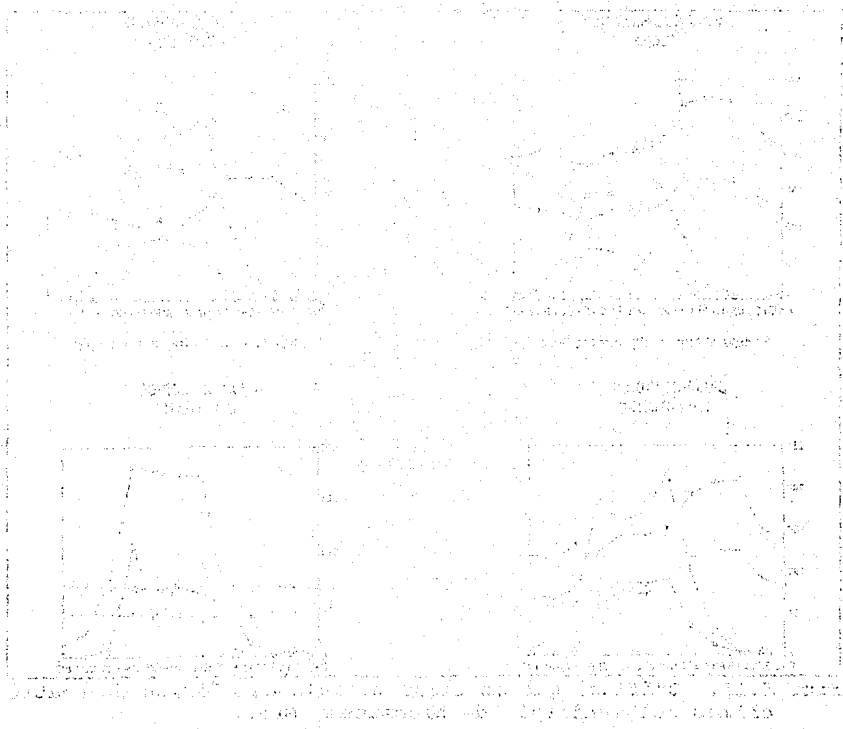


Fig. 6.13. Gráficas que muestran el balance hídrico de cuatro climas del municipio de Alcozauca, Gro..



## VII. SUELOS

El suelo es un elemento del ecosistema que es determinado, junto con la vegetación, por la combinación concreta en que se presenten los factores estructurales, es decir, el clima, el sustrato litológico, la estructura y dinámica geomorfológicas, y la historia. Tanto las condiciones edáficas, como las vegetacionales, están influidas fuertemente por las características de la combinación concreta que les enmarque. Además existe una íntima relación entre ambas y se influyen y condicionan mutuamente. Son también la parte más lábil del sistema, la que es transformada en primera instancia por los sistemas productivos, y la que contiene la maquinaria biológica. En efecto, las complejas relaciones entre la estructura y los procesos que se desarrollan en el suelo, y las diferentes especies de la comunidad, implican mecanismos de diferente tipo que conforman la estructura biótica del ecosistema. Entre esos mecanismos es importante destacar la retroalimentación positiva que significa la relación suelo vegetación, que tiene sin duda un mutuo efecto sinérgico, en donde mejores condiciones edáficas permiten un mayor desarrollo de la vegetación y viceversa. Trataremos de analizar el suelo como parte de este entramado ecológico, buscando describir sus características, y entender las relaciones entre esas características y algunos de los factores estructurales.

El rasgo general más importante de los suelos de Alcozauca, es su juventud. Debido a que se encuentran localizados en una zona donde prevalecen ampliamente los procesos morfogenéticos (tectonismo y modelado pluvial), la mayoría de los suelos se encuentran formando parte de sistemas inestables y exportadores, por lo que se desarrollan sobre la base de mecanismos de equilibrio dinámico que les permiten mantener cierta estructura dentro del contexto de los procesos de expulsión vertiginosa de materiales y energía.

Incluso en las zonas geomorfológicas de mayor estabilidad como los valles y las terrazas, se desarrollan suelos que están rejuvenecidos constantemente por la influencia fluvial, o bien tienen un tiempo de existencia relativamente corto debido a que están continuamente creandose y destruyendose, en su ciclo de vida, dentro del contexto de una dinámica geomorfológica inestable.

Sin embargo, sus características más particulares, son fuertemente influidas por la geología y el clima, como veremos adelante.

## 7.1. METODOLOGIA

La información y los análisis presentados en esta sección están basados en un conjunto de muestreos realizados entre 1986 y 1988, por los integrantes del equipo del PAIR. Por un lado se hicieron 214 muestreos de fertilidad de suelos, y por

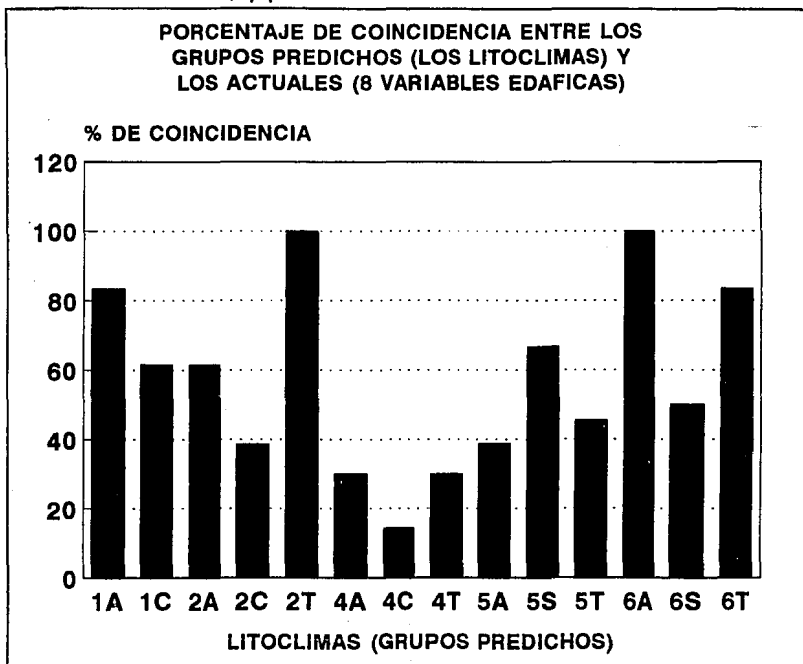


Fig. 7.1. Resultados del análisis discriminante.

la otra 32 perfiles.

Los de fertilidad consistieron en la elaboración de una muestra compuesta formada a partir de varias submuestras tomadas al azar y distribuidas en el conjunto de cada parcela, cuidando que fueran hechos sobre una misma unidad aparente de suelo. Para ello se usaron pozos de dos tipos; en los suelos de cierta profundidad (aluviones principalmente) se hicieron pozos de 50 cm y se tomaron muestras con intervalos de 0-15 cm, de 15-30 cm y de 30-50 cm; en las zonas de suelos más delgados, se hicieron pozos de 40 cm y las muestras

se tomaron de 0-20 cm y de 20-40 cm. Cada submuestra fue de aproximadamente 1 kg, y todas las correspondientes a una misma profundidad se colocaron en un costal y se revolviaron para sacar a su vez la muestra compuesta de 1 kg también.

Por su parte, los perfiles se realizaron principalmente en Amapilca, Alcozauca e Ixcuinatoyac, los cuales fueron descritos en campo y posteriormente analizados en laboratorio. Las muestras obtenidas tanto de perfiles como de muestreos de fertilidad fueron enviadas para su análisis en laboratorio. La gran mayoría de las muestras se analizaron en el laboratorio de edafología de la DGG (INEGI), donde se obtuvieron datos de textura (porcentaje de arcilla, arena y limo), color (seco y húmedo), conductividad eléctrica, pH (relación 1:1), porcentaje de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico total, porcentaje de saturación de bases, sodio, potasio, calcio, magnesio y fósforo. Una parte de las muestras, obtenidas en la comunidad de Amapilca, fueron analizadas en el laboratorio de la Comisión Nacional de Fruticultura, donde se les obtuvo textura (porcentaje de arena, arcilla y limo), pH (relación 1:2.5), porcentaje de materia orgánica, nitrógeno total, nitratos, fósforo, potasio, calcio, magnesio, y sodio. Finalmente un pequeño número de muestras, provenientes de la localidad conocida como "El Rancho" en la comunidad de Alcozauca, fue analizado en el laboratorio de suelos del Centro de Ecología de la UNAM.

Cada uno de los muestreos realizados fue documentado con la información acerca de la pendiente, la litología y el clima correspondiente.

La información de dichos muestreos fue capturada y organizada en la base de datos Dbase III-Plus y de ahí fue transferida al programa Statgrafics para su análisis estadístico.

Se realizaron un conjunto de análisis de varianza de una vía, con un nivel de significancia de 95 %, para discutir la relación entre las características del suelo y los factores estructurales, principalmente clima, litología, pendiente y la combinación entre climas y litologías (litoclimas); para la determinación de los intervalos de confianza (al 95 %) se usó la prueba de Tukey.

Posteriormente se hizo un análisis discriminante agrupando los muestreos realizados en un mismo litoclima con el objetivo de probar la posibilidad de usar a esas unidades litoclimáticas como base de la interpolación cartográfica de los datos. Los resultados de dicho análisis se muestran en la fig. 7.1, los cuales dan una cierta base de confiabilidad para la interpolación.

Para la realización de las cartas edafológicas se usaron los promedios obtenidos para cada característica y para cada unidad litoclimática. La carta

litoclimática a su vez fue obtenida a partir del cruzamiento del mapa climático, con un litológico en donde las diversas unidades de rocas fueron simplificadas a través de su agrupación en cuatro conjuntos: las rocas volcánicas, las calcáreas, las silíceas y las aluviales. Posteriormente, en los mapas resultantes fueron reagrupados los valores en clases, mediante una tabla de clasificación (ITC, 1993).

## 7.2 PROFUNDIDAD

La mayoría de los suelos en el municipio tienen poca profundidad, lo que se deriva de su contexto geomorfológico, y del intenso proceso de erosión al

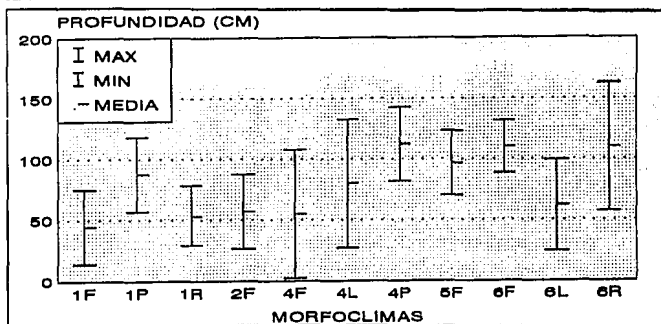


Fig. 7.2. Profundidad de los suelos en diferentes condiciones morfoclimáticas, de acuerdo a lo registrado en los perfiles.

que muchos de ellos se encuentran sujetos. Los factores que influyen más sobre la profundidad del suelo son por un lado la geoforma y su pendiente, y por otro el clima. Los suelos de menor profundidad son los que se encuentran sobre las laderas de inclinación fuerte, en los climas más cálidos y menos húmedos. La fig. 7.2. muestra los promedios de profundidad para un conjunto de unidades morfoclimáticas<sup>1</sup> en donde se

<sup>1</sup> Las claves de climas, rocas y pendientes de esta gráfica y las siguientes se explican a continuación:

**Climas:** 1, Awo; 2, A(C)w0; 4, (A)Cw1; 5, Cw2 y 6, Cm.

**Rocas:** A, Aluviales; C, Calcáreas; S, silíceas y T, volcánicas.

**Pendientes:** F, fuerte; L, leve; P, plano; R, regular y W, desconocida.

Los morfoclimas y los litoclimas se conforman con combinaciones de estas claves.

realizaron perfiles, y en donde por tanto, se cuenta con una medición precisa de esta variable (es importante aclarar, que los valores incluyen al horizonte C). Aunque la mayoría de los intervalos de confianza se sobreponen y solo en algunos se observan diferencias significativas, los valores promedio de cada unidad pueden tomarse como casos ejemplificantes, ya que la causa principal de que esas diferencias no alcancen significancia, es el tamaño de la muestra que, en este caso es demasiado reducida.

Los suelos de los aluviones, ya sea de valles de vega, o de valles intermontanos, alcanzan una buena profundidad que casi siempre es mayor que 1 m y que puede llegar hasta los 1.5 o 2 m. En el caso de las vegas, la profundidad depende mucho de la parte del valle que se trate, ya que las zonas que están cercanas al río por lo general tienen suelos más delgados, con el nivel freático muy cercano (a veces entre 40 y 60 cm), mientras que las zonas colindantes con las laderas o las terrazas, alcanzan mayor profundidad ya que se encuentran más alejadas de la influencia fluvial, y por lo común reciben aportaciones provenientes de las laderas, que son depositadas sobre la vega por el cambio de pendiente. En los valles intermontanos, las zonas centrales son más profundas mientras que las áreas periféricas suelen tener suelos más delgados.

Las terrazas con pendientes leves y regulares también tienen suelos regularmente profundos, que por lo común están entre los 60 cm y 1.2 m, aunque en los climas más frescos y húmedos, pueden ser más gruesos.

En los casos de las laderas, el clima influye fuertemente en la profundidad. Para los climas cálidos, semicálidos y semitemplados, los suelos tienen por lo general entre 20 y 50 cm de profundidad, y en algunos casos donde la pendiente es muy fuerte, hasta menos. Mientras tanto los suelos de las laderas fuertes de los climas templados, alcanzan profundidades, por lo general mayores a 1 m.

La profundidad de los suelos de las cimas redondeadas, es algo mayor que la de las laderas, ya que son terrenos más estables aunque su espesor es más parecido al de las laderas, que al de terrazas y valles.

### **7.3. TEXTURA**

El promedio de todas las muestras y todos los estratos, arroja un 25% de arcilla, un 25% de limo y un 50% de arena. Estos valores corresponden a un migajón arcillo-arenoso (Mra). En efecto, la mayoría de los suelos son de tipo franco (fig. 7.3), variando entre los que tienden a ser más arcillosos, como el migajón arcilloso (Mr), hasta el arenoso (Ma),

### FRECUENCIA DE LAS TEXTURAS DE LOS SUELOS DE ALCOZAUCA, GRO.

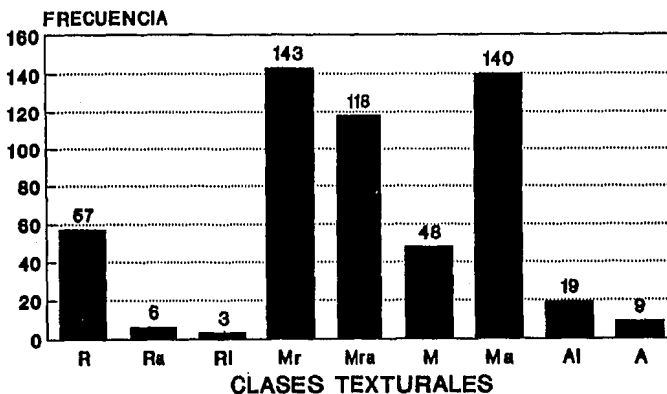


Fig. 7.3. Frecuencia de las clases texturales de los suelos en Alcozauca, Gro.

pasando por el migajón arcillo arenoso (Mra) e incluyendo al migajón simplemente (M).

La clase textural más frecuente en las muestras fue el Mr seguido muy de cerca por el Ma, mientras que el Mra ocupa el tercer lugar. Aunque con menor frecuencia, la muestra incluye suelos arcillosos (R, Ra y RI) y Arenosos (AI y A), estos últimos con valores de frecuencia muy bajos.

En general se puede decir que las texturas de los suelos de Alcozauca son adecuadas para el uso agrícola, ya que están cercanas a los valores de los suelos francos, es decir con una combinación de partículas de diferentes tamaños. Aunque en los casos extremos, se tienen suelos pesados y suelos con demasiada arena.

La fig. 7.4 muestra la distribución de frecuencias de los porcentajes de arcilla, limo y arena, para todas las muestras. Se puede observar, en el caso de los limos, una distribución parecida a la normal, pero para la arcilla



y la arena se aprecian polígonos de frecuencia multimodales, por encima de la media en las arenas, y por debajo de ella en las arcillas, lo que implica obviamente una complementariedad, ya que la suma de los porcentajes debe dar cien. Esto sugiere sin duda la existencia de grupos heterogéneos dentro de la muestra.

### 7.3.1 Efecto del clima sobre la textura.

El clima influye fuertemente sobre la textura del

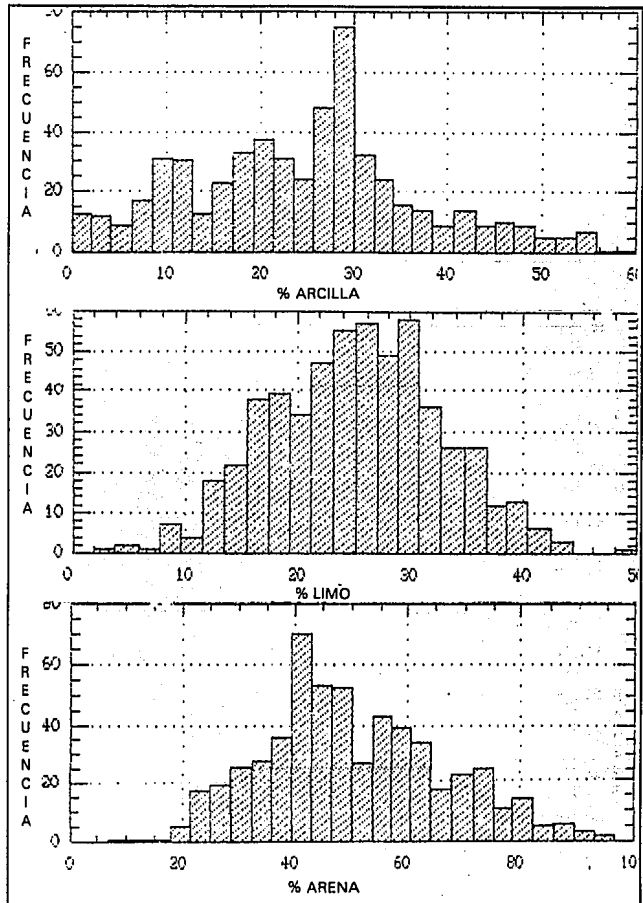


Fig. 7.4. Histogramas de porcentaje de arcilla (arriba), limo (enmedio) y arena (abajo), de las muestras de suelo de Alcozauca, Gro.

suelo en Alcozauca, como se puede observar en la fig. 7.5. En general se observa una tendencia a suelos más ligeros, en los climas cálidos y menos húmedos, y una tendencia hacia suelos más pesados en los templados más húmedos. Esto es lo que se esperaría, ya que las condiciones más húmedas y menos cálidas permiten una mayor formación y acumulación de arcillas

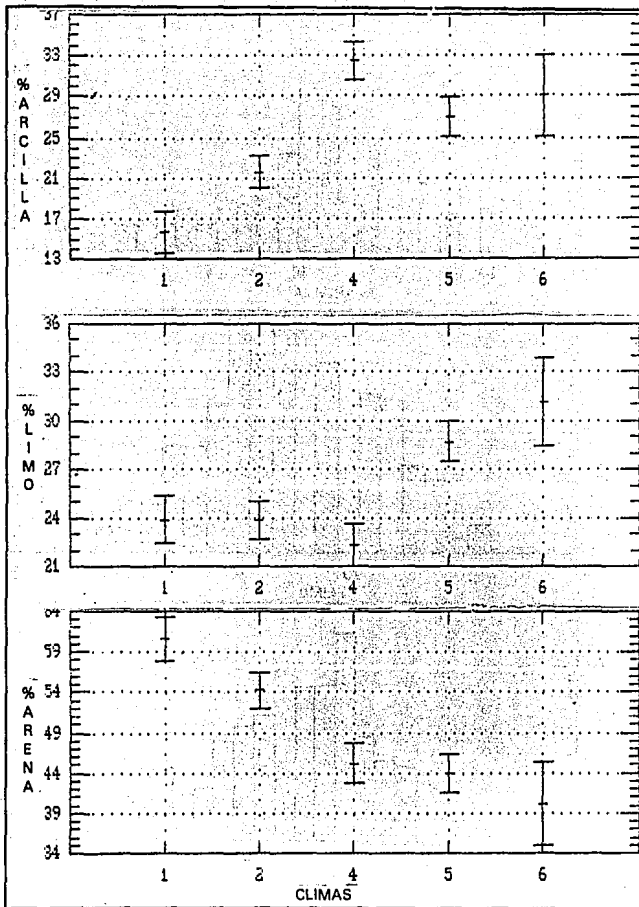


Fig. 7.5. Promedios e intervalos de confianza (al 95%) del porcentaje de arcilla (arriba), limo (enmedio) y arena (abajo) de los diferentes climas de Alcozauca, Gro.

y mayor desarrollo de los suelos. Indirectamente, también a través de la vegetación, el clima influye ya que las selvas bajas caducifolias de los climas cálidos y semicálidos, generan una cantidad importante de hojarasca de una gama más amplia de especies, aunque protegen menos el suelo del efecto de la erosión, ya que reciben las primeras lluvias con una mínima cobertura y la materia orgánica se degrada con mucha mayor rapidez, permitiendo un

mayor impacto de las gotas; por su parte los bosques con coníferas de las zonas templadas, tienden a generar hojarasca más estable, acidificante, que se descompone con menor velocidad y junto con el hecho de que la cobertura de la vegetación es mayor, los suelos se encuentran menos

expuestos a la erosión.

Se esperaba también que los procesos de alteración en los climas cálido y semicálido fuera, primordialmente de neoformación, pero, es probable que las condiciones subhúmedas, permitan procesos diferentes.

Los suelos ubicados en el clima Aw0 (No. 1), tienden a tener un contenido de arcilla menor y un mayor porcentaje de arena que el resto de los climas, mientras que el limo se mantiene igual que en los climas semicálido y

semitemplado, pero los tres se diferencian de los climas templados significativamente; este clima presenta un promedio de 16% de arcilla,

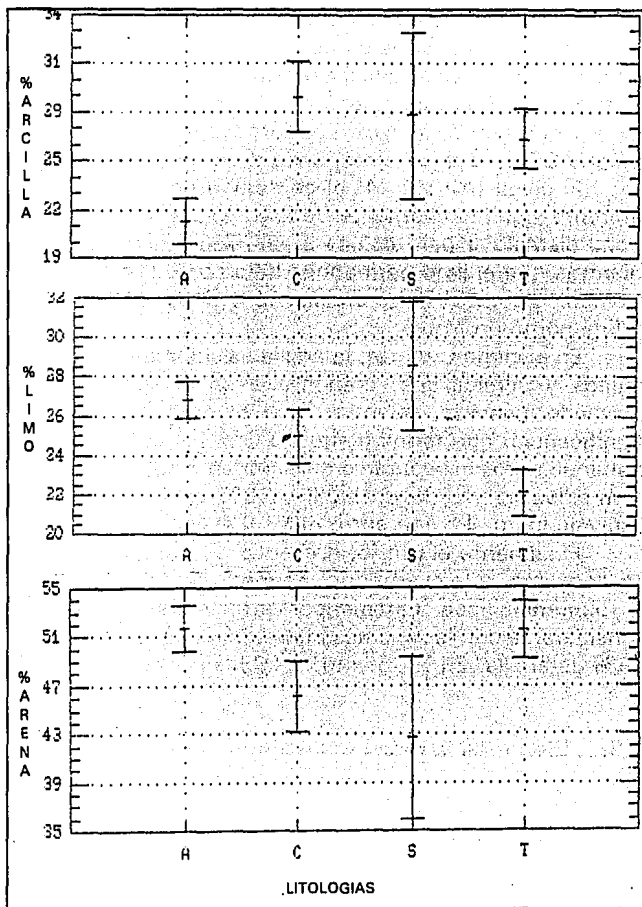


Fig. 7.6. Promedios e intervalos de confinza (al 95%) de los porcentajes de arcilla, (arriba); limo (enmedio) y arena (abajo) de los suelos de Alcozauca, para diferentes litologías.

23% de limo y 61% de arena, lo que equivale a un Ma.

El clima A(C)wO (2), presenta mayor arcilla y menor arena que el cálido, pero se distingue de los semitemplados y templados por tener más arena y menos arcilla (todas esas diferencias con significancia estadística). En relación al limo, comparte con el cálido y el semitemplado el hecho de contener porcentajes bajos. Los datos promedio son arcilla, 22%, limo 24% y arena 54%, lo que corresponde a un Mra.

El clima (A)Cw1 (4) el contenido de arcilla se eleva hasta hacerse diferente significativamente de todos menos del templado húmedo y el de arena disminuye para colocarse al mismo nivel de los climas templados, mientras que el limo permanece bajo como los cálidos y semicálidos. Los promedios son: 32% de arcilla, 22% de limo, y 45% de arena, lo que lo define como un Mr.

En el clima Cw2 (5), la arcilla es significativamente mayor que en los cálidos y semicálidos, menor que en el semitemplado e igual que el templado húmedo, mientras que el contenido de limo es mayor con significancia, que todos menos el Cm. La arena muestra una tendencia a disminuir pero sin separarse del semitemplado y del templado húmedo. Sus promedios son 27% de arcilla, 29% de limo y 44% de arena, lo que equivale justo al límite entre el Mr y el M.

Finalmente el Cm (6) presenta una tendencia a mayor contenido de arcilla y limo, que el anterior, y a menor proporción de arena, pero sin que la diferencia sea estadísticamente significativa, por lo que puede considerarse con las mismas características texturales. Sus promedios son 29% de arcilla, 31% de limo, y 40% de arena, lo que significa un Mr.

### **7.3.2. Efecto de la roca madre sobre la textura.**

Los datos anteriores ilustran claramente la influencia del clima, pero aunque las medias se separen significativamente, el panorama es más complicado, ya que la roca influye también de forma importante (fig. 7.6)

Los aluviones (A), mostraron ser los que menos arcilla contienen, con diferencias significativas con el resto, y junto con las rocas silíceas, las que más limo. Sus promedios fueron de 21%, 27% y 52%, respectivamente, lo que equivale a un Mra.

Las rocas calcáreas (C), como era de esperarse, por su contenido de feldespatos, son las que mayor promedio de arcilla tienen, aunque no se separa con significancia de las silíceas y las volcánicas. Sus promedios son 29%, 25%, y 46%, lo que implica un Mra.

Las litologías silíceas (S) tienen una tendencia a mayor porcentaje de

arcilla, en donde ocupan el lugar número 2, y a mayor parte de limo, cuyo promedio es el más alto, aunque en ambos casos las diferencias con las otras rocas no alcanzan siempre significancia estadística, aunque esto podría deberse más al reducido número de casos. Su promedio (28%, 29% y 43%), equivale a un Mr.

Finalmente las volcánicas (T) muestran una tendencia al aumento en la cantidad de arenas, la disminución fuerte del limo, aunque manteniendo alta también la cantidad de arcilla (promedios: 26%, 22% y 52%, un Mra).

### **7.3.3. Efecto de clima y litología en conjunto sobre la textura.**

La influencia de la roca madre muestra más bien tendencias que diferencias contundentes, aunque es necesario destacar que la gran influencia que se observó en el caso de los climas oscurece un poco estas tendencias, las cuales se muestran con mucha mayor claridad cuando se analiza el efecto de clima y litología a la vez (fig. 7.7) En las gráficas se puede observar, que aun cuando entre muchas unidades litoclimáticas, las diferencias no son significativas, en varios casos muestran las tendencias conjuntas con más claridad.

Es pertinente detenerse por ejemplo en el comportamiento del porcentaje de arcilla en clima calido, ya que puede evidenciar el efecto de la caliza, que se distingue significativamente por tener un alto valor con relación a los aluviones y los volcánicos; se observa que en general, en todos los climas los suelos derivados de rocas calcáreas presentan altos contenidos de arcilla.

No ocurre así en el caso de los volcánicos, en los que es claro que en los climas cálidos tienden a disminuir fuertemente su contenido de arcillas, mientras que el descenso de temperatura y el aumento de la humedad producen un claro proceso de acumulación secundaria de arcillas.

Con los limos le ocurre a los suelos derivados de rocas volcánicas un proceso semejante que con las arcillas, su porcentaje aumenta con el cambio hacia lo templado, mientras que los aluviones vuelven a mostrar la importancia de su contenido limoso en los diferentes climas.

Las arenas por su parte muestran procesos semejantes generalmente en sentido inverso.

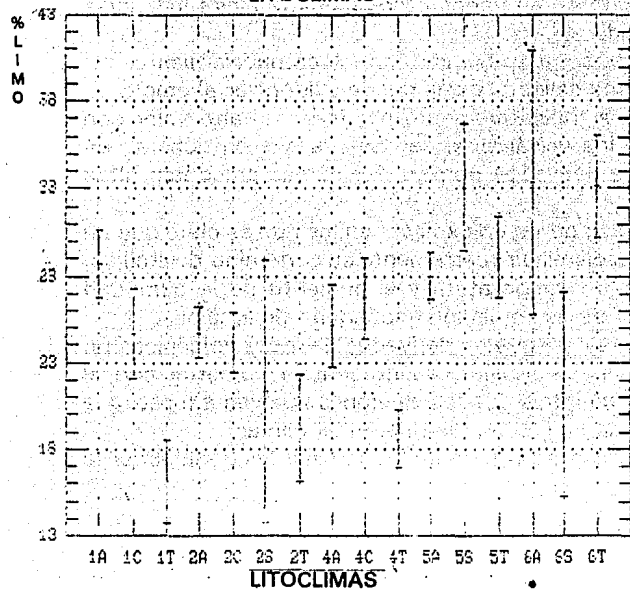
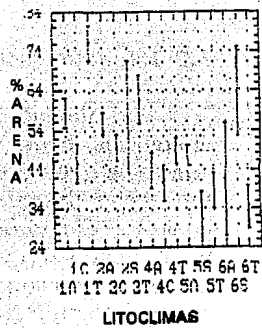
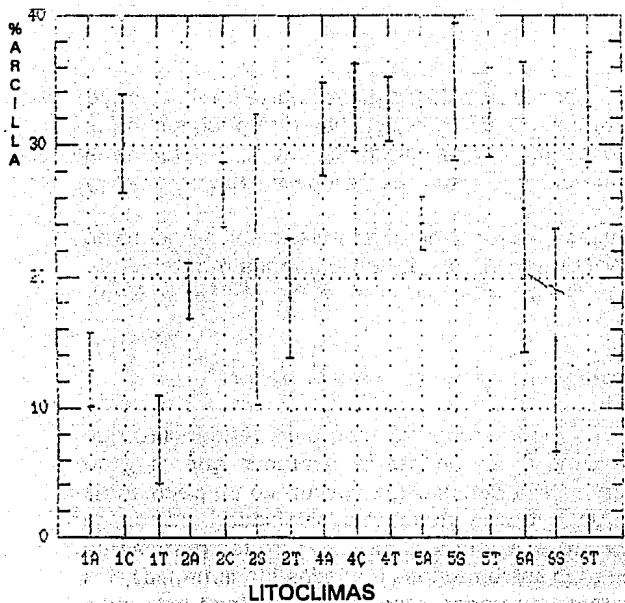


Fig. 7.7. Promedios de porcentaje de arcilla, limo y arena de los suelos de Alcozauca, en distintos litoclimas.

**7.3.4. Efecto de la pendiente sobre la textura.**

Los datos que se muestran en la fig. 7.8, indican pocas diferencias significativas entre las distintas clases de pendiente, aunque se notan tendencias que llegan a tener valor estadístico en el caso de los planos y leves. La importancia de esas tendencias se aquilata más si se considera la importancia mostrada por el clima y la litología en la explicación de las diferencias texturales, lo que tiene como consecuencia

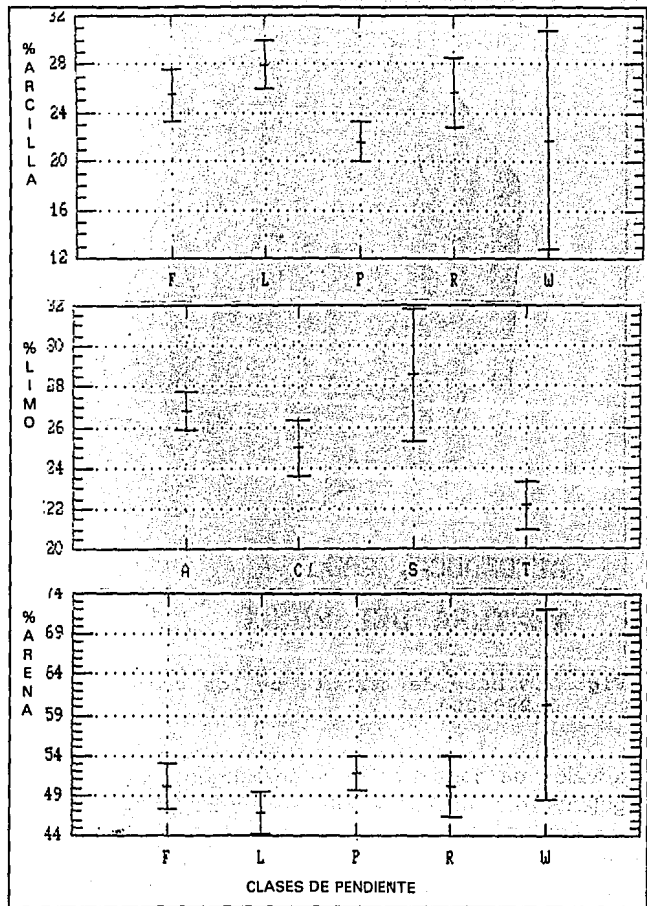


Fig. 7.8. Promedios de porcentaje de arcilla (arriba), limo (enmedio) y arena (abajo) de los suelos de Alcozauca, en diferentes pendientes.

que el efecto de la pendiente se haga más difuso. La diferencia más importante es entre los terrenos planos (menores a 5° de inclinación) y los leves (entre 5° y 12°), ya que tanto en porcentaje de arcilla, como en el de arena, tienen valores significativamente diferentes, aunque sus

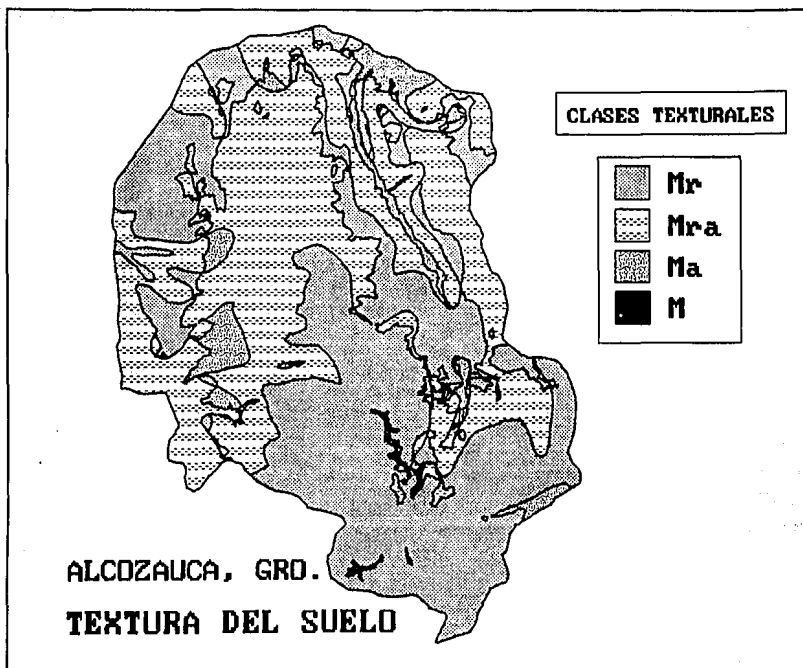


Fig. 7.9. Mapa de textura de los suelos de Alcozauca. Escala 1:250,000.

intervalos de confianza se superpongan a los de las laderas fuertes y regulares (más de 20° y entre 12° y 20°, respectivamente).

Los terrenos planos, más que el efecto de la pendiente, muestran el hecho de que la gran mayoría corresponden a valles de vega, donde las características texturales de los suelos son determinadas principalmente por el carácter litológico de aluvión fluvial, en el que las arenas y los limos tienden a ser más importantes. Sus promedios son de 22%, 26% y 52% , lo que representa un Mra, muy cerca del M y del Ma.

Las pendientes leves, por su parte, son los que más contenido de arcilla y menos arena muestran, lo que es debido a que se trata en general de terrazas, en donde existe un mayor desarrollo del suelo debido a la menor inclinación; presenta promedios de 28%, 25% y 47% lo que corresponde también a un Mra, pero próximo al Mr.

Los terrenos de inclinaciones regulares y fuertes, se encuentran



intermedios entre los dos anteriores, sin diferenciarse con significancia, lo que podría indicar una tendencia de los suelos de laderas, a tener menor acumulación de arcillas. Sus promedios, son de 26%, 24% y 50% para la

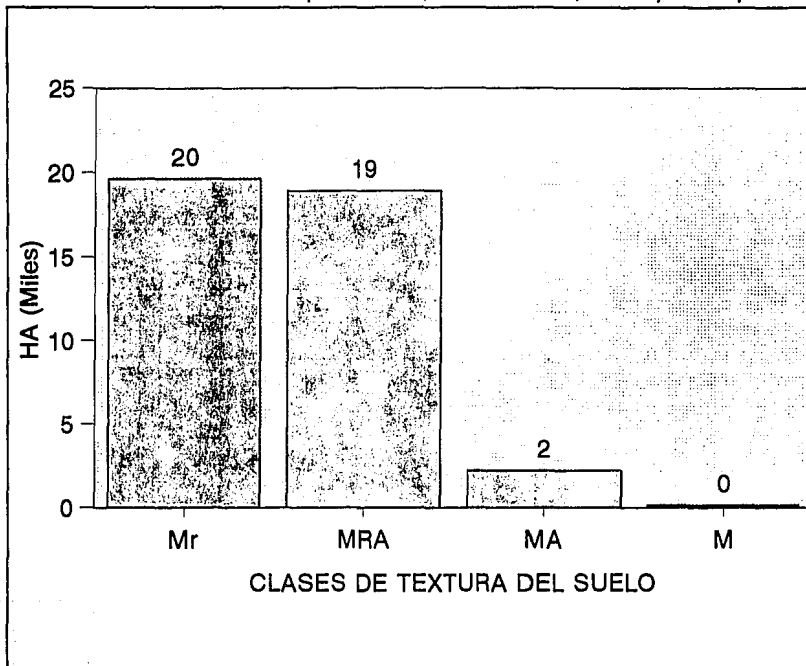


Fig. 7.10. Superficie ocupada por las diferentes clases de textura de los suelos en Alcozauca, Gro.

regular, y 25%, 24% y 50%, lo que los hace a ambos pertenecer a la clase Mra.

### 7.3.5. Distribución de las clases texturales.

La fig. 7.9 muestra la distribución de las clases de textura en el municipio, mientras que la fig. 7.10. nos indica la superficie ocupada por cada clase.

## 7.4. pH

El valor promedio para todas las muestras es de 6.8, aunque la moda se encuentra en 7.6 mientras que el intervalo de variación (4.4) está entre 4 y 8.4. El histograma de la fig. 7.11, muestra el desbalance entre media y moda, lo que es producto de la alta frecuencia que presentan los valores ligeramente alcalinos; sin embargo, la variación es más intensa hacia los registros bajos, en donde además, parece existir un comportamiento multimodal, que sugiere la existencia de grupos. Los picos modales además de la moda general, se encuentran en los valores 7.0, 6.0, 5.4 y 5.0.

### 7.4.1. Efecto del clima sobre el pH.

En completa concordancia con lo que se esperaba, el pH de los suelos tiene una clara relación con los diferentes tipos de climas del municipio; a medida que el clima se

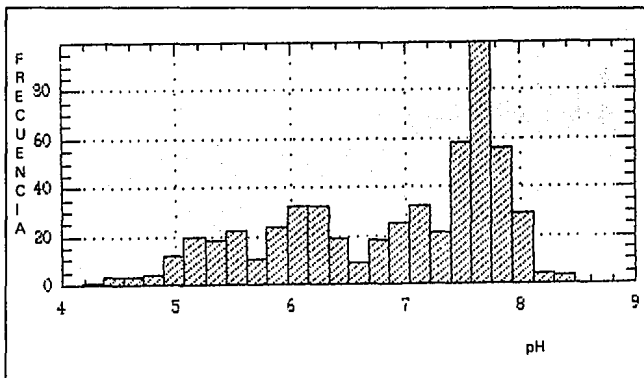


Fig. 7.11. Histograma que muestra las frecuencias de las muestras en las diferentes clases de acidez de los suelos de Alcozauca.

hace más fresco y más húmedo, los valores se hacen más ácidos y las diferencias entre los promedios son, con toda contundencia, significativas estadísticamente (fig. 7.12.); existe coincidencia entre los promedios de los climas cálido (7.7) y semicálido (7.4) por una parte y la moda principal, así como entre el del clima Cw2 (6.1) y la submoda de 6, así como entre el promedio del clima Cm (5.3) y las dos submodas más bajas.

En efecto, la mayor humedad provoca mayor lavado de iones y acidifica el suelo, lo que se combina con la hojarasca de las áreas templadas, que contiene con mayor frecuencia especies que contribuyen a la acidificación de los suelos. En términos de aprovechamiento, mientras que por el lado de la alcalinidad los valores no llegan a ser tan altos como para ser un factor limitante en las áreas cálidas y semicálidas, el pH sí

constituye un problema en las zonas templadas, especialmente para muchos productos agrícolas, los cuales tienen problemas de absorción de nutrimentos (principalmente de fósforo) con valores menores a 6.

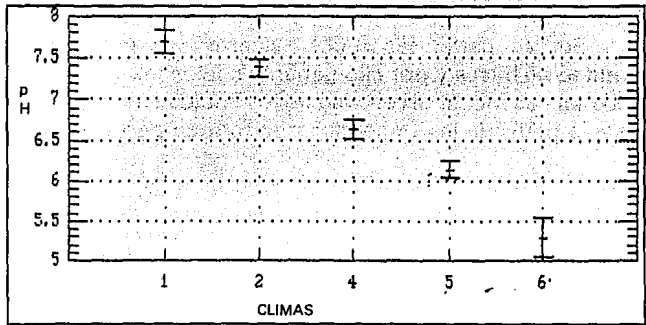


Fig. 7.12. Promedios de pH de los suelos de Alcozauca, para los diferentes climas.

#### 7.4.2. Efecto de la roca sobre el pH.

El papel que juegan los diferentes conjuntos litológicos también mostró, como era de esperarse, efectos importantes en la variación del pH edáfico. Las diferencias

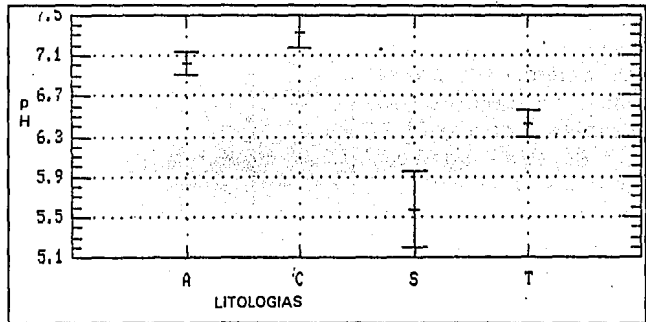


Fig. 7.13. Promedios de pH de los suelos, en diferente tipos de litología.

entre los cuatro conjuntos fueron significativas en todos los casos y muestran que las rocas calcáreas ocasionan los más elevados valores de pH en el suelo (promedio de 7.3), seguidas de los aluviones (7.0), mientras que las rocas silíceas, son las que presentan suelos con registros más bajos, y las volcánicas los presentan ácidos, pero en menor grado (fig. 7.13). El efecto de las rocas calcáreas es debido a su aporte de calcio, que tiende a neutralizar los radicales positivos, en un fenómeno bien conocido. El caso de la tendencia de los aluviones puede estar relacionada con sus pendientes, más frecuentemente planas, que disminuye la fuerza de lavado.

Por su parte, las rocas silíceas, son las que tienen una menor cantidad de bases y por ello generan suelos más ácidos, mientras que esta tendencia es menor en el caso de los suelos volcánicos, los cuales aportan bases a partir de los minerales que forman parte de ellas.

### 7.4.3. Efecto de clima y rocas en conjunto sobre el pH.

Las tendencias observadas en el análisis por separado, se pueden observar en su efecto conjunto (fig. 7.14), lo que permite además identificar con más claridad los grupos esbozados en el histograma. En el clima cálido, el pH parece ser más determinado por el clima, ya que no se aprecian diferencias entre los suelos derivados de las diferentes rocas. En el clima semicálido, se distinguen claramente dos comportamientos; el constituido por los suelos derivados de aluviones y de calizas, que tienen los valores más altos, los cuales son

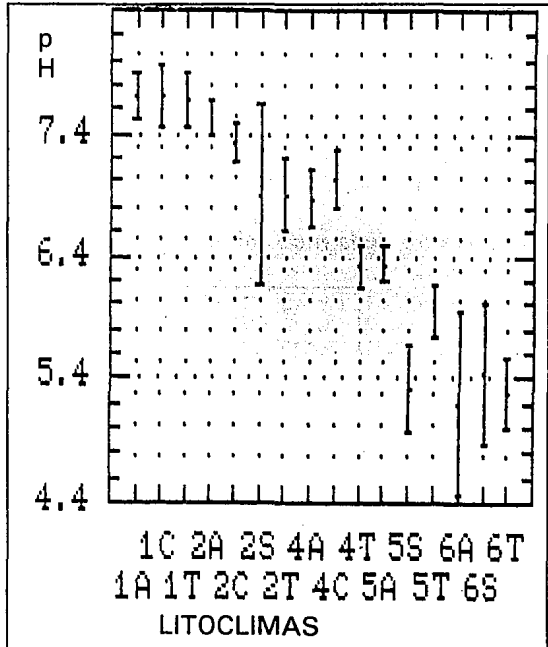


Fig. 7.14. Promedios e intervalos de confianza al 95%, del pH del suelo en diferentes litoclimas.

cercanos a los suelos cálidos, con los que parecen formar el primer grupo que corresponde a la moda principal del histograma; por otro lado, los derivados de volcánicas y silíceas que son más ácidos y se asemejan más a los semitemplados derivados de aluviones y calcáreas, con los que formarían un segundo grupo que corresponde con el pico modal siguiente.

En el clima semitemplado, los suelos derivados de rocas volcánicas

tienen pH menor constituyendo otro grupo, junto con los aluviones del clima Cw2, que coincide con el pico modal de 6 a 6.3.

Finalmente, en el grupo de suelos ácidos y muy ácidos se localizan aquellos que corresponden la clima Cw2, en rocas silíceas y volcánicas, y a todos los del clima Cm. Este último grupo

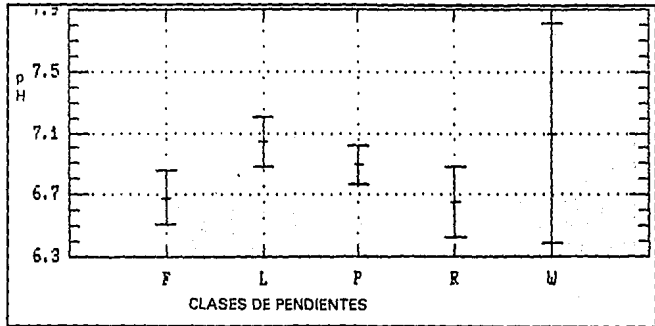


Fig. 7.15. Promedios e intervalos de confianza del pH de los suelos para diferentes pendientes.

es el que mayores problemas ofrece a los cultivos, aunque los suelos derivados de materiales volcánicos podrían estar en las condiciones menos desfavorables dentro del grupo.

#### 7.4.4. Efecto de la pendiente sobre el pH.

Los resultados presentados en la fig. 7.15, no muestran grandes diferencias, igual que con otras características de los suelos, pero sugieren tendencias, que son relevantes y apuntan hacia la correlación de valores alcalinos con las pendientes leves y planas, y valores más ácidos con las laderas regulares y fuertes. Sin embargo, los intervalos de confianza se sobreponen en todos los casos con excepción de las laderas de fuerte inclinación y las de pendiente leve, que constituyen los extremos. La mayor intensidad del lavado o lixiviación de los suelos ubicados en las laderas con mayores pendientes, explicaría el patrón observado.

#### 7.4.5. Distribución de los valores de pH.

La fig. 7.16 muestra la distribución de las diferentes clases de suelos según su pH, y la fig. 7.17 las superficies ocupadas por cada clase. Se puede apreciar que la superficie que presenta problemas de acidez es considerable lo que constituye una fuerte limitante para la agricultura.

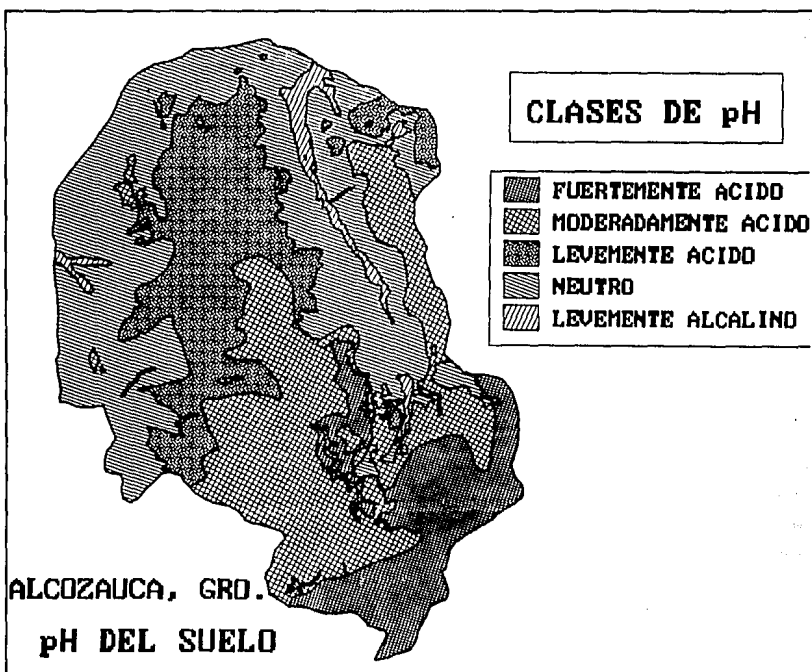


Fig. 7.16. Mapa de la distribución de las clases de pH del suelo en Alcozauca, Gro. Escala 1:250,000.

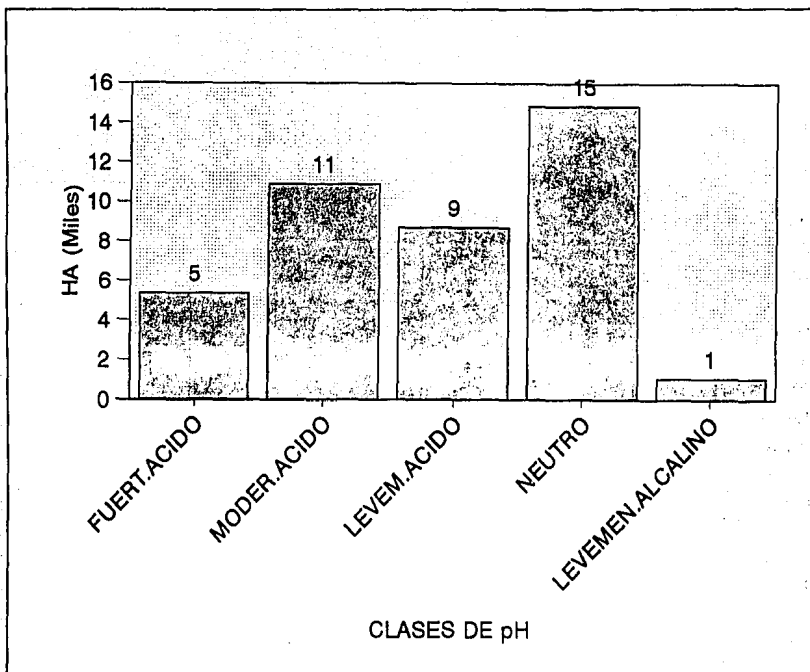


Fig. 7.17. Superficie ocupada por las diferentes clases de pH del suelo en Alcozauca, Gro.

## 7.5. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO.

Con un promedio de 18.7 meq/100, una moda de 15 y una mediana de 18.5, la capacidad de intercambio de los suelos de Alcozauca, tiene un intervalo de variación entre 6 y 42, aunque la mayoría de los registros se encuentran entre 12 y 24 meq/100. En efecto, las tres cuartas partes de los registros caen dentro de la clase de moderada CICT (entre 12 y 25 meq/100), y solo un 16% lo presentan bajo (entre 6 y 12 meq/100), mientras que únicamente el 11% cae en la categoría de alta (de 25 a 40 meq/100). Esto implica una regular capacidad del sistema de intercambio de la mayoría de los suelos del municipio. Si se observa el histograma de frecuencias (fig. 7.18) se puede advertir que es muy parecido a una distribución normal.

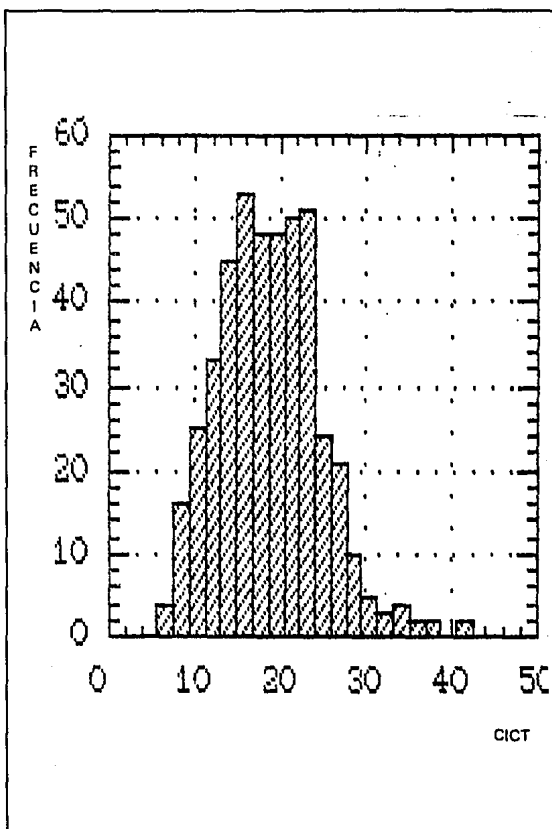


Fig. 7.18. Histograma de frecuencias de la CICT de las muestras de suelo de Alcozauca.



### 7.5.1. Efecto del clima sobre la CICT.

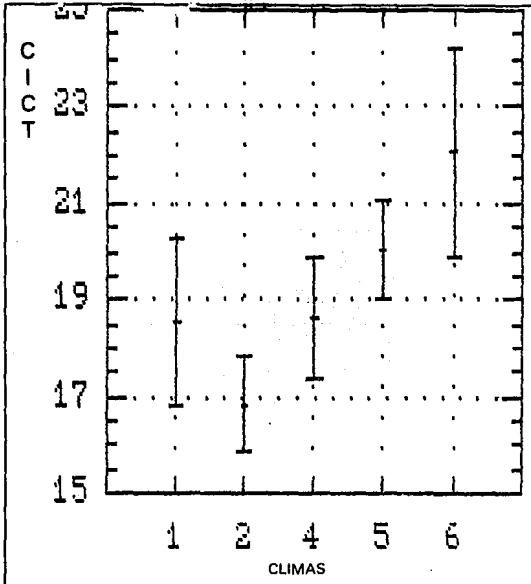


Fig. 7.19. Efecto del clima sobre la CICT de los suelos de Alcozauca.

Como es de esperarse, los climas más húmedos que tienen mayor desarrollo del perfil y más contenido de arcilla, tienen una mayor CICT, aunque como se puede ver en la fig. 7.19, no todas las diferencias entre los promedios por clima son estadísticamente significativas, ya que sólo el templado húmedo y el semicálido subhúmedo se separan por completo. Sin embargo, y a pesar también de que el clima cálido presente un valor mayor (aunque sin significancia), la tendencia al aumento al

hacerse los climas más frescos y húmedos es bastante clara. No obstante, todos los promedios caen dentro de la clase moderada.

### 7.5.2. Efecto de la roca sobre la CICT.

En este caso parece ser más clara la influencia del material parental ya que los datos de la fig. 7.20 muestran como los suelos que se desarrollan sobre las rocas calcáreas, son los que presentan los valores más altos (media de 21.8 meq/100), con diferencias significativas con las litologías que generan suelos con CICT menores, que son los aluviones y las silíceas (promedios de 16.9 y 17.3 meq/100). Las rocas volcánicas ocupan el segundo lugar con una media de 19.7 meq/100, con diferencia significativa con respecto a los aluviones y muy cerca de tenerla también con las calcáreas.

Se puede concluir que los sistemas de intercambio se desarrollan más sobre las rocas calcáreas y sobre las volcánicas, por lo que su menor importancia para los suelos aluviales y los desarrollados sobre cuarcíticas, representa un factor que tiende a reducir su fertilidad.

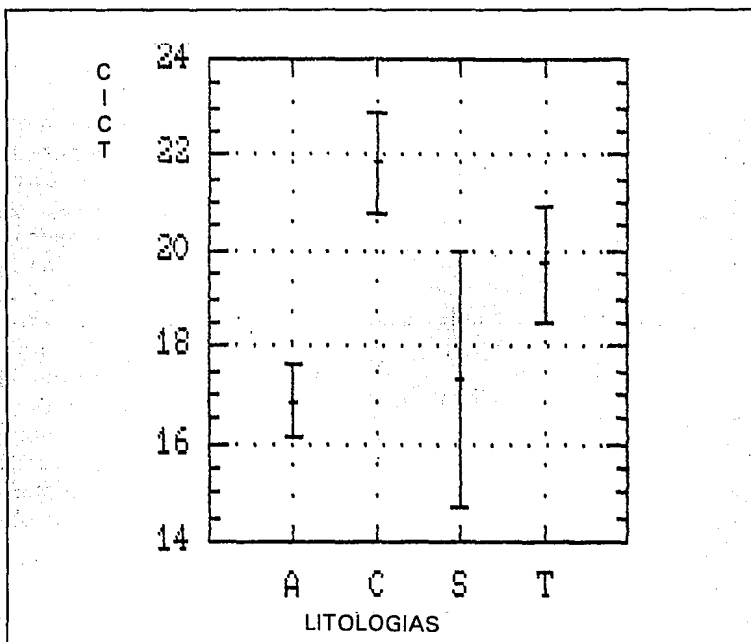


Fig. 7.20. Efecto de la litología sobre la CICT de los suelos de Alcozauca, Gro.

### 7.5.3. Efecto conjunto litoclimático sobre la CICT.

En general, el efecto de los litoclimas sobre la CICT muestra las tendencias observadas por separado, aunque las diferencias la mayor de las veces no son significativas (fig. 7.21). En los climas cálido y semicálido destaca la diferencia entre las calcáreas y volcánicas que mantienen valores elevados, con los aluviones, que presentan los más bajos valores. Las rocas calcáreas mantienen ese nivel en todos los climas, pero el resto de las rocas muestran una clara tendencia a aumentar las capacidades de sus suelos, en la medida que el clima se hace más fresco y húmedo, en mayor medida en las síliceas y en las aluviales, que en las volcánicas.

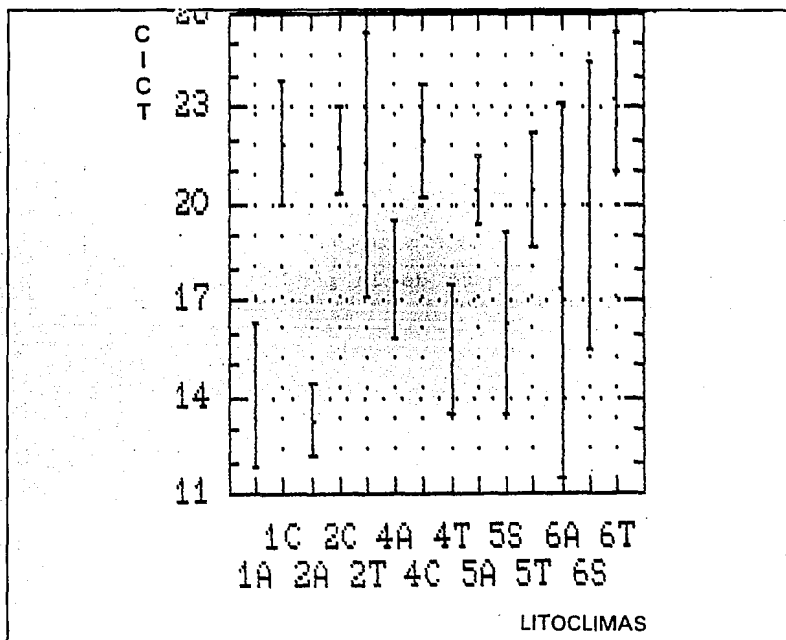


Fig. 7.21. Efecto conjunto de litología y clima sobre la CICT de los suelos de Alcozauca, Gro.

#### 7.5.4. Efecto de la pendiente sobre la CICT.

Los valores de CICT para las diferentes clases de pendiente muestran una tendencia al aumento en la medida que la inclinación se hace mayor, de tal suerte que pareciera que los suelos de ladera tienen mayor fertilidad, por lo que a este factor respecta (fig. 7.22). En todo caso se puede afirmar que las laderas con pendiente fuerte tienen una significativa estadísticamente mayor CICT, que los planos y los de pendiente leve, mientras que los de regulares inclinaciones no se distinguen por estar en una situación intermedia.

La distribución de las diferentes clases en las que se presenta la CICT se muestran en la fig. 7.23, mientras que su extensión en la fig. 7.24.

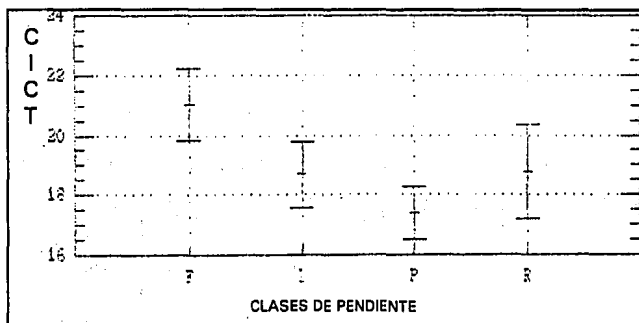


Fig. 7.22. Efecto de la pendiente sobre la CICT de los suelos de Alcozauca.

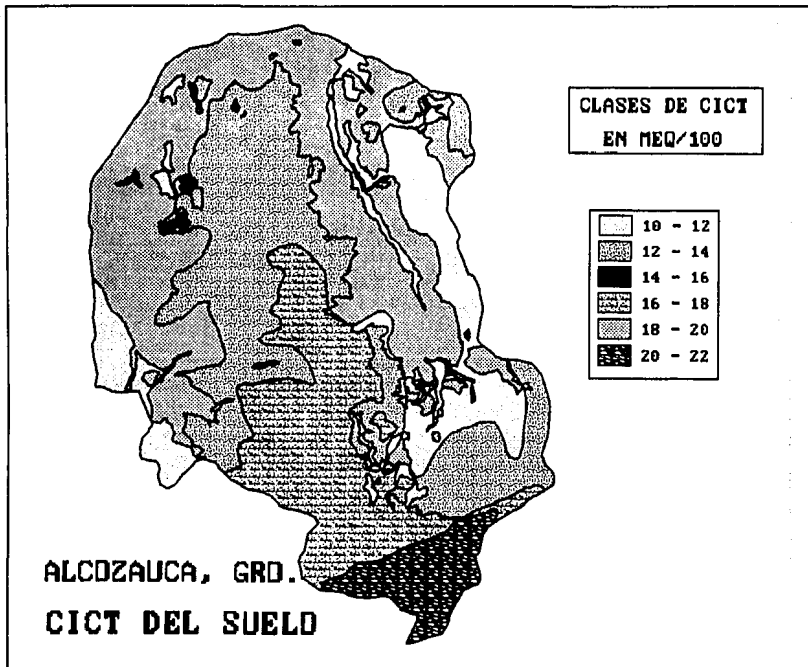


Fig. 7.23. Mapa de la CIC de los suelos de Alcozauca, Gro.  
Esc. 1:250,000.

## 7.6. SATURACION DE BASES.

La distribución de las frecuencias de las muestras en las diferentes clases de porcentaje de saturación de bases (fig. 7.25), indica que aunque la media sea de 83%, la moda es de 100%, debido a que el grupo mayoritario proviene de suelos que tienen completamente saturado su sistema de intercambio, mientras que grupos más reducidos mantienen una

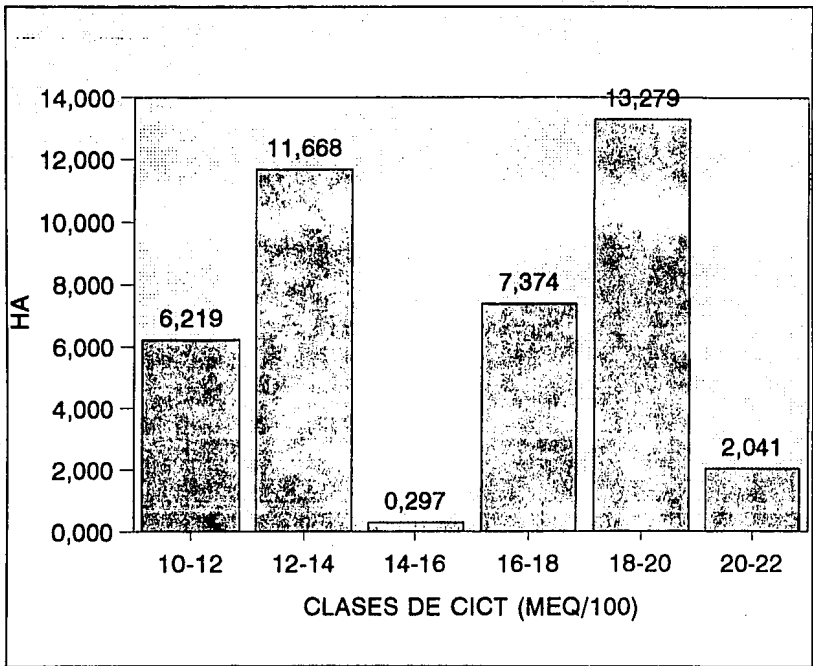


Fig. 7.24. Superficies de los diferentes intervalos de CICT de los suelos de Alcozauca, Gro.

gran variación que llega hasta valores menores de 20%. Es importante considerar que el hecho de que un suelo tenga cierto porcentaje de saturación depende tanto de su CICT como de la cantidad de bases que contenga, por lo que en algunos casos como el de los suelos derivados de rocas calcáreas y aluviales, es posible que valores semejantes estén indicando procesos diferentes.

### 7.6.1. Efecto del clima sobre la saturación de bases.

El análisis de este factor muestra una clara tendencia descendente en la parte del complejo que está saturado, en la medida que el clima se hace más frío y más húmedo, aunque las diferencias entre el cálido, el semicálido y el semitemplado no sean significativas, mientras que los dos primeros si

se diferencian del templado subhúmedo (fig. 7.26). El valor cae bruscamente para el clima templado húmedo, que presenta un promedio de 27%, el cual se distingue con significancia del resto.

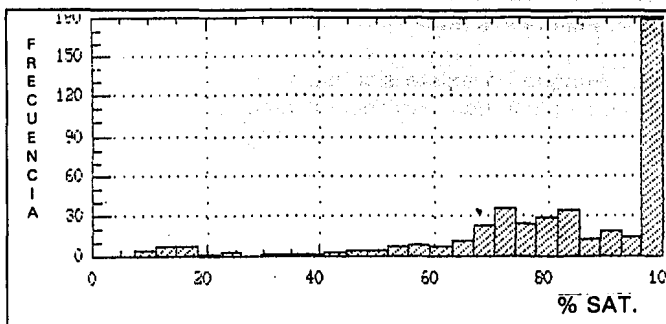


Fig. 7.25. Histograma de frecuencias de % de saturación de bases de los suelos de Alcozauca, Gro.

### 7.6.2. Efecto de la litología sobre la saturación de bases.

Por lo que muestra la fig. 7.27, los aluviones y las calcáreas presentan valores muy cercanos a la saturación, mientras que las silíceas y las volcánicas se encuentran cercanas al 50%, y las diferencias entre los dos grupos son plenamente significativas. Sin embargo, en el caso de los suelos casi saturados, se están expresando dos fenómenos diferentes; los aluviones presentan valores altos debido a que tienen una CICT muy baja y requieren relativamente menores cantidades de bases para elevar su grado de saturación, mientras que los suelos derivados de rocas calcáreas están saturadas debido más bien a la gran cantidad de bases que generan.

### 7.6.3. Litoclimas y saturación de bases.

Las tendencias esbozadas arriba se muestran en los efectos de clima y litología juntas con la ventaja que se dibujan más detalladamente, aunque las diferencias se hagan menos marcadas (fig. 7.28).

#### 7.6.4. Pendientes en la saturación de bases.

Aunque no existe significancia más que en la diferencia extrema, parece seguirse una tendencia inversa a la de la CICT, es decir a mayor inclinación menor porcentaje saturado,

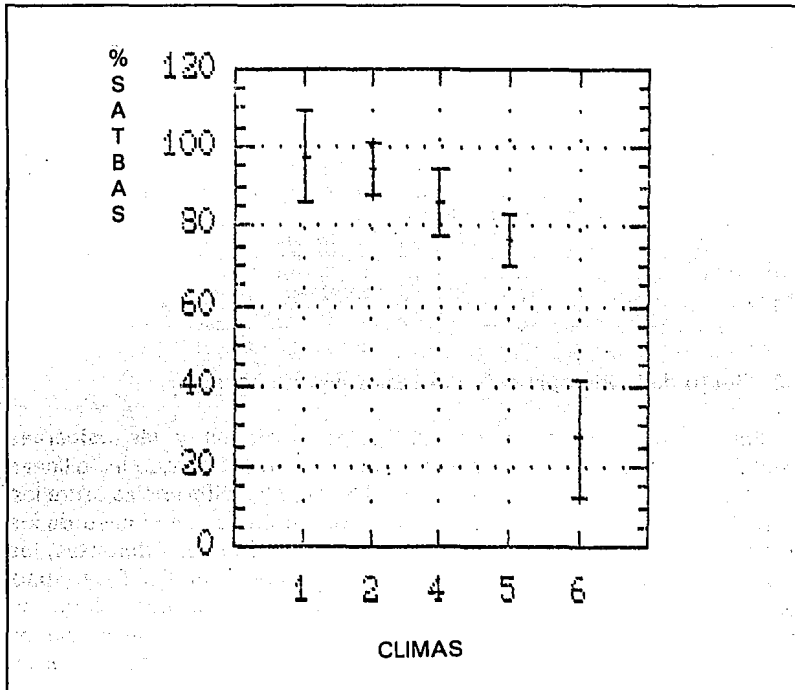


Fig. 7.26. Efecto del clima sobre el porcentaje de saturación de bases de los suelos.

lo cual es lo que se esperarfa, ya que la pendiente intensifica el lavado y pérdida de bases (fig. 7.29). Así los terrenos planos o con poca inclinación (terrazas y valles) presentan valores cercanos al 90%, mientras que las laderas regulares y fuertes, tienen promedios poco menores al 75%.

La fig. 7.30 muestra el mapa de distribución de las áreas en donde se presentan las clases de % de saturación de bases y la fig. 7.31 muestra la superficie ocupada por cada una.



## 7.7. MATERIA ORGANICA

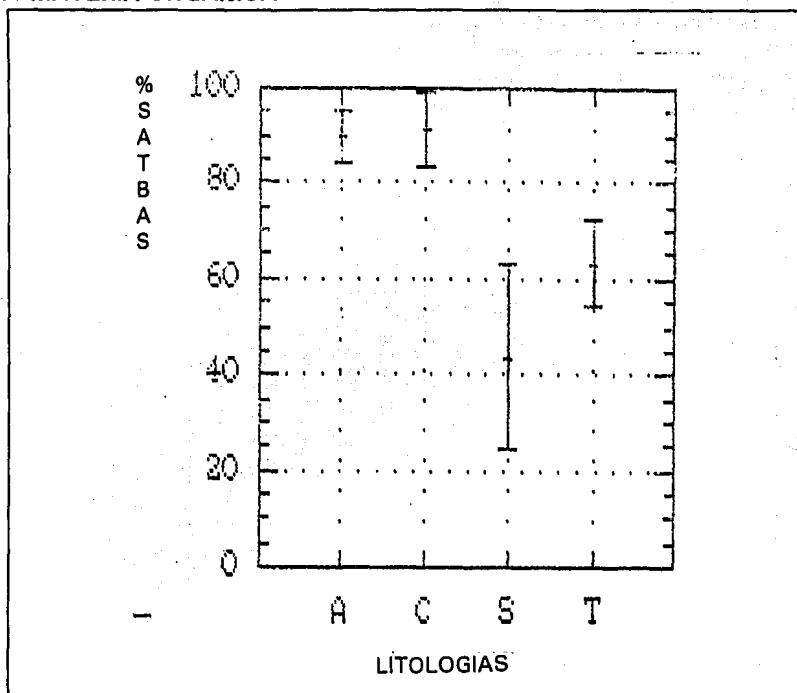


Fig. 7.27. Efecto de las diferentes rocas sobre el porcentaje de saturación de bases de los suelos.

El contenido de materia orgánica de los suelos es una variable de gran importancia que determina varias características tanto químicas como físicas del suelo, además de ser expresión de su fertilidad y del nivel que tiene el componente biológico; por ello también es un indicador de su grado de deterioro. La mayor parte de los sitios muestreados, son áreas abiertas a la agricultura o al pastoreo, ya que interesa evaluar este aspecto. Por ello, los datos hablan más del estado general de los terrenos agrícolas, que de las relaciones que existen entre esta variable y los factores estructurales.

El promedio de la muestra para todos los sitios y todos los estratos, fue de 2.3% lo que es un valor que pertenece a la clase de contenido medio de M.O., aunque el intervalo de variación va desde 0.1% (muy bajo)

hasta más del 12% (muy alto). El intervalo entre la media más y menos la desviación estandar va de 0.4 (muy bajo), hasta 4.2 que ya está dentro de la clase muy alta. El histograma de distribución de frecuencias (fig. 7.32) parece cercano a la distribución normal, aunque tiene una mayor cantidad de casos hacia abajo de la media, por lo que la moda (1.3) y la mediana (1.9), se encuentran corridas a la izquierda.

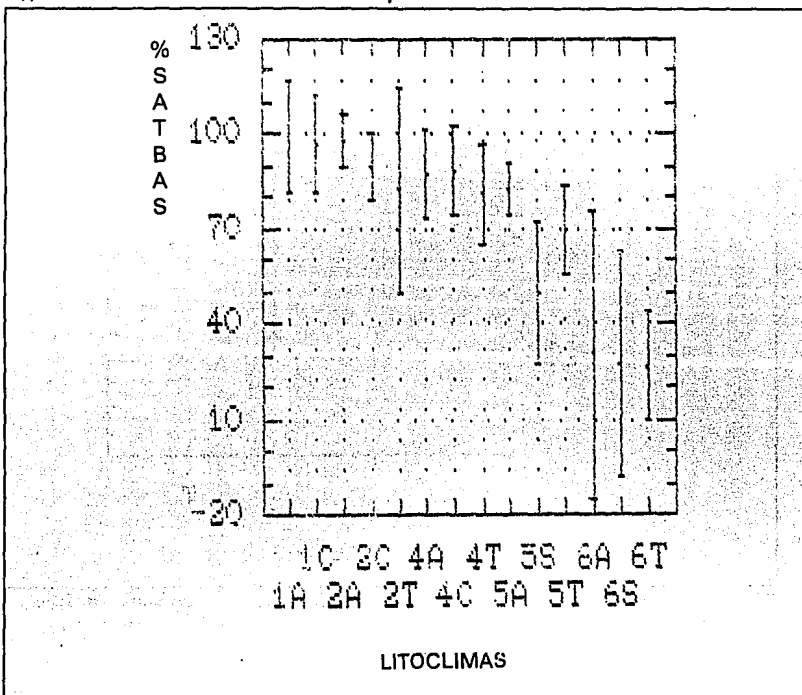


Fig. 7.28. Efecto de los litoclimas sobre el porcentaje de saturación de bases de los suelos.

Quizá sea más indicativo el valor que toma la proporción de M.O. en la parte superficial del suelo, donde eleva su promedio a 3%, que significa ya una alta proporción. Como es de esperarse, la M.O. tiende a disminuir, conforme la profundidad aumenta, y así, en el estrato 2, (por lo general ente 15 y 30 cm o bien entre 20 y 40 cm), el promedio es de 2.1%, que corresponde con un nivel medio, y en el tercer estrato, (aproximadamente entre 30-50 cm), el promedio desciende hasta 1.5%, el cual equivale a un

valor bajo de M.O (ver fig. 7.33).

### 7.7.1. Efecto de los factores estructurales sobre la M.O.

En el caso del clima se esperaría un incremento en los valores de este factor a medida que se avanza en el gradiente hacia más humedad y menos temperatura, debido a que el aumento en las cantidades de lluvia determinan una mayor producción de materia orgánica, mientras que la menor temperatura hace menos veloz el proceso de descomposición. Por su parte la mayor cobertura vegetal característica de los climas más frescos y húmedos reduce también la erosión y con ella la exportación de M.O. La

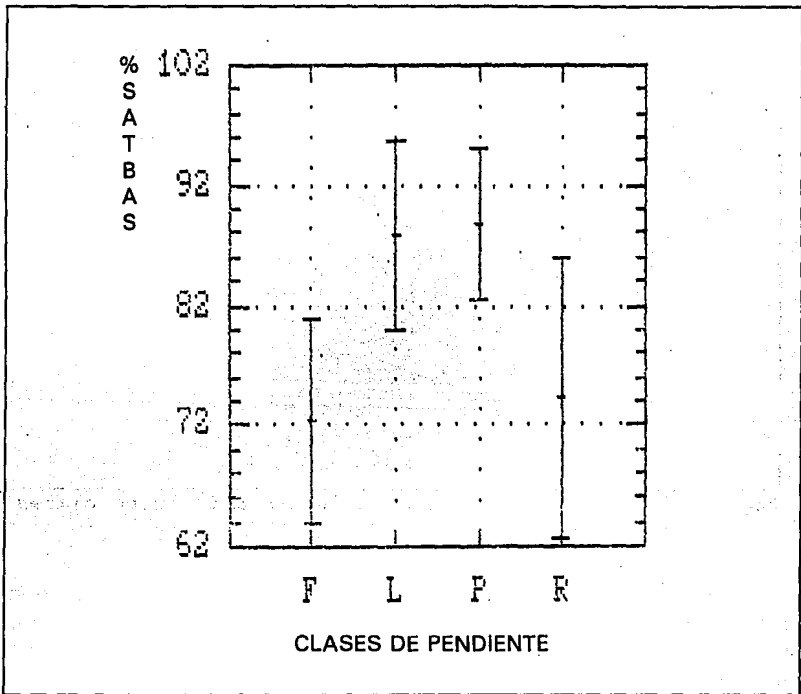


Fig. 7.29. Promedios de porcentaje de saturación de bases en diferentes pendientes.

fig. 7.34 indica que en general esta tendencia se presenta, sin embargo, el promedio del clima Cw2, se presenta muy bajo, y se encuentra fuera de la tendencia. Esto se explica por el patron de uso del suelo que implica una mayor presencia de suelos agrícolas en la muestra proveniente de ese clima, lo que hace que la influencia del manejo, oculte el efecto del clima. Igualmente, el promedio para el clima templado húmedo, indica no solo el efecto climático, sino también, la mayor proporción de suelos forestales muestreados en esa zona climática.

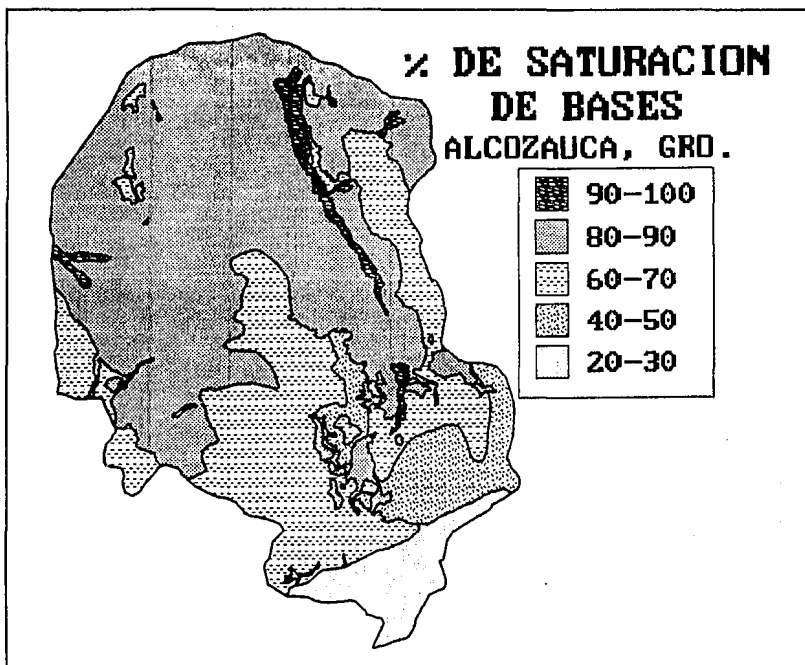


Fig. 7.30. Mapa de distribución de las diferentes clases de % de saturación de bases en Alcozauca, Gro.

En el caso de las litologías, (fig. 7.35), el efecto del manejo agrícola es el principal factor que explica los promedios, los cuales no presentan diferencias significativas entre calcáreas, silíceas y volcánicas, pero si registran un valor significativamente más bajo en el caso de los aluviones, lo que expresa más bien un aprovechamiento agrícola más intenso y por tanto un deterioro mayor.

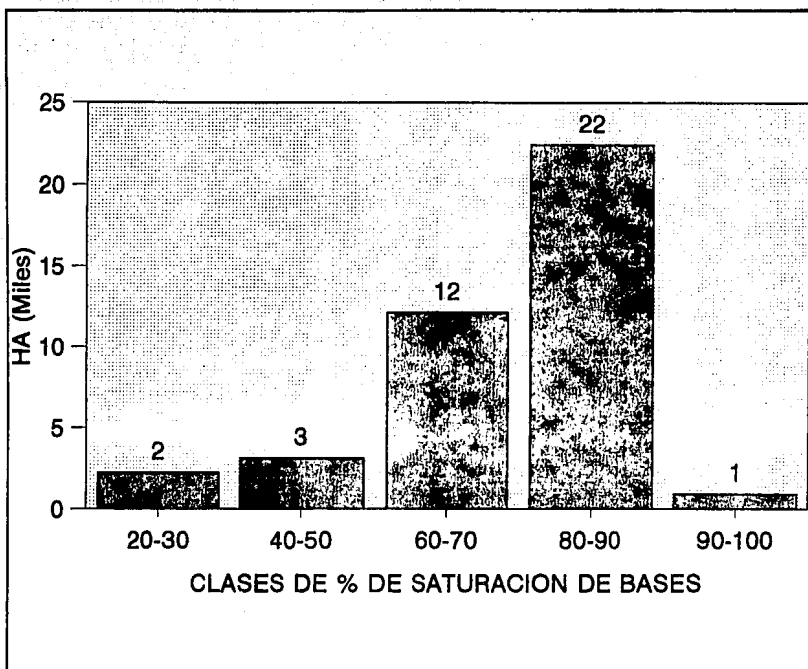


Fig. 7.31. Superficies que ocupan las clases de % de saturación de bases en Alcozauca, Gro.

Finalmente, un fenómeno similar se puede apreciar cuando se comparan los promedios de las diferentes pendientes, los cuales son mayores para las laderas fuertes y aunque no con diferencias significativas en todos los casos, si muestran una clara tendencia descendente hasta llegar a las zonas planas, que son las que presentan los valores menores (fig. 7.36). Este comportamiento, obviamente, se explica más por la intensidad mayor del uso de terrenos con menores pendientes, que por una determinación directa de la inclinación, que más bien debería expresar un tendencia inversa.

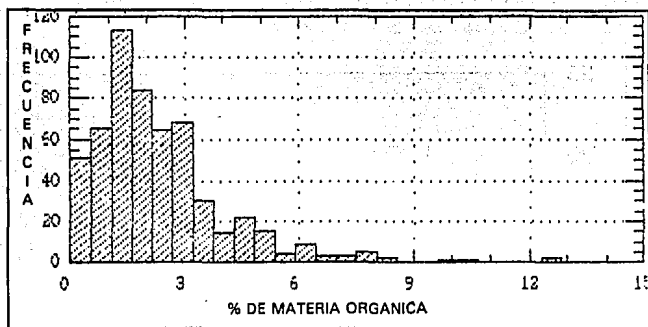


Fig. 7.32. Histograma de porcentaje de materia orgánica de los suelos de Alcozauca. Incluidas muestras de todas las profundidades.

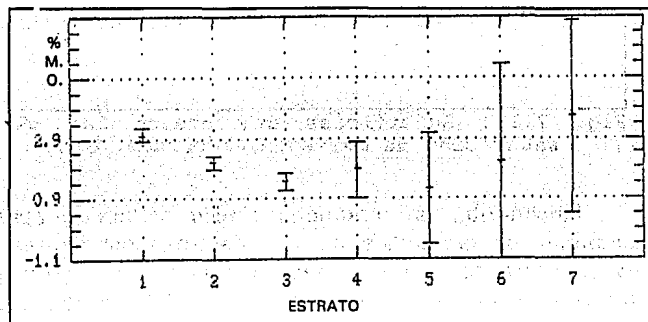


Fig. 7.33. Promedio de materia orgánica en muestras de diferentes profundidades.

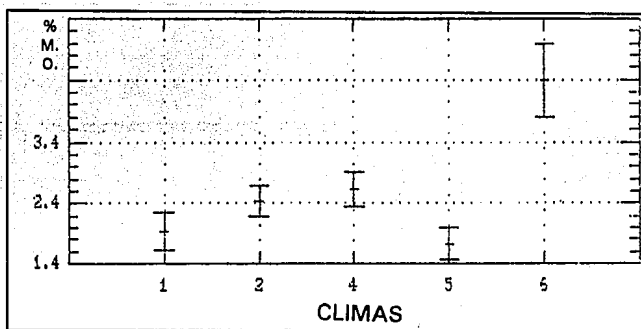


Fig. 7.34. Promedios de porcentaje de materia orgánica de los suelos en diferentes climas.

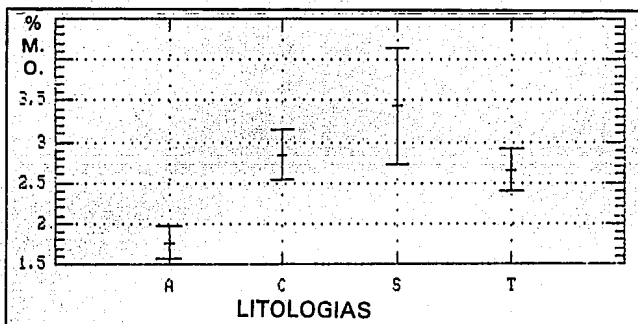
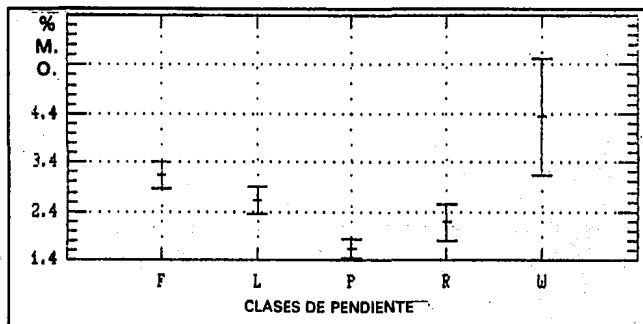


Fig. 7.35. Valores medios de materia orgánica en diferentes tipos de rocas.



**Fig. 7.36. Materia orgánica de los suelos en diferentes pendientes.**



## VIII. VEGETACION

En el marco de la diversidad geológico-geomorfológica, climática y edáfica, descrita anteriormente, la vegetación de Alcozauca presenta también una gran variación y complejidad, que se ve aumentada por la larga historia de alteración que ha sufrido por parte de grupos humanos, desde hace varios miles de años (Dalgren 1990, Mc Neish, 1964). Sin embargo,

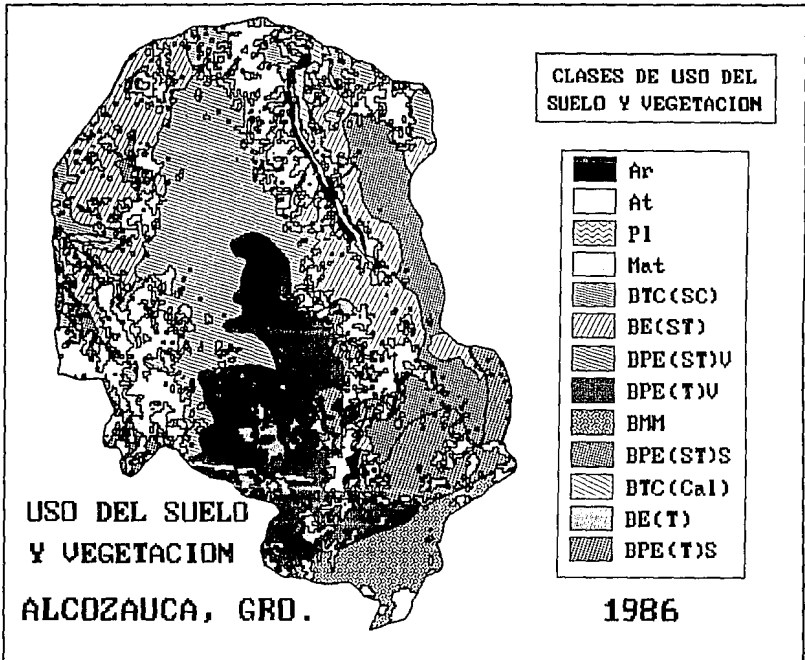


Fig. 8.1. Mapa de vegetación y uso del suelo del municipio de Alcozauca, Gro. para el año de 1986. Escala 1:250,000.

en términos generales se pueden distinguir dos grandes conjuntos vegetacionales: los tropicales subhúmedos dentro del que destaca el bosque tropical caducifolio, y los templados subhúmedos, caracterizados

por los diferentes bosques de pino y encino (fig. 8.1). Sin embargo, dentro de cada conjunto, se presentan variaciones ocasionadas en primer término por las diferencias climáticas dentro de cada zona, y en segundo lugar por la influencia de los atributos geológicos y geomorfológicos. Finalmente el panorama se acaba de complicar por la variación en el nivel de deterioro dentro del municipio, que ha generado y genera constantemente, asociaciones vegetacionales que son resultado de la alteración, o que constituyen etapas de la regeneración de los ecosistemas originales.

Es importante reiterar que dado que las zonas climáticas se establecieron siguiendo un criterio principalmente vegetal, corresponden también a zonas vegetacionales. Así, el gran conjunto de asociaciones de la zona cálida subhúmeda, se puede dividir en dos regiones mesoclimáticas: la cálida y la semicálida; mientras que la gran zona templada, se fracciona en tres, a saber, la semitemplada, la templada subhúmeda y la templada húmeda. Todas estas franjas o pisos vegetacionales, se encuentran definidos y caracterizados por la presencia de un conjunto de especies que las diferencian más o menos con claridad unas de otras.

## **8.1. METODOLOGIA**

El estudio de las diferentes asociaciones vegetales se basó en los recorridos de campo y en un conjunto de descripciones de sitio realizados por el equipo del PAIR en donde se hizo una caracterización cualitativa de la vegetación, basada en la colecta y posterior identificación de muestras botánicas, y se tomaron datos de otros factores ambientales (la ficha utilizada se muestra en el Anexo 1). En total se realizaron 35 sitios de este tipo. El material botánico colectado fue depositado en su mayor parte en el herbario de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAMIZ), en el de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME) y en el del Instituto de Biología, también de la UNAM (MEXU).

La cartografía de la vegetación así como de las distintas clases de uso del suelo, se realizó mediante la interpretación de imágenes de satélite Landsat Multispectral Scanner (MSS) correspondientes a abril de 1986 y a marzo de 1980. Esta interpretación fue apoyada por el análisis de fotografías aéreas verticales blanco y negro de 1970 y 1979, escala 1:50,000, las primeras y 1:80:000, las segundas.

Las imágenes MSS fueron procesadas principalmente por medio del programa ILWIS, aunque algunos aspectos se hicieron apoyados en el uso de los programas IDRISI y SPIPR2. Las imágenes fueron primeramente

cortadas para trabajar con un rectángulo que incluyera sólo el municipio estudiado. Después fueron georreferidas ajustándolas con puntos leídos en la carta topográfica INEGI 1:50,000, y usando el método del vecino más cercano. Posteriormente fueron clasificadas mediante el procedimiento de clasificación supervisada de máxima verosimilitud. La toma de muestras para la clasificación, se realizó sobre la base de la información de campo y con el apoyo de las fotos aéreas. Se realizaron varias pruebas en cada una de las imágenes. El proceso final de clasificación se hizo con una distancia euclidiana de 25 y exactamente sobre la base de los mismos puntos de muestreo en las dos imágenes de diferente fecha, localizados en sitios en donde no hubo cambios de uso del suelo, con el fin de reducir los errores derivados de variaciones en los conceptos definidos para cada clase por las diferencias de muestreo. Se distinguieron en este nivel 9 clases de uso del suelo y vegetación.

Las cartas resultantes de la clasificación supervisada se filtraron para eliminar píxeles aislados y después fueron sometidas a un proceso de transformación geométrica para llevarlas de la resolución original (79 m X 79 m por píxel) a la transformación en la que se elaboraron las cartas restantes (píxel de 40 X 40) con el fin de introducirla al sistema de información geográfica.

El resultado de la clasificación de las imágenes fue afinado dentro del sistema de información geográfica mediante el uso de las cartas temáticas y utilizando las correlaciones observadas en el campo entre las asociaciones vegetales y los factores climáticos, edáficos, geomorfológicos y litológicos. Con el empleo de tablas de clasificación de dos dimensiones (ITC, 1993) y con el uso de la carta climática (que como se recordará estuvo hecha sobre la base de las fotos aéreas), se afinaron los límites entre las asociaciones y se distinguieron rodales que estaban en diferentes mesoclimas; aplicando los linderos litológicos, se distinguieron otras asociaciones más; finalmente se delimitó con mayor exactitud los límites del riego, a través del uso de la carta geomorfológica (los límites de los valles de vega fueron más precisos que los terrenos de riego registrados en la clasificación de la imagen). Estos procedimientos de detalle y enriquecimiento de las cartas producidas por la clasificación de imágenes, fueron aplicados de manera absolutamente igual en los dos mapas de fechas diferentes. El resultado final permitió distinguir 13 clases de uso del suelo y vegetación.

## 8.2. ZONA CALIDA Y SEMICALIDA.

### 8.2.1. Bosque tropical caducifolio cálido.

Las regiones cálidas y semicálidas presentan un grado mayor de afectación de la vegetación que las templadas, lo que dificulta la descripción de la vegetación primaria, la cual prácticamente no existe en forma íntegra, sino que solo quedan algunas pequeñas partes y la mayoría de lo que registramos como selvas corresponde a vegetación secundaria muy desarrollada. En la zona cálida, aunque se trate de un mosaico complejo de muchas asociaciones, se presenta una composición florística peculiar.

Los bosques tropicales caducifolios de la región cálida, se distribuyen

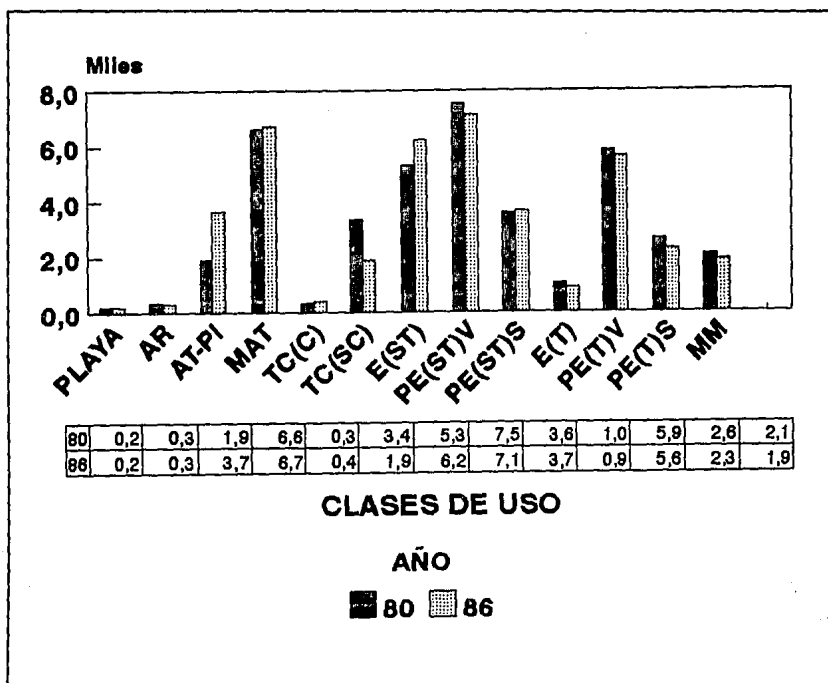


Fig. 8.2. Superficie de las diferentes clases de uso del suelo y vegetación de Alcozauca, Gro, 1986.

entre 1250 y 1350 msnm, en pequeñas áreas de la parte norte del municipio, principalmente en la comunidad de Amapilca, pero también abarcando las zonas próximas al río de la parte norte de Alcozauca; también existe esta asociación vegetal en el fondo de la barranca de San José Lagunas, en la porción occidental del municipio. En total ocupa en la actualidad una superficie de 400 ha (fig. 8.2), lo que representa el 71 % de su área de distribución original, correspondiendo el resto a matorrales secundarios, pastizales o parcelas agrícolas.

En la parte norte y nororiental se localiza principalmente sobre yesos y lutitas y sobre brechas volcánicas, mientras que en la zona occidental está sobre calizas y yeso, en ambas partes por lo común en laderas fuertemente inclinadas. Los suelos que la soportan se presentan someros, con textura de migajón arenoso, en los volcánicos y migajón arcilloso en los calcáreos, y con pH ligeramente alcalino, en mayor medida en los yesosos.

Se trata de selvas bajas con un estrato arboreo entre 3 y 10 m de altura, por lo general con densidad regular, que está constituido frecuentemente por *Lysiloma acapulcensis*, *L. divaricata*, *Bursera lancifolia*, *B. morelensis*, *B. longipes*, *B. submoniliformis*, *B. vejar-vazquezii*, *Heliocarpus tomentosus*, *Vitex mollis*, *Plumeria acutifolia*, *Ceiba parvifolia*, *Comocladia mollissima*, *Conzattia multiflora*, *Lonchocarpus* sp. *Leucaena esculenta*, *L. macrophylla*, *Exostema caribaeum*, *Trichilia* sp. entre otras. En algunos sitios específicos, como en el coluvión de Amapilca se presenta una asociación donde domina fuertemente *Acacia bilimeckii*. En el estrato arbustivo por lo común entre 1 y 2.5 m de altura, son características *Dalembertia populifolia*, *Verbesina virgata*, *Acacia farnesiana*, *A. cochliacantha*, *Perezia capitata*, *Salvia sessei*, *Indigofera platycarpa*, *Lantana camara*, *Tecoma stans*, *Croton ciliatoglandulifer*. En las zonas de suelos calcáreos, se presenta también la cactácea columnar *Neobuxbaumia mezcalensis*, mientras que en los volcánicos eventualmente se presentan individuos de *Pachycereus weberii* y de *Stenocereus stellatus*. El estrato herbáceo, menor de 50 cm, incluye con frecuencia a *Bouteoua radicata*, *B. curtispindula*, *Lippia* sp. *Ageratum corymbosum*, *Melampodium divaricata*, *Rynchelitrium repens*, *Zinnia peruviana*, *Thitonia tubeiformis*, *Phaseolus microcarpus*, *Dalea unifoliolosa* y *Euphorbia dioscoriodies*, entre otras.

Las asociaciones secundarias son muy variados, pero se cuenta con la descripción detallada de uno de ellos por Landa (1989), que registra un estrato arbustivo representado por unas pocas individuos de *Ipomoea arborescens*, *Acacia farnesiana* y *A. cochliacantha*, y uno herbáceo con *Boerhaavia* sp, *Sanvitalia procumbens*, *Tithonia tubeiformis*, *Trifax mexicana*, *Sida procumbens*, *Cenchrus* sp. *Aristida ternipes*, *Cosmos sulphureus*, *Tagetes erecta*, *Euphorbia hypericifolia*, *Bouteloua curtispindula*,

***Rhynchosia minima*, *Desmodium tortuosum*** entre otras.

En los pastizales inducidos de esta zona se pueden encontrar ***Bouteloua curtipendula*, *Andropogon wrightii*, *Ipomea pedatisecta*, *Sanvitalia procumbens*, *Simsia sanguinea*, *Cosmos sulphureus*, *Calea pringlei*, *Aristida adsensionis*, *Euphorbia hirta*, *Walteria americana*, *Tephrosia nicaraguensis*, *Dyssodia tagetiflora***, etc.

### 8.2.2. Bosque tropical caducifolio semicálido.

En el siguiente piso altitudinal, entre los 1350 y los 1,700 m de altitud, se desarrollan bosques tropicales caducifolios semejantes en aspecto a los anteriores, pero con diferente composición florística. Actualmente, las asociaciones más o menos primarias, ocupan 1,900 ha, principalmente en las laderas más profundas del cañón del río Salado, en el norte del municipio, en las comunidades de Amapilca, Alcozauca, Xonacatlán y Almolonga, y en pequeñas zonas en Ahuejutla, también en el norte. En la parte semicálida del occidente, se presenta también algunos pequeños manchones en San José Lagunas, Lomazoyatl y Melchor Ocampo, pero en general el grado de deterioro es mayor. En Ixcuinatoyac, también se presentan algunos pequeños relictos.

Los suelos son en general derivados ya sea de rocas calcáreas, como las calizas y yesos, en San José Lagunas y el Cerro de la Carbonera, y los Yesos y lutitas y yesos y limolitas, sobre las laderas del Río Salado, o bien sobre volcánicas, como las brechas, basaltos y tobas de Amapilca y Xonacatlán. Por consiguiente los suelos son someros, de pH ligeramente alcalino, en mayor medida en los calcáreas, y de textura de migajón arcillo arenoso.

Se trata de bosques regularmente abiertos con un estrato arbóreo, entre 3 y 10 m de altura, que contiene con frecuencia a ***Bursera bipinnata*, *B. glabrifolia*, *B. ariensis*, *B. discolor*, *B. copallifera*, *Ipomoea sp.*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Lysiloma acapulcensis*, *Leucaena esculenta*, *Fraxinus purpusii*, *Diphysa suberosa*, *Zanthoxylon sp.***, etc. En las zonas de calizas y calizas y yesos, son frecuentes ***Achtnocheita filicina*, *Rhus sp.*, *Leucaena esculenta*, *Piscidia grandifolia***. En el estrato arbustivo se encuentran comúnmente, ***Dodonea viscosa*, *Eynsenhardtia polystachia*, *Alvaradoa amorfoides*, *Acacia farnesiana*, *A. cochliacantha*, *A. pennatula*, *Lantana camara*, *L. hispida*, *Tecoma stans*, *Senecio nepetifolia*, *Asterohyptis stellulata***. En los suelos calcáreos, especialmente cuando se derivan de calizas, se presenta muy abundantemente en el estrato arbustivo la palma ***Brahea dulcis***, el maguey, ***Agave kirschneriana*** y ***Hechtia sp.*** En

el estrato herbáceo, por lo general de menos de 80 cm de altura, están incluídas *Ageratum corymbosum*, *Viguiera sphaerocephala*, *Simsia sanguinea*, *Zinnia violacea*, *Bidens serrulata*, *Lopezia hirsuta*, *Bouteloua curtipendula*, *Lantana hintonii*, *Muhlenbergia robusta*, *Porophyllum ruderale*, entre otras.

En los sitios con suelos de origen cuarcítico o volcánico y donde las laderas tienen una inclinación hacia el norte, como en las que se encuentran enfrente del pueblo de Alcozauca, dentro aún de la franja climática semicálida, se presenta un encinar de *Quercus glaucooides*, que alcanza entre 4 y 8 m de altura compuesto por un estrato arboreo dominado prácticamente en exclusivo por esta especie. Igualmente asociado a los suelos que presentan una costra de caliche, y a las zonas de yesos y limolitas, se desarrolla un bosque de *Juniperus flaccida*, el cual es igualmente muy característico. En las zonas de yesos y limolitas, también es frecuente el nogal *Juglans mexicana*.

En las zonas con suelos derivados de rocas con yeso, como en la ladera que se encuentra por encima del pueblo de Alcozauca, se desarrolla de manera muy característica un matorral secundario dominado fuertemente por el "cuchilete" o "sarna" (*Flaveria robusta*). En las zonas calcáreas de los alrededores de Lomazóyatl y Melchor Ocampo, los matorrales secundarios se distinguen por la frecuencia de *Nicotiana glauca*, mientras que los matorrales de zonas volcánicas, como las de la Laguna Seca en Amapilca, contienen en muchos casos a *Acacia pennatula*.

### 8.2.3. Vegetacion Riparia.

En las riberas del río Salado, en las zonas cálida y semicálida, sobre la playas más o menos estabilizadas y sobre las vegas incipientes, se desarrolla una vegetación riparia que principalmente está dominada por el asúchil, *Asthiantus viminalis*. También es frecuente el sauce, *Salix chilensis*, los amates *Ficus cotinifolia*, *F. petiolaris* y *F. segoviae*, y en menor medida el ahuehuete o sabino *Taxodium mucronatum*.

### 8.2.4. Bosque espinoso.

Se trata de un tipo de vegetación del cual solo quedan relictos, ya que ocupaba los valles de vega que en la actualidad se dedican por completo a la agricultura. Se piensa que las especies que los componían eran *Pithecoellobium dulcis*, *Prosopis laevigata*, *Acacia farnesiana*, *A. cochliacatha* y *Erithryna* sp.

### 8.3. ZONA SEMITEMPLADA

El siguiente piso climático vegetal, constituye el paso hacia la vegetación de tipo templada, y las selvas dejan su lugar a bosques de encino y pino-encino. En este habitat mesoclimático se han distinguido tres asociaciones que están principalmente determinadas por el material litológico, pero que sin embargo comparten un conjunto de especies comunes, entre las que destaca *Quercus magnoliifolia* la cual constituye una excelente indicadora del piso climático semitemplado.

#### 8.3.1. Encinar de *Q. magnoliifolia*.

Se trata de un bosque dominado con cierta amplitud por esa especie, que se desarrolla sobre laderas de roca caliza o caliza con yeso, entre los 1,700 m y los 2,100 m de altitud, aproximadamente. Se desarrolla sobre suelos someros, de textura de migajón arcilloso, con un ph neutro. Se le puede localizar en los alrededores de San José Lagunas, cerca de Xochapa y en las faldas del cerro de la Carbonera. Actualmente se estima que cubre una superficie de 6,200 ha.

Esta formado por un estrato arbóreo de entre 6 y 10 m de altura, donde domina *Quercus magnoliifolia* ampliamente y que además incluye a *Quercus conspersa*, *Brahea dulcis*, *Piscidia grandifolia*, *Juniperus flaccida*, *Diphysa suberosa*, *Lonchocarpus* sp., entre otras. En el estrato arbustivo, de 1 a 3 m de alto, se encuentran *Brahea dulcis*, *Agave cupreata*, *Acacia pennatula*, *Brickellia veronicifolia*, *Calea zacatechichi*, *Rhus galeottii*, *R. nelsonii*, *Acacia angustissima*. El estrato herbáceo, de menos de 50 cm, se encuentra compuesto por *Aristida ternipes*, *Begonia* aff. *monophylla*, *Anemia* sp., *Cologania broussonettii*, *Muhlenbergia* sp. *Lantana trifolia*, *L. hispida*, *Indigogera miniata* y otras.

En estos bosques la presencia de la palma *B. dulcis* es muy característica; su abundancia puede incrementarse en zonas expuestas al fuego, y en algunos sitios constituir verdaderos palmares. La orientación de las laderas parece jugar un papel importante sobre estos encinares, ya que sobre las laderas con exposición al sur *B. dulcis* (llamada localmente "palma macho") mientras que sobre las que tienen exposición al norte, se presenta otra especie del mismo género, *B. candida* ("palma hembra") que parece sustituir a la primera.



### 8.3.2. Bosque de *Pinus montezumae* y *Q. magnoliifolia*.

Esta asociación se desarrolla sobre los suelos de ladera derivados de tobas y brechas volcánicas ácidas, los cuales son someros, de clase textural migajón arcillo arenoso, y con pH ligeramente ácido. Se localiza en una superficie considerable (7,100 ha) sobre el macizo montañoso central, entre los 1,700 m y los 2,200 m de altitud, en las comunidades de Alcozauca, Xochapa, San José Lagunas, Cerro Azul, Chimaltepec y Acametla, principalmente.

Consiste en un bosque más o menos abierto, con un estrato arbóreo entre 4 y 10 m de altura, donde dominan *P. montezumae*, *Q. magnoliifolia* a las que les acompañan con frecuencia *Lysiloma acapulcensis*, *Arbutus* sp. y *Arctostafilos polifolia*. En el estrato abustivo, además de individuos jóvenes de las especies arbóreas, se encuentra *Acacia pennatula*, *Agave cupreata*, etc. En el herbáceo, se encuentran plántulas de las especies arbóreas, *Muhlenbergia* sp, *Bouteloua gracilis*, *Heteropogon contortus*, *Aristida shiedeana*, *A. ternipes*, *Phlebodium aureum*, *Midleja utramarginalis*, *Elaphoglossum* sp. *Cuphea* sp. y *Lobelia gruína*.

### 8.3.3. Bosque de *Pinus pringlei*, *Q. magnoliifolia* y *Q. urbanii*.

Contituye la tercer gran asociación dentro de los bosques semitemplados; se desarrolla sobre laderas con suelos derivados de rocas cuarcíticas, como las areniscas, areniscas y lutitas y los conglomerados, donde las rocas silíceas dominan. Estos suelos son someros, de textura de migajón arcilloso, y de pH moderadamente ácido. Se localiza principalmente en la parte

oriental del municipio desde los cerros al sur de Cuyuxtlahuac, hasta Ixcuinatoyac y Tlahuapa, pasando por el cerro de la Carborera y la barranca del Agua Buena en Alcozauca, Almolonga y Pueblo de Dios. También existe una pequeña área en el cerro de la Campana en San José Lagunas y en las zonas de conglomerado cuarcítico, cerca de Lomazóyatl.

Constituye un bosque fisionómicamente parecido al anterior, pero más abierto, en donde es característica la dominancia de las tres especies en un estrato arbóreo de entre 4 y 8 m de altura. Además se presenta *Arbutus xalapensis*, *Arctostafilos polifolia*, *Q. conspersa*, entre otras. El estrato arbustivo entre 1 y 2.5 m de altura, incluye individuos jóvenes de las dominantes arbóreas, principalmente de *Q. Magnoliifolia*, así como *Acacia pennatula*, *Baccharis salicifolia*. El estrato herbáceo de menos de 1 m de altura se compone con frecuencia de *Bidens serrulata*, *Tagetes*

*subulata, Stevia nepetifolia, Muhlenbergia robusta, Eragrostis mexicana, Sysmia sanguinea, Porophyllum tagetioides, etc.*

#### **8.4. ZONA TEMPLADA SUBHUMEDA.**

Aproximadamente entre los 2,000 y los 2,200 m de altitud, se produce un cambio muy importante en la vegetación, y las asociaciones con presencia de *Q. magnoliifolia*, son substituidas por bosques con mayor diversidad y de mayor talla que son característicos de la región templada. Cartográficamente fueron distinguidos tres grandes conjuntos de asociaciones, el bosque de encino, el de pino encino sobre rocas volcánicas y el de pino encino sobre cuarcíticas. El primero registra una superficie de 900 ha y se localiza en la parte sureste; el segundo de 5,600 ha, está localizado sobre la zona central del municipio; y el tercero se localiza en la parte central-sur donde abarca 2,300 ha. Los tres se encuentran entre los 2,200 m y los 2, 600 m de altitud.

El ambiente formado por las laderas de fuerte inclinación, que son parte de un paisaje geomorfológico denudatorio, en el clima templado subhúmedo, ocupa una gran superficie y es muy importante en términos de la conservación de los bosques que ahí se desarrollan. Sus suelos dan un cambio cualitativo en su profundidad, su textura y su pH, con respecto a los de las franjas climáticas de menor altitud, ya que llegan a desarrollar perfiles de 1 m y más, son migajones arcillosos, y son ya suelos ácidos, medianamente en los volcánicos (entre 5.7 y 6.1) y francamente en los silíceos (de 5 a 5.6). El conjunto de asociaciones que aquí se agrupan van desde bosques en los que dominan claramente las coníferas, hasta otros en las que los encinos son más importantes, con sus correspondientes intermedios. Es difícil conocer con precisión los factores que dentro de este ambiente, determinan la dominancia de unos y otros; sin embargo si se pueden apuntar algunos factores que sin ser los que explican el conjunto, tienen una influencia. En primer término, es posible que una diferencia de humedad debida a factores geomorfológicos locales, como la exposición de las laderas, o a los propios gradientes dentro del subtipo climático, haga que en las partes más secas dominen los pinos, mientras que en las de mayor humedad, tiendan a estar los encinos en mayor proporción.

Por otra parte, la alteración provocada por el tlacolole y las extracciones forestales, parece tener influencia sobre la dominancia en dos formas, a saber, debido a que las asociaciones secundarias por lo común son dominadas ampliamente por encinos, pero también porque las zonas en las que el uso es demasiado intenso, el deterioro edáfico tiende a

favorecer la existencia de encinares disclimáticos.

Finalmente las variaciones del pH también deben tener su influencia, aunque no parece existir un patrón en el que los suelos silíceos, que son más ácidos, favorezcan la abundancia de pinos, ya que también los encinos son frecuentes en ese tipo de bosques.

En general se trata de bosques con un estrato arbóreo entre 10 y 25 m de altura, que en condiciones de poca perturbación alcanzan por lo general coberturas casi completas. Es frecuente encontrar como dominantes a *Pinus pringei*, *P. pseudoastrobus*, *P. montezumae*, *P. michoacana*, *P. lawsonii*, *Quercus candicans*, *Q. elliptica*, *Q. obtusata*, *Q. crassifolia*, *Q. scytophylla*, *Q. martinezii*, *Q. laurina*, *Arbutus xalapensis*, *Alnus jorullensis* entre otras.

Presentan también un estrato arbustivo, con una densidad menor, y de 0.5 m a 2 m de altura, en donde podemos encontrar de manera importante a *Baccharis conferta*, *Ternstroemia pringlei*, *Solanum* sp., *Budleja* sp., *Salvia lavanduloides*, *Eringium* sp., *Pteridium aquilinum*, *Arctostafilos polifolia*, *Tibouchina* aff. *duranguensis*, y diversas plantas jóvenes de los árboles, que también son importantes en este estrato.

El estrato herbáceo, también poco denso, se presenta entre el ras del suelo y los 50 o 60 cm, y contiene a *Pteridium aquilinum*, *Stevia* spp., *Salvia lavanduloides*, *S.* spp., *Ageratum corimbozum*, *Agrostis ghiesbreghtii*, *Bouteloua hirsuta*, *Alchemilla pectinata*, *Begonia gracilis*, *Aegopogon centroides*, *Cuphea ixodes*, *Castilleja tenuifolia*, *Pleopeltis macrocarpa*, *Satureja macrostema*, *Mulhembergia macroua*, *Selaginella lepidophylla*, *Lemboglossum cervantesii*, entre otras.

Los matorrales secundarios pueden ser de varios tipos, entre los que son importantes el dominado por *Baccharis conferta*, que parece desarrollarse mejor en las zonas de menor pendiente, el de *Q. obtusata* y *Q. candicans*, los que contienen individuos jóvenes de pinos, y los de *Pteridium aquilinum*.

A lo largo de las corrientes permanentes, sobre valles de vega o en los límites de las playas, es frecuente la presencia de un bosque ripario de *Alnus jorullensis*.

## 8.5. ZONA TEMPLADA HUMEDA.

En el extremo sur del municipio, sobre los 2,700 m y hasta los 3,100 m de altitud, en las cumbres de la sierra, se desarrollan las asociaciones vegetales de mayor tamaño, sobre las laderas volcánicas y cuarcíticas, y

en las mesetas constituidas por las cimas volcánicas redondeadas. Los suelos son profundos, franco arcillosos y con pH fuertemente ácido.

Las asociaciones que aquí se presentan las consideramos ya parte de los bosques templados de mayor humedad, y por las especies que presenta, que son mezcla de las templadas y las tropicales de montaña, se puede incluir como mesófilo de montaña. Presenta dos variantes; por un lado, en las partes más altas y más húmedas, y preferentemente, aunque no exclusivamente, en las cimas redondeadas, se presenta un bosque con un estrato arbóreo de más de 30 m de alto, que llega a veces hasta los 45 m, dominado por *Q. rubramenta*, acompañado de *Q. rugosa*, y en menor medida, por *Pinus ayacahuite* y *Abies religiosa*. En un estrato arbóreo inferior, entre 10 y 20 m de altura, también se pueden encontrar *Q. laurina*, *Q. martinezii*, *Cornus disciflora*, *Ternstroemia pringlei*, *Ostrya virginiana*, *Alnus jorullensis* y *P. pseudostrobus*. El estrato arbustivo, que se localiza entre 1 m y 4 m, presenta una cobertura de menos del 20% e incluye a *Phytolacca* sp. El herbáceo mide menos de 1.5 m y tiene una cobertura del 80%; dominan *Cosmos* sp., *Rumfordia floribunda*, *Eupatorium* sp. *Arenaria* sp. *Salvia* spp. *Cuphea* sp. *Jaltomata* sp. entre otras.

Por otra parte, en las laderas fuertemente inclinadas, y en las zonas altitudinalmente más bajas, dentro del clima Cm, crecen bosques en los que los abetos y los pinos son más importantes, y tienden a prevalecer *Abies religiosa*, *Pinus ayacahuite*, *P. pseudostrobus*, *P. oocarpa* y *Q. martinezii*.

## IX. DETERIORO

Los ecosistemas naturales constituyen riquezas biológicas, resultado de muchísimos años de evolución que poco a poco ha logrado la construcción de todo un entramado físico biológico. La complejidad de mecanismos e interacciones ecológicas involucrados en las unidades ambientales que la naturaleza generó, representa un valioso capital que debe ser mantenido y acrecentado mediante el buen manejo. El concepto de deterioro, por tanto no puede ser reducido a la disminución de la productividad económica de los ecosistemas (o la tierra), sino que debe entenderse como el desgaste de este conjunto de valiosa información. Desde luego que la capacidad de aumentar la eficiencia con la que se aprovechan los recursos naturales, se ve disminuída fuertemente de manera global, con su deterioro, pero es necesaria la conservación de ciertos recursos, aunque no impliquen directamente un recurso productivo, ni siquiera de manera potencial; lo que es más significativo para las regiones campesinas, es que las perspectivas de un aumento sostenible de la productividad rural, no pueden estar basada en estrategias de manejo que ocasionen deterioro de los recursos.

Sin embargo, los criterios económicos también deben ser considerados, y si se piensa no solo en el problema de la conservación, sino en el de la producción también, entonces el análisis del deterioro también debe incluir el efecto que causa sobre la eficiencia ecológica y económica de la producción rural. En el presente caso ocurre que una parte significativa de la producción municipal, se desarrolla sobre zonas con alto deterioro y eso representa una limitación efectiva sobre la productividad de los sistemas tecnológicos.

### 9.1. METODOLOGIA

Entendido el deterioro más bien como una disminución de la calidad ambiental de los ecosistemas, las formas de medirlo resultan complicadas. Sin embargo, algunos indicadores pueden ser usados para discutir el asunto. Las limitaciones de los indicadores y datos que fueron usados para acercarse al concepto discutido de deterioro no permitieron lograr análisis muy exactos, sino más bien representan aproximaciones, que no obstante, permiten una discusión en general a nivel municipal. Es importante reiterar aquí que el concepto de zonas que no han sido desforestadas es relativo ya que en términos de su definición cartográfica incluye no sólo los bosques

primarios, sino que también considera vegetación secundaria desarrollada y en distintas etapas de su proceso regenerativo. En el presente trabajo se utilizarán tres indicadores, los cuales se explican a continuación

El **porcentaje de superficie que ha sido desforestada** constituye un primer indicador que nos expresa el grado en el que se han transformado los ecosistemas originales, y la magnitud del capital con el que se cuenta todavía. En segundo término, el **cociente alteración-regeneración (A/R)**, el cual expresa la dinámica en la que se desarrolla la contradicción entre los procesos de alteración que los habitantes de una región realizan sobre los ecosistemas, y la capacidad que tengan éstos últimos para reproducir las condiciones originales o regenerar la alteración sufrida. Los sistemas productivos en Alcozauca, como vimos, basan su productividad en la respuesta que los ecosistemas dan a los efectos de las actividades agrícolas, forestales y ganaderas. El descanso de los terrenos agrícolas, y la tendencia a reponer lo que se extrae en el caso de los agostaderos y zonas de leñado, representan procesos que operan en sentido opuesto al impacto humano. Mientras los procesos de alteración, ya sea por la magnitud de la actividad productiva o por sus características cualitativas, sean menos intensos que los procesos de regeneración, se puede considerar que no se está produciendo deterioro, sino uso sostenible. Pero cuando la alteración es mayor que la capacidad de respuesta ambiental, entonces se está produciendo un proceso de deterioro que será más intenso mientras más drástico sea el predominio de la alteración.

El proceso alteración regeneración se puede describir comparando el uso actual del suelo para diferentes fechas, y analizando la dinámica de las superficies con vegetación, las abiertas y las que se regeneran. La comparación de los mapas de uso del suelo de 1980 y 1986, (fig. 9.1) generados a través del procesamiento de imágenes de satélite, nos permitió acercarnos a dicho análisis. En este punto es importante destacar que la manera amplia en la que se distinguió la superficie con bosques a partir de las imágenes de satélite, tiene una limitación a niveles mayores de exactitud ya que puede hacer parecer que no hay deterioro, cuando se desforestan bosques maduros y lo que se regenera es vegetación secundaria, de tal suerte que el rodal no disminuye, pero la proporción de bosques primarios sí.

La cuantificación de los cambios en el uso del suelo se basó en la comparación de la carta de uso del suelo realizada sobre la base de la imagen de 1980 con la correspondiente a 1986. Para ello se realizó un cruzamiento de ambas cartas para generar una carta de cambios la cual fue posteriormente clasificada a través de una tabla de dos dimensiones lo que dio como resultado una carta en donde se distinguen:

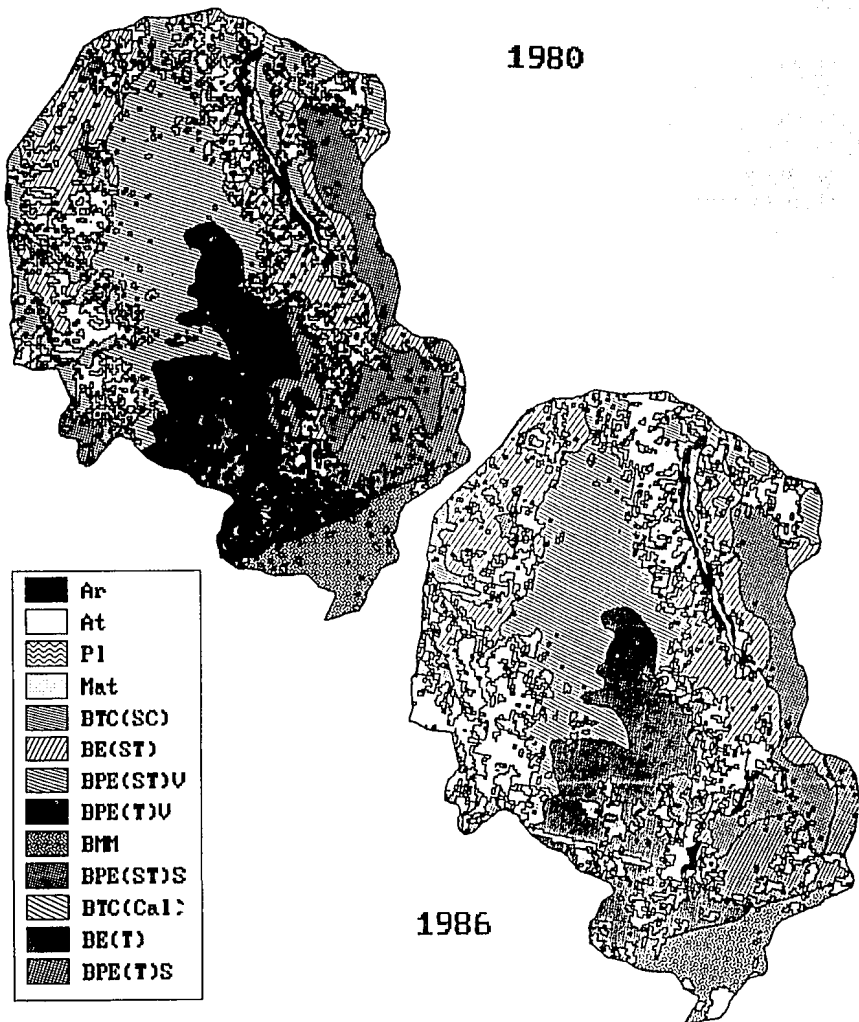


Fig. 9.1. Mapas de vegetación y uso del suelo de 1980 y 1986. Escala 1:250,000.

a) las zonas que no sufrieron cambios,

b) las que cambiaron de vegetación boscosa a matorral y a áreas abiertas las cuales junto con los cambios de matorral a áreas abiertas formaron el concepto de **desforestación** o **alteración** y

c) las que cambiaron de abiertas o matorrales a zonas boscosas y de abiertas a matorrales, las que en conjunto forman el concepto **regeneración**.

El cruzamiento de esa carta con las restantes permitió un análisis de las relaciones entre la dinámica de uso del suelo y los factores climáticos, geológicos, morfológicos y su importancia en las diferentes comunidades.

En tercer lugar, es muy importante dentro del ciclo de alteración regeneración, el estado que mantenga el suelo, ya que su deterioro, es una causa muy clara de disminución de la capacidad de la vegetación para llevar a cabo el proceso de regeneración. Vegetación y suelo, ambos en su carácter de elementos de expresión ecológica concreta, se encuentran manteniendo una interrelación de mutua determinación y por ello se establecen círculos de interdependencia, que pueden generar procesos de espiral descendente en la calidad de los ecosistemas. El menor desarrollo del suelo, disminuye la fuerza de crecimiento de la vegetación y por otro lado, dado el carácter de la cubierta vegetal como formadora y protectora de la capa edáfica, la reducción de su influencia benéfica, favorece también el deterioro del suelo.

Esta interrelación suelo vegetación sin embargo, no es lineal, ya que pueden existir zonas con gran degradación edáfica, que soporten bosques (abiertos o poco productivos) mientras que pueden presentarse zonas con suelos todavía no dañados y con cultivos, pastizales o matorrales como cobertura vegetal. La velocidad en la que se llevan a cabo los cambios en la calidad de los suelos, tanto en su fase destructiva, pero sobre todo en las perspectivas de regeneración, es por lo general menor que la que desarrollada por los fenómenos de alteración y/o regeneración de la vegetación, que son procesos que se realizan más velozmente; por ello el camino hacia el deterioro edáfico, puede pasar por varios ciclos de desmonte y regeneración, cada vez más lentos y menos productivos ecológicamente hablando.

Por ello como tercer elemento que indique el deterioro de los recursos se tomará a la información contenida en el mapa de **erosión**, construido a través de la síntesis cartográfica.

El análisis de la erosión del municipio estuvo basado en el modelo de



la FAO (1979), el cual se basa a su vez en el principio de la ecuación universal de la erosión de Wischmeier (Wischmeier & Smith, 1965). El método, sin embargo, se ajustó a la información con la que se contaba. El modelo usado fue el siguiente:

$$E = R1 * LS * C * U$$

Donde: E es el nivel de erosión medido en ton/ha al año,  
 R1 es el factor de erosividad debida a la lluvia,  
 LS es el factor derivado de la geoforma,  
 C es la erodabilidad del suelo debida a su textura y U es el factor asociado al uso del suelo.

El factor de erosividad de la lluvia se calculó para las estaciones correspondientes a cada clima usando la modificación hecha al índice de Fournier por Arnouldus (Ortiz Solorio, 1987) y los valores resultantes (que se muestran en la tabla 9.1), se aplicaron al mapa climático, bajo la suposición de que son atributos de cada subtipo climático.

CLIMA	NOMBRE	R1
Aw0	CALIDO SUBHUMEDO	120
A(C)w0	SEMICALIDO SUBHUMEDO	136
(A)Cw1	SEMITEMPLADO SUBHUMEDO	160
Cw2	TEMPLADO SUBHUMEDO	190
Cm	TEMPLADO HUMEDO	300

**Tabla 9.1.** Valores del coeficiente de erosividad del clima (R1) usados para la generación de la carta de erosión del suelo.

Los valores asignados al resto de los factores se estimaron sobre la base de los tabulados en Kirkby & Morgan (1984), aunque se ajustaron a la información con que se contó.

Los valores asignados al factor por geoforma se muestran en la tabla

9.2.

En el caso del factor asociado a la textura del suelo (C) los valores de la bibliografía aplicados a las clases texturales distinguidas en Alcozauca, quedaron como se muestran en la tabla 9.3.

Finalmente los valores del factor asociado con el uso del suelo asignados a las clases identificadas para el municipio, se muestran en la tabla 9.4.

GEOFORMA	LS
VALLES DE VEGA	0.15
TERRAZAS	3.5
CIMAS	2
LADERAS REGULARES	5
LADERAS FUERTES	8

**Tabla 9.2.** Valores asignados al factor derivado de la geomorfología (LS).

CLASE TEXTURAL	C
Mr	0.3
Mra	0.25
Ma	0.20
M	0.38

**Tabla 9.3.** Valores de erodabilidad del suelo debido a su textura (C).

CLASE DE USO DEL SUELO Y VEGETACION	U
AGRICULTURA DE RIEGO	0.4
AGRICULTURA DE TEMPORAL	0.8
PLAYA	0.2
MATORRAL SECUNDARIO	0.1
BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO CALIDO	0.05
BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO SEMICALIDO	0.05
BOSQUE DE ENCINO SEMITEMPLADO	0.02
BOSQUE DE PINO-ENCINO SEMITEMPLADO (V)	0.03
BOSQUE DE PINO-ENCINO SEMITEMPLADO (S)	0.03
BOSQUE DE ENCINO TEMPLADO	0.01
BOSQUE DE PINO-ENCINO TEMPLADO (V)	0.01
BOSQUE DE PINO-ENCINO TEMPLADO (S)	0.01
BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	0.01

**Tabla 9.4.** Valores asignados al factor por uso del suelo (U) para la elaboración de la carta de erosión del suelo.

Para la elaboración de la carta de erosión, se aplicaron los valores de cada uno de los factores mencionados a las cartas correspondientes, para generar las cartas de cada uno de esos factores, las cuales fueron posteriormente multiplicadas mediante el uso del módulo de álgebra de mapas (**Spatial Modelling: Calculation**) del ILWIS (ITC, 1993). Posteriormente se hizo la clasificación de la carta resultante, que contenía en cada pixel el valor resultado de la operación anterior, para convertirla en una carta de clases de intensidad de erosión, para lo cual se utilizó una tabla de clasificación (ITC, 1993); los valores resultantes se consideraron más en su carácter comparativo que absoluto. Finalmente la carta clasificada, fue cruzada con otras para analizar las interrelaciones de la erosión con otros factores y su distribución en las comunidades.

## 9.2. EL PORCENTAJE DE DESFORESTACION

### 9.2.1. Panorama General

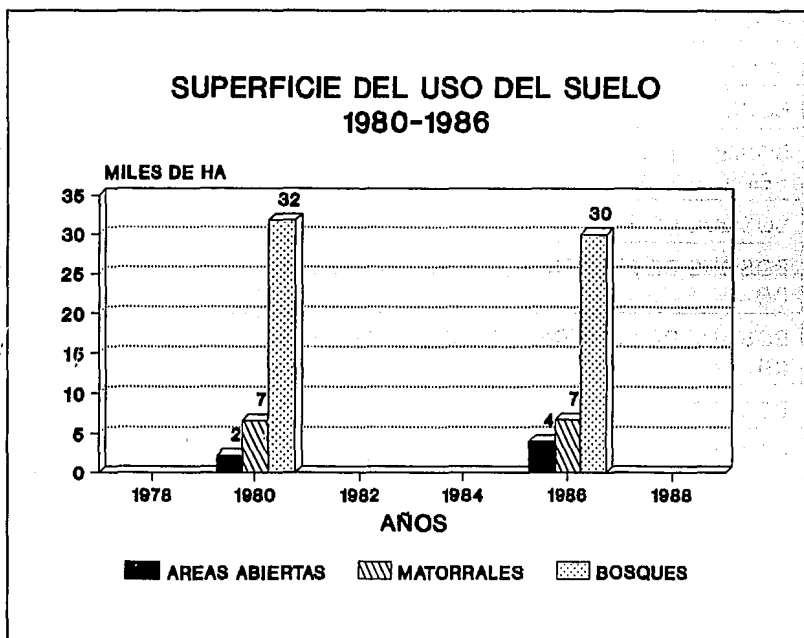


Fig. 9.2. Superficies abiertas, con matorrales y con bosques de Alcozauca. 1980 y 1986.

El análisis de las superficies de áreas abiertas, matorrales y bosques (fig. 9.2) nos muestra que para 1986, la mayoría de los terrenos del municipio, se encuentran cubiertos de vegetación. Cerca de 30,000 ha (equivalentes al 75%) se encuentran ocupadas por vegetación boscosa, mientras que 6,719 ha (16%) están ocupadas por matorrales secundarios y solo 3,961 (9%), corresponden a zonas abiertas, ya sea de agricultura, pastizales inducidos o bien, terrenos con suelo descubierto. Es importante reiterar que dentro de la categoría de bosques se están considerando tanto aquellos cercanos a la condición primaria, como a las asociaciones vegetales secundarias viejas, que han desarrollado una cubierta con cierta

densidad; igualmente se incluye dentro de esta clase a los bosques que están siendo sometidos a presiones que disminuyen su densidad. Esto significa que no incluye exclusivamente a la vegetación primaria estrictamente.

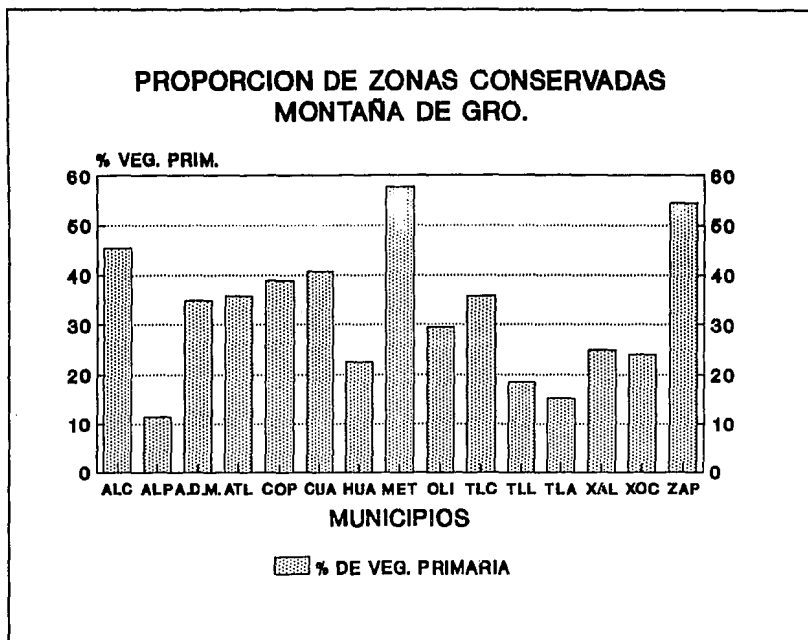


Fig. 9.3. Porcentaje de vegetación conservada en los municipios de la Montaña. (Fuente: digitalización de la Carta de Vegetación y Uso del Suelo de INEGI, 1:250,000, datos de 1980).

De todas maneras, es importante hacer notar que el porcentaje de terrenos con cubierta vegetal es considerablemente mayor que el estimado para la región de La Montaña en su conjunto (Landa, 1992), que apenas es de 55%; y asimismo, es más alto que el calculado para todo el país, (60%, según Toledo, V. *et al.* 1989). Lo anterior indica, que Alcozauca es un municipio bien conservado dentro del promedio tanto de sus vecinos, como en un ámbito mayor. La fig. 9.3 muestra las superficies conservadas de los diferentes municipios de la región, obtenidas a partir de la carta de uso del suelo de INEGI, donde se puede observar que Alcozauca ocupa el tercer lugar entre los municipios más conservados.

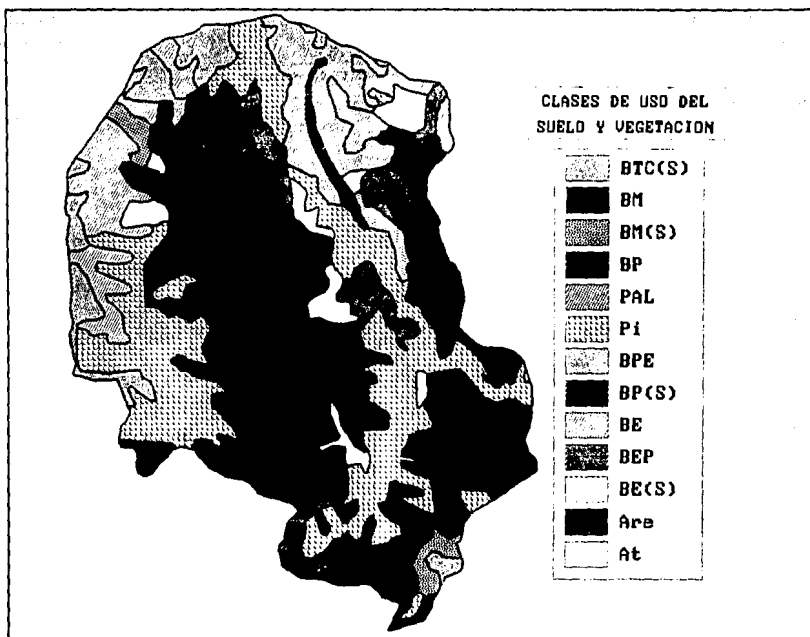


Fig. 9.4. Mapa de uso del suelo de Alcozauca de INEGI.

También se observa, por cierto, que en general la superficie con cubierta vegetal presenta porcentajes menores que lo estimado con las imágenes. En efecto, Alcozauca presenta solo el 55% de vegetación conservada. Esta diferencia se debe a los conceptos usados en la carta de INEGI y al detalle de la misma que corresponde a una escala 1:250,000; si se comparan ambas cartas, (figs.9.1 y 9.4) se puede observar que la categoría de agricultura y pastizal inducido de INEGI, corresponde en muchas partes a matorrales secundarios, mientras que incluye toda la vegetación selvática como secundaria.

Los valores estimados con ayuda de la imagen de satélite, estuvieron apoyadas también en la interpretación de aereofotos y coinciden en términos generales con las mediciones de Landa (1992), para San José Lagunas, y Martínez (1992) para Zoyatlán mismas que fueron hechas sobre la base de fotos aéreas.

## USO DEL SUELO POR CLIMAS ALCOZAUCA, GRO.

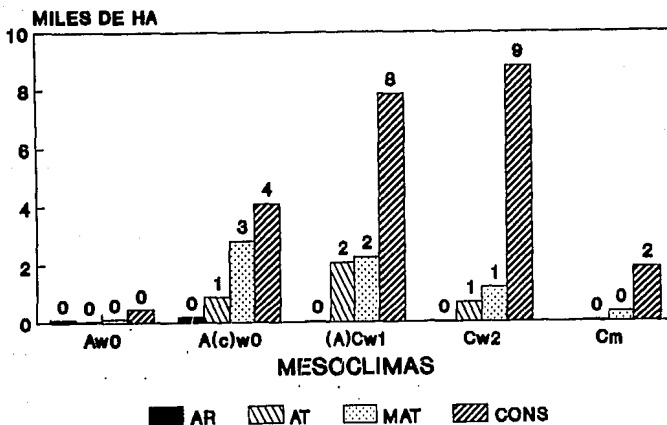


Fig. 9.5. Superficie de uso del suelo en los diferentes climas.

## 9.2.2. Diferencias entre franjas climáticas

La mayor extensión de bosques (fig. 9.5), corresponde a los ubicados en el clima templado subhúmedo con alrededor de 9 mil ha, seguidos por los semitemplados, con 8,000 ha. Los bosques de las zonas más húmedas y frías ocupan cerca de 2 mil ha, mientras que dentro de los tropicales, los de clima semicálido tienen el tercer lugar con 4 mil ha, mientras que los cálidos, ocupan apenas 400 ha.

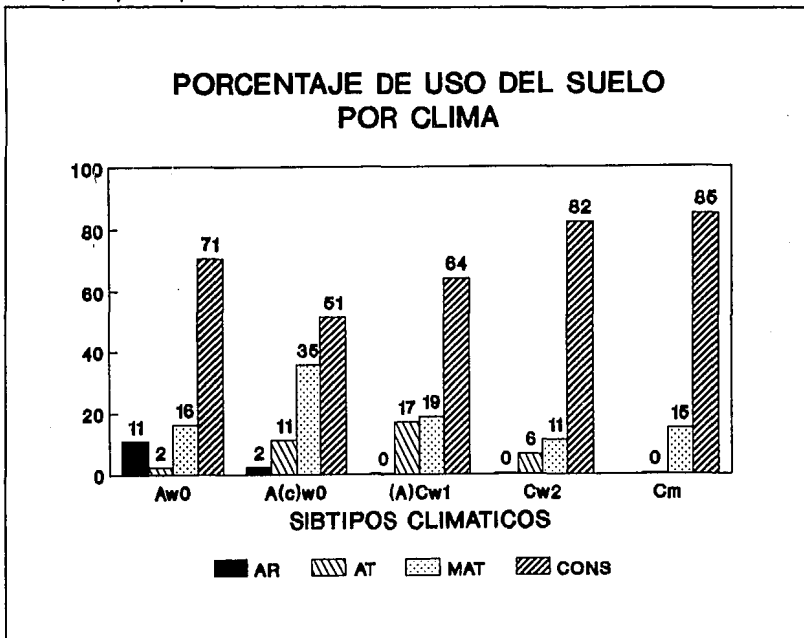


Fig. 9.6. Proporción de grandes clases de uso de suelo en los distintos climas.

La proporción de áreas conservadas (fig. 9.6), que es un indicador del grado de afectación de cada franja climática, nos muestra que en esta escala municipal se expresa la tendencia apuntada por Landa para la escala regional, de mayor afectación en la zona cálida que en la templada, aunque



la franja mesoclimática cálida, si bien con una superficie total pequeña, se encuentra mejor conservada (71 %) que la semicálida (51%), a partir de la cual el porcentaje asciende hasta alcanzar el 85% en el caso de la parte templada húmeda, que es la mejor preservada.

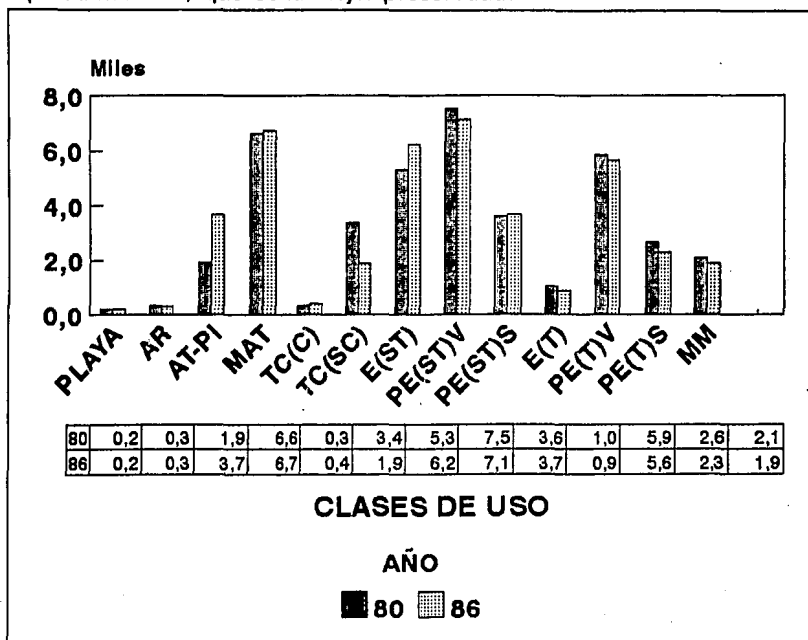


Fig. 9.7. Superficie de los diferentes usos del suelo en 1980 y 1986.

Los terrenos con agricultura y pastizales son más abundantes en el clima semitemplado, seguido del semicálido, que sin embargo, presenta más superficie absoluta y relativa de matorrales secundarios. Esto indica que el uso más intenso está siendo hecho sobre las franjas semicálida y semitemplada, mientras que tanto hacia abajo altitudinalmente como hacia arriba, la intensidad de la alteración disminuye. En el primer caso se debe a las limitaciones hídricas, mientras que en los templados, se explica por la presencia de limitaciones en temperatura y en factores del suelo. La poca agricultura de riego asociada a los valles de vega, se encuentra mejor representada en los climas semicálido y cálido, en ese orden, mientras que es de menor extensión en los templados.

Visto de manera más desglosada (fig. 9.7), los bosques de mayor extensión son los semitemplados sobre suelos volcánicos de *P. montezumae* y *Q. magnoliifolia* (7 mil ha), que tienen una extensión que se aproxima a la de los matorrales secundarios, a los que le siguen los encinares semitemplados sobre calcáreas, y los templados volcánicos, que están cercanos a las 6 mil ha.

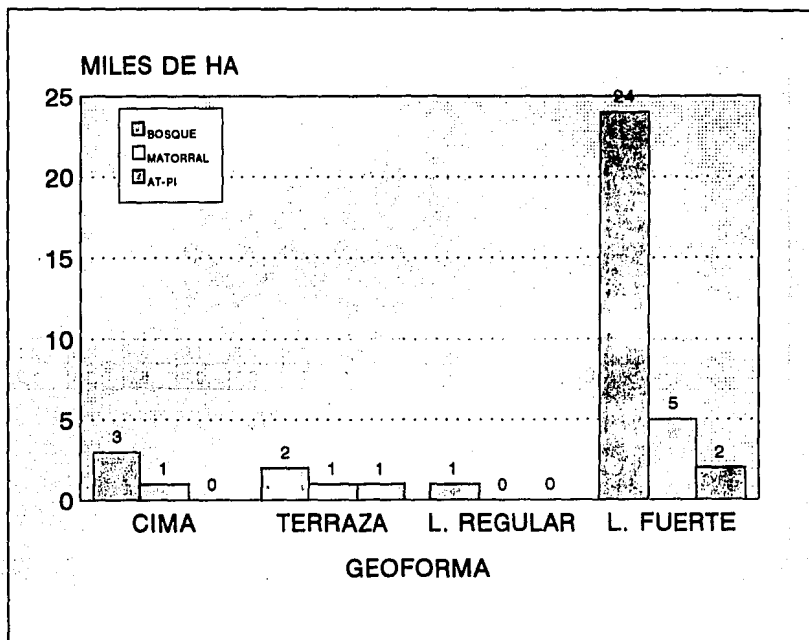


Fig. 9.8. Superficie de uso del suelo por geoformas.

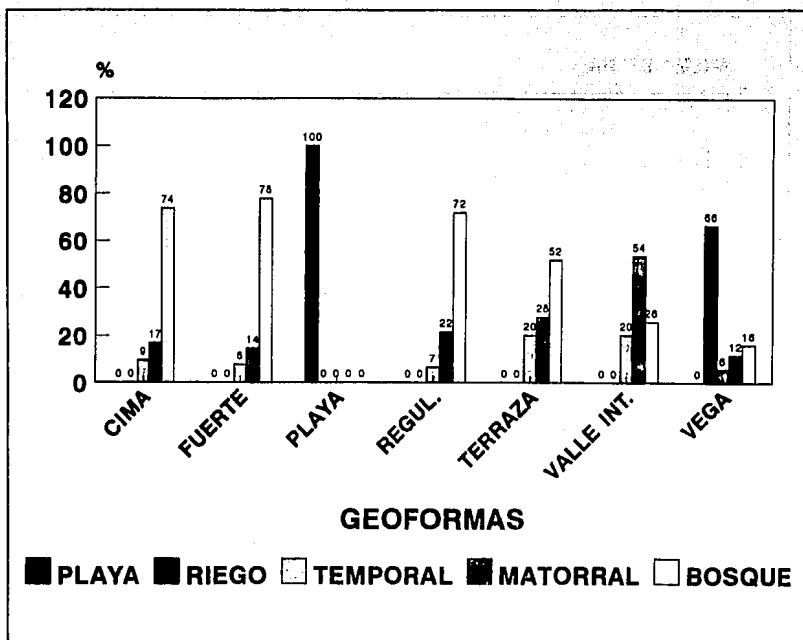


Fig. 9.9. Proporción de tipos clases de uso del suelo por geomorfa.

### 9.2.3. Las geomorfas

El análisis por geomorfas muestra que la mayor parte de los bosques (ca. 24 mil ha) se encuentran en laderas de pendiente fuerte, que es el paisaje más conservado con el 78% de su superficie con bosques (figs. 9.8 y 9.9). Las cimas y las pendientes regulares, también muestran un buen estado de preservación, con porcentajes de 74% y 72% respectivamente. Las terrazas por su parte, se encuentran cubiertas de vegetación boscosa solo en un 52%, con un 25% de matorral, y un 20% de zonas abiertas.

Estos resultados son importantes porque muestran que en las cimas y las terrazas todavía existen áreas susceptibles de ser abiertas para la agricultura, que representan casi 6 mil ha, lo que hace el 150% de lo que actualmente está abierto. También resulta notable la gran cantidad de superficie de laderas fuertes que se encuentra abierta con cultivos y

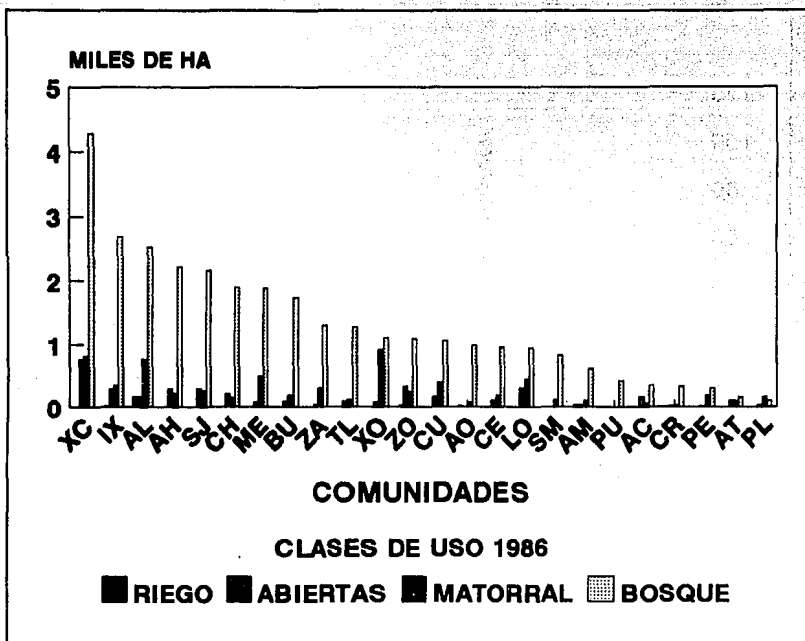


Fig. 9.10. Superficie de clases de uso del suelo por comunidad.

pastizales o bien con matorral.

La mayor parte de los valles de vega tienen riego (66%), sin embargo, lo que resta representa una superficie potencialmente irrigable. Mayores potencialidades en cuanto a superficie que puede cambiarse al riego existen en los intermontanos, que tienen la enorme mayoría de su superficie de temporal y que cuando menos en los casos de Cuyuxtlahuac y Tlahuapa, son susceptibles de irrigarse.

#### 9.2.4. Las comunidades y los terrenos desforestados.

Los valores absolutos de superficie con bosques varían entre centenares de ha hasta más de 4,000 ha (fig. 9.10). Xochapa es la comunidad que tiene una superficie mayor, seguida de Ixcuinatoyac, Alcozauca, Ahuejutla y San José Lagunas, todas con más de 2,000 ha. Las

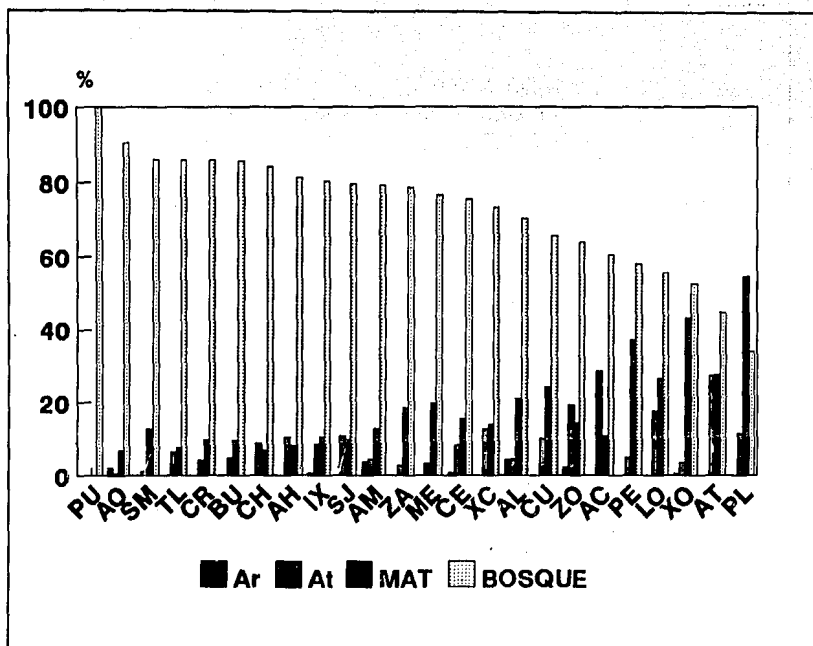


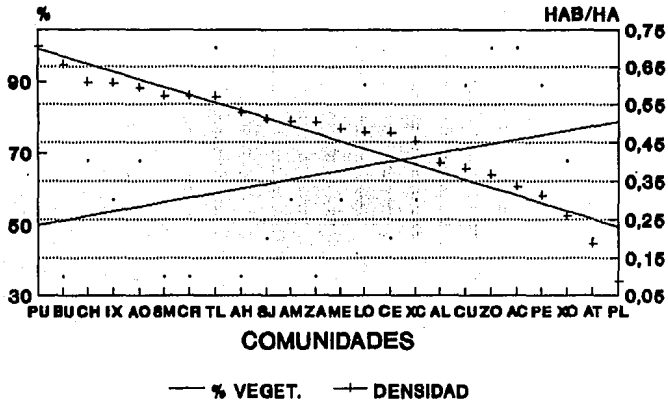
Fig. 9.11. Proporción de zonas con bosque, matorral o agricultura, en las diferentes comunidades.

comunidades con menores extensiones son Plan de Zacatepec, Altamira, Petlascalancingo, Cruz Verde, Acametla y Pueblo de Dios, todas con menos de 500 ha.

Si embargo, en términos relativos (fig. 9.11), como porcentaje del total de cada comunidad las más conservadas son Pueblo de Dios, Almolonga, San Martín, Tlahuapa, Cruz Verde, Buenavista y Chimaltepec (arriba del 80%); mientras que las más afectadas porcentualmente son Plan de Zacatepec, Altamira, Xonacatlán, Lomazóyatl y Petlascalancingo (menos de 60%).

Como una medida de la presión de los poblados, se podría esperar que la densidad demográfica estuviera correlacionada inversamente con los porcentajes de superficie cubierta por bosques. La fig. 9.12 que muestra la proporción conservada y la densidad demográfica de las comunidades

**% DE AREA CON VEGETACION  
Y DENSIDAD DEMOGRAFICA  
COMUNIDADES, ALCOZAUCA, GRO.**



**Fig. 9.12. Tendencia de la densidad demográfica en las comunidades ordenadas de mayor a menor proporción de terrenos conservados.**

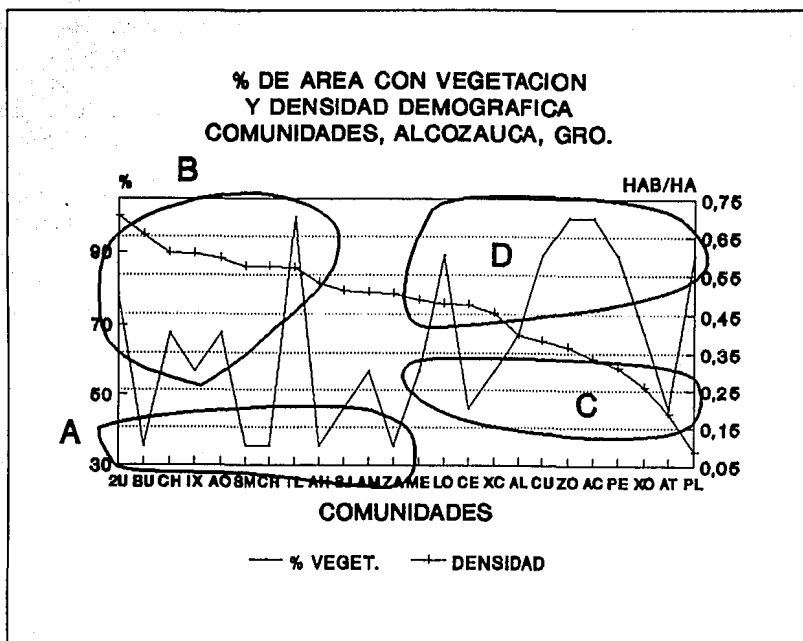


Fig. 9.13. Porcentaje con vegetación y densidad demográfica.

del municipio ordenadas de mayor a menor grado de preservación, parece en efecto, mostrar esa tendencia inversa, sin embargo la regresión entre ambas variables no permite concluir su existencia sobre bases estadísticas, ya que los valores del coeficiente de correlación y la R cuadrada son muy bajos. En efecto, dicha tendencia no parece muy clara cuando se analiza la gráfica de líneas en vez de las tendencias (fig. 9.13), que indica una oscilación irregular de los valores de densidad, cuando las comunidades se ordenan de mayor a menor proporción conservada.

Más bien la gráfica parece mostrar la existencia de cuatro grupos de comunidades. Uno de ellos (A), de densidad baja y alta proporción conservada, corresponde a Buenavista, San Martín, Cruz verde, Ahuejutla y Zaragoza, casi todos ellos anexos recientes, con menos de 0.15 hab/ha y más de 75% de conservación. Un segundo grupo (B), también de alto porcentaje de zonas boscosas, pero de densidad alta, que incluye a Chimaltepec, Ixcuinatoyac, Almolonga y Tlahuapa, con más de 80% de superficie boscosa y mas de 0.30 hab/ha. El tercer grupo, está formado por

Lomazóyatl, Cuyuxtlahuac, Zoyatlán, Acametla y Petlacalancingo, las cuales tienen el comportamiento que se esperaría, de alta densidad (más de 0.50 hab/ha) y bajo grado de conservación (menos de 75%). Finalmente unas cuantas comunidades (Cerro Azul y Altamira) presentan una gran perturbación (menos de 75% de bosques) y baja densidad demográfica (menos de 0.25 hab/ha).

Suponiendo que los grupos representan determinaciones de otra índole que oscurecen la relación entre densidad y deterioro, se hicieron otras regresiones lineares dividiendo las comunidades en dos grupos, uno formado por los subgrupos B y D, y otro por los del A y el C. Aunque los coeficientes aumentaron ligeramente, sus valores son demasiado bajos y no permitieron constatar la tendencia con más claridad.

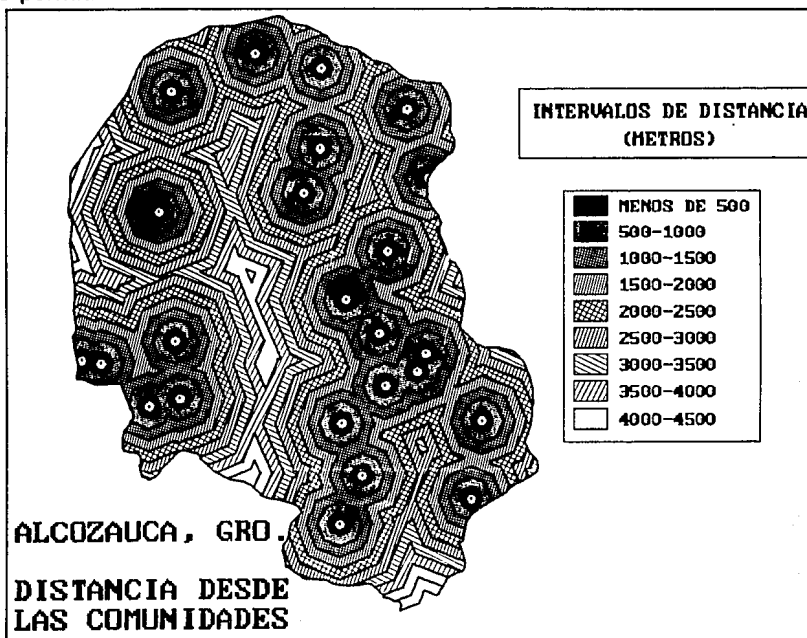


Fig. 9.14. Mapa de distancias desde los poblados de Alcozauca, Gro. Escala 1:250,000.

### 9.2.5. El papel de la variable distancia desde los pueblos.

Por otra parte se buscó la relación entre el grado de alteración y la



distribución de los poblados y se encontró una correlación muy clara con la distancia desde los poblados; en efecto, existe una relación entre la distancia de los terrenos con respecto a los asentamientos humanos y su grado de conservación. El mapa de distancias se muestra en la fig. 9.14.

Las regresiones realizadas (figs. 9.15 y 9.16) alcanzan valores estadísticamente significativos, con más claridad en el caso del modelo exponencial (coeficiente de -0.96 y una R cuadrada de 92%).

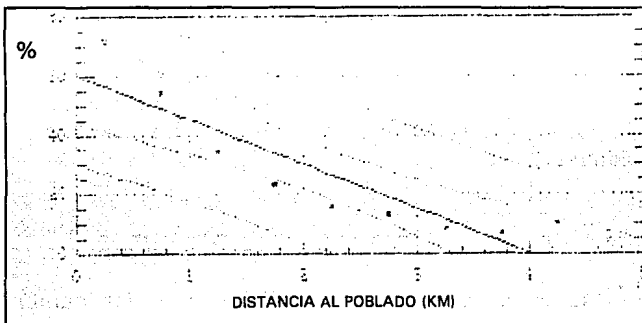


Fig. 9.15. Resultado de la regresión lineal entre distancia y proporción de zonas alteradas. Coef. = -0.90; R cuad.= 81%.

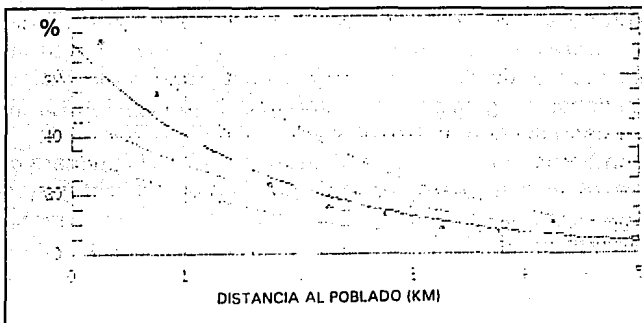


Fig. 9.16. Resultado de la regresión con un modelo exponencial entre proporción de áreas alteradas y distancia desde los poblados. Coef. = -0.96; R-cuad. = 91.7%.

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que la superficies desforestadas decrecen con la distancia al pueblo de acuerdo con el modelo:

$$P = (4.26 - 0.005D)^3$$

Donde P = proporción de áreas alteradas, y  
D = distancia al pueblo.

La relación tan clara entre la cercanía con los poblados y la proporción de áreas abiertas, nos hace concluir que las distancias son un elemento importante en el factor de presión sobre los recursos ejercida por las comunidades.

### 9.3. DINAMICA DE LA SUPERFICIE DE USO DEL SUELO.

Como se puede ver en las figs. 9.2 y 9.7, los cambios en las superficies de las distintas clases de uso del suelo no parecen ser muy importantes. Cabe señalar en este aspecto, dos desventajas metodológicas; en primer lugar, lo pequeño del intervalo estudiado, ya que las tendencias se pueden apreciar mejor en períodos más largos de observación. En segundo lugar, existe un error derivado de los métodos usados para interpretar las imágenes, que desdibuja también los procesos que se desarrollan en los intrincados mosaicos agroecológicos del municipio, con pequeños actores (los productores campesinos) que afectan superficies reducidas cada uno de ellos, como sujetos directos. La resolución espacial y espectral de las imágenes usadas, son por ello una limitante, que impide detallar los cambios con mayor precisión.

Sin embargo, en general, y tomando en cuenta de manera cualitativa y subjetiva el posible error derivado de ambas desventajas, se puede apreciar que existe una clara tendencia hacia la reducción de las superficies conservadas y de aumento de las áreas abiertas, que se expresa en la disminución de los totales de superficie boscosa de 32 a 30 mil ha y el aumento de 2 a 4 mil ha de áreas abiertas. La tendencia se observa también en los cambios en los usos de suelo desglosados, en donde se aprecia que las zonas de bosque tropical semicálido, son las que presentan una disminución clara, mientras que las áreas abiertas, aumentan también de manera evidente. Se aprecia un aumento también en el área ocupada por los bosques de encino semitemplados, aunque menos notorio, y aún

con menos claridad, la misma tendencia se ve en los tropicales cálidos. Por otra parte cinco asociaciones vegetales presentan disminuciones poco importantes, pero que en conjunto expresan la tendencia hacia la reducción; estas son el de pino encino semitemplado volcánico, el templado tanto volcánico como silíceo, el de encino, también templado y el mesófilo de montaña. Mientras tanto, las superficies de matorral, y del bosque de pino encino semitemplado silíceo, parecen mantenerse en los mismos niveles.

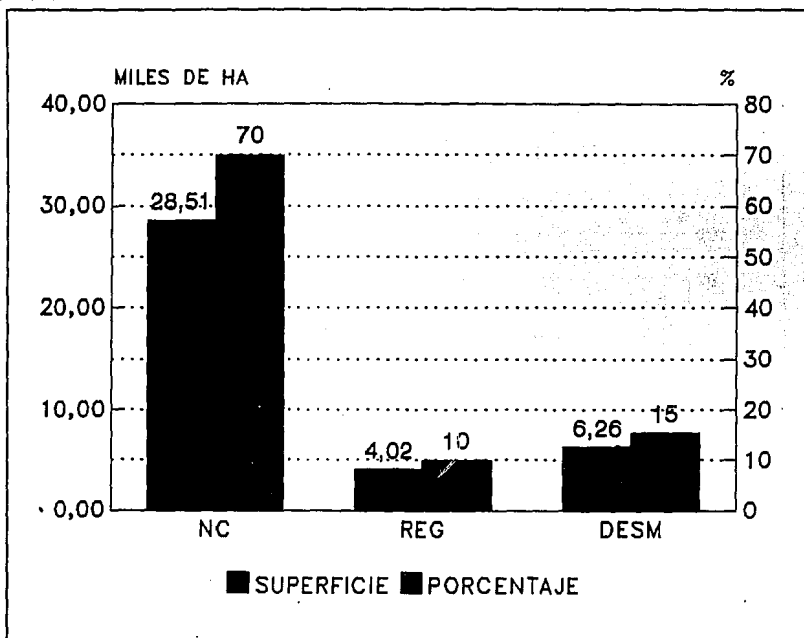


Fig. 9.17. Zonas que no cambiaron (NC), alteradas (DESM) y regeneradas (REG) entre 1980 y 1986.

Esta visión de un proceso de deterioro claramente presente, pero de poca magnitud, no implica solamente que los procesos de alteración sean reducidos, sino expresa además que los fenómenos regenerativos, constituyen en efecto una fuerza de compensación de los impactos generados por los productores, aunque puede suponerse que en realidad esa fuerza regenerativa no es suficiente para recuperar plenamente la calidad ambiental de los ecosistemas naturales.

La fig. 9.17 muestra las superficies con cambios en el uso del suelo entre 1980 y 1986, obtenidas a partir de la sobreposición de las cartas correspondientes, y puede observarse, que el valor total de hectáreas desmontadas es más bien considerable (6,250 ha), pero que se compensa en una buena proporción con la superficie regenerada (algo más de 4 mil ha), aunque la diferencia arroja un saldo negativo, de 2,200 ha que puede tomarse como indicador de la intensidad del deterioro. La tasa neta de deforestación es entonces de 400 ha/año, lo que implica una tasa relativa del 1%.

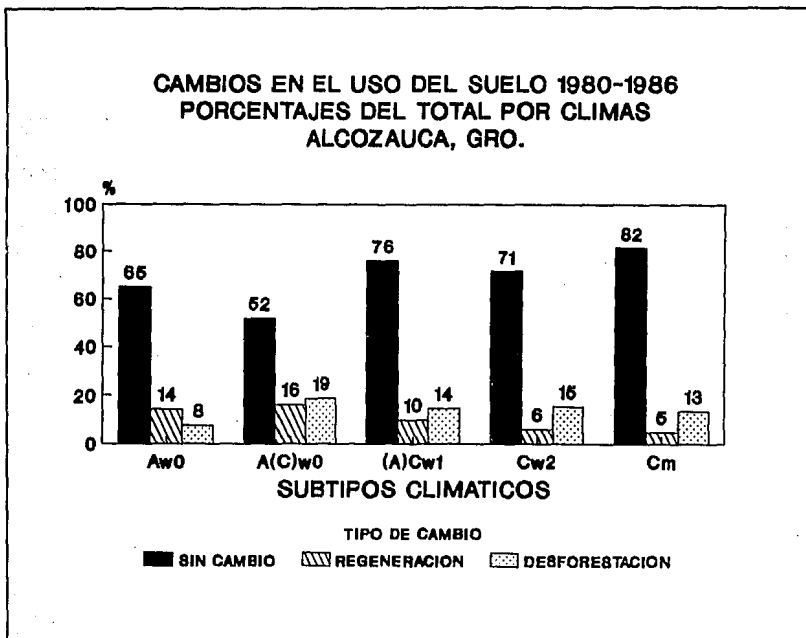


Fig. 9.18. Porcentajes que cambiaron, se regeneraron o se desmontaron, por región climática.

El comportamiento de los cambios de uso del suelo en los diferentes climas (fig. 9.18), muestran que los ambientes que se transforman con mayor intensidad están en los climas semicálidos, y que en general la zona cálida existen más cambios que en la templada. Los porcentajes de regeneración parecen ser mayores en los climas cálido y semicálido (especialmente en este último), que en los templados, lo que sugiere una

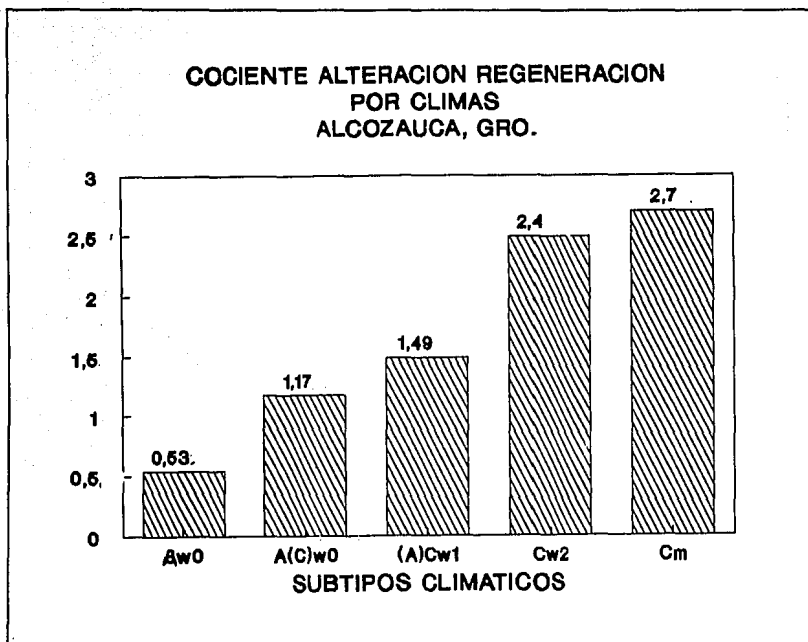


Fig. 9.19. Cociente A/R por climas.

mayor velocidad regenerativa en los sitios selváticos. Por otra parte, los porcentajes de alteración por climas indican que el semicálido es el más afectado relativamente, seguido por los templados y semitemplados, mientras que el cálido es el menos importante.

La fig. 9.19 presenta la relación A/R (el cociente de la alteración entre la regeneración) de los diferentes tipos de clima, donde se puede ver que solo Aw0 es menor de uno, lo que indica que ahí se presenta una recuperación de las áreas selváticas, mientras que es mayor a la unidad en los restantes, y tiende a aumentar conforme pasa a las franjas más frescas y húmedas, lo cual parece ser provocado por la disminución de los procesos regenerativos en las zonas altas.

Parecen existir también diferencias entre el proceso de cambio de las diferentes unidades geomorfológicas. La fig. 9.20 nos muestra que las áreas con mayores cambios están en las terrazas, en las cimas y en los valles intermontanos. El cociente A/R es mayor en las terrazas y las cimas que en ninguna otra geofoma, lo que indica un proceso claro de avance de

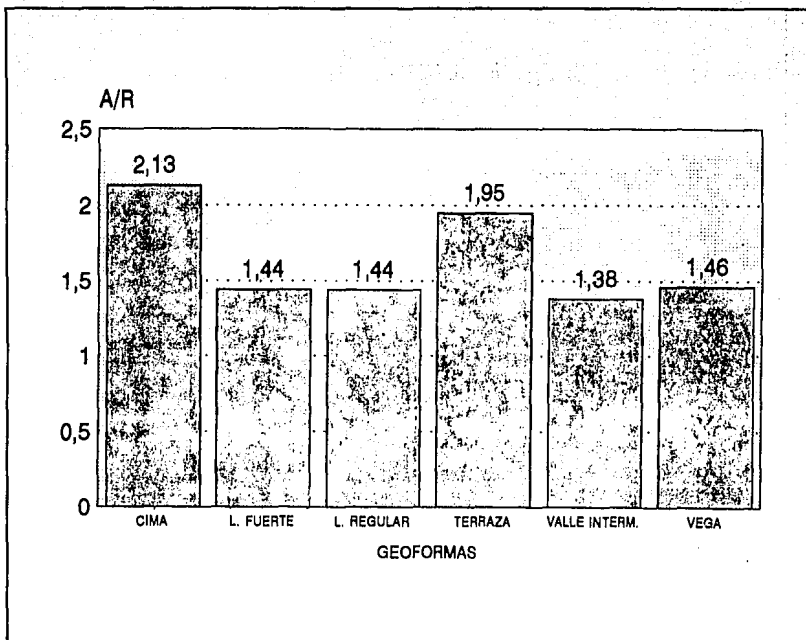


Fig. 9.20. Cociente A/R por geformas.

la frontera agrícola hacia estas zonas de inclinaciones leves y regulares.

Al igual que en el caso de los porcentajes de áreas abiertas, la distancia de los terrenos con respecto a los poblados más cercanos parece ser un factor de gran peso. Como se puede observar en la fig. 9.21 el porcentaje de terrenos que no tuvieron cambio se incrementa de cerca del 40% a más del 70% en las áreas más lejanas, mientras que el porcentaje de alteración se comporta de forma opuesta. Visto con mas detalle la fig. 9.22 muestra los porcentajes de regeneración y alteración, junto con el cociente AR y se puede observar que las zonas más cercanas (menos de 500 m), tienen un valor relativamente pequeño de cociente A/R el cual toma su nivel más alto entre los 500 y los 1 500 m, que es donde la alteración es mayor. En tanto la distancia aumente, los procesos de alteración tienden a igualarse con los de regeneración y el cociente A/R se acerca al equilibrio (valor = 1).

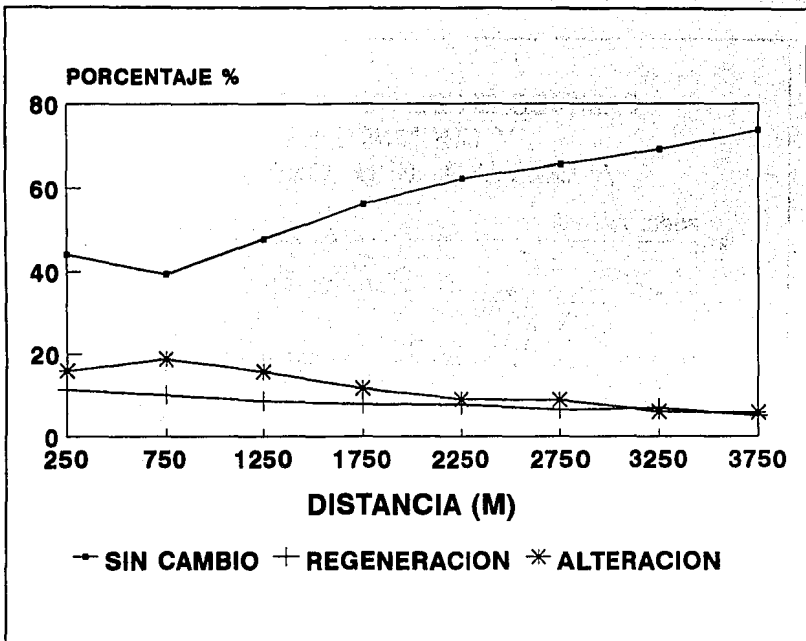


Fig. 9.21. Areas sin cambios en las diferentes clases de distancias a los poblados.

## CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO Y COCIENTE AR ALCOZAUCA, GRO. 1980-1986

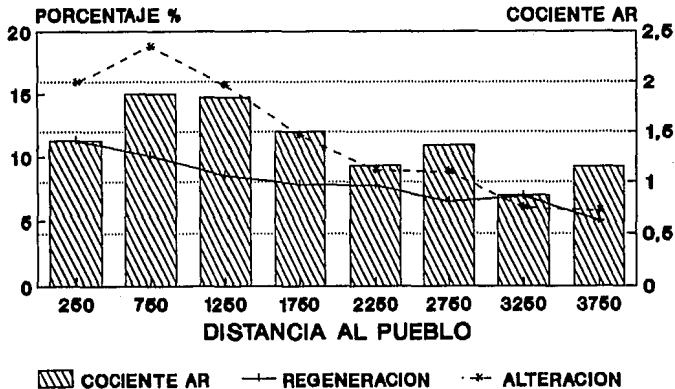


Fig. 9.22. Alteración, regeneración y cociente A/R en distintas distancias.



#### 9.4. EROSION DEL SUELO

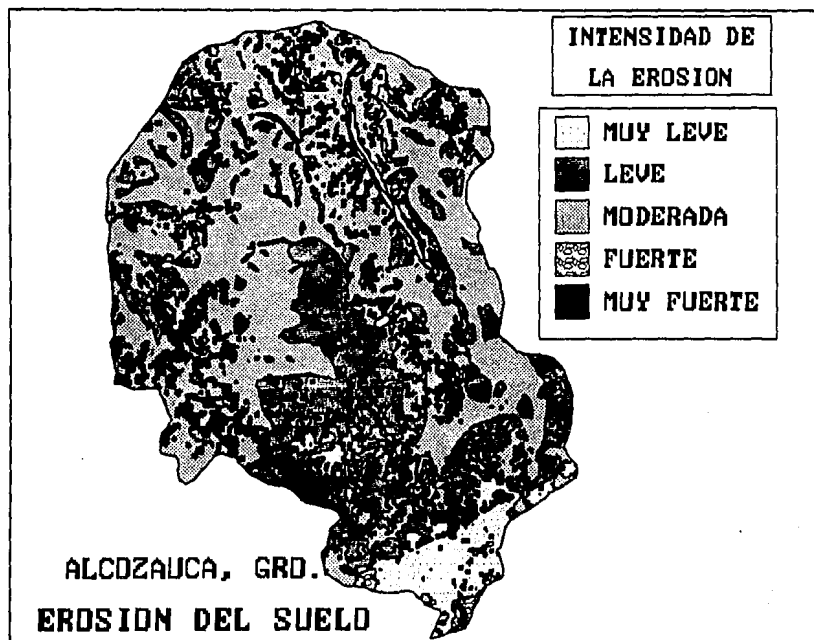


Fig. 9.23. Mapa de erosión del suelo de Alcozauca. Esc. 1:250,000.

La carta de erosión del suelo del municipio se presenta en la fig. 9.23. Las áreas de que presenta ya graves problemas de erosión alcanzan casi el 10% del total, mientras que las zonas de erosión moderada, reperesentan el 55% (fig. 9.24). Estas últimas constituyen areas de vegetación poco densa sobre laderas fuertes, y no son consecuencia principalmente de un proceso desencadenado por la acción de los productores, sino más bien una caracterfstica natural de esos ecosistemas de ladera, aunque si se ve intensificada por los incendios forestales, muy frecuentes en los bosques semitemplados. Las areas en las que la erosión es leve y muy leve representan cerca del 35% del municipio.

El análisis por climas (fig. 9.25) nos hace ver que existen dos patrones erosivos claramente determinados, uno de ellos, comprende a los climas cálido, semicálido y semitemplado, y se caracteriza por tener un

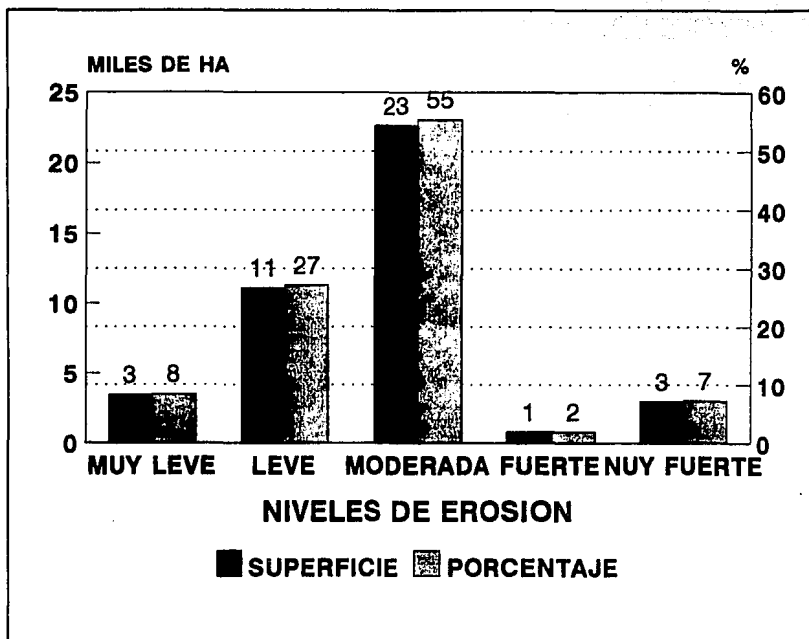


Fig. 9.24. Superficie y porcentaje de las diferentes intensidades de erosión del suelo.

porcentaje alto con erosión moderada, mientras que el segundo patrón, constituido por los climas templados, tiene una mayor proporción de terrenos con erosión leve (en el caso de Cw2) y muy leve (para el Cm). Estos dos patrones expresan la mayor estabilidad de los suelos con vegetación de las laderas fuertes en el caso de los climas templados, lo cual se manifiesta también en las características de los suelos, que presentan una diferencia cualitativa, cuando pasan del clima semitemplado al templado. Esta diferencia es debida a que la cobertura de la vegetación de las zonas templadas, al contar con mayores recursos hídricos es mayor y permite una mayor estabilidad y desarrollo de los perfiles.

También puede apreciarse que la mayor cantidad de terrenos con fuerte y muy fuerte erosión está en los climas semicálido y semitemplado, ya que como vimos anteriormente son los que presentan una mayor influencia de los productores. No obstante en relación con el total de cada clima, la proporción de zonas con erosión fuerte aparece elevada también

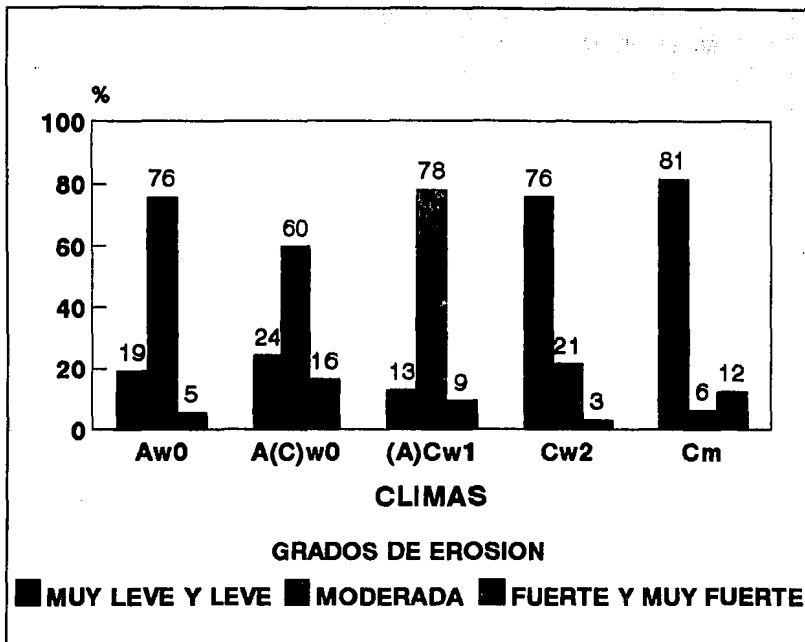


Fig. 9.25. Porcentaje de las diferentes intensidades de erosión del suelo, por climas.

en el clima Cm lo que indica que el riesgo es mayor en los clima más frescos y húmedos, cuando se desplaza la vegetación.

La erosión se presenta también de manera diferente entre las diversas condiciones geomorfológicas. Como se puede apreciar en la fig. 9.26, las laderas fuertes, que son las más abundantes, presentan los más extensos valores, pero resalta el hecho de que en términos relativos (fig. 9.27), la mayor proporción de sus terrenos presenten un grado moderado de erosión, lo que sucede igualmente para las laderas regulares. Las cimas y terrazas, por su parte, tienen una mayor proporción de erosión leve, pero sus valores relativos son mayores en erosión fuerte y muy fuerte que los de cualquier otra geoforma, lo que indica la presión de uso a la que están sometidas. En números absolutos, sin embargo, la mayor cantidad de superficie con grados erosivos fuertes y muy fuertes están en las laderas muy inclinadas, donde alcanzan más de 2,300 ha.

Entre las distintas comunidades existe una gran variación del grado

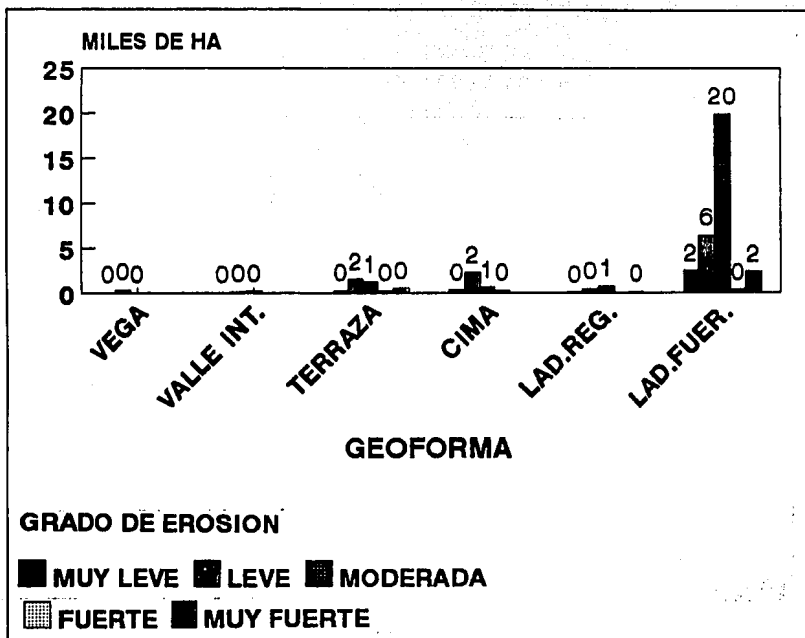


Fig. 9.26. Superficie de las diferentes intensidades de erosión del suelo, por geoforma.

de erosión (fig. 9.28); los mayores porcentajes de erosión fuerte y muy fuerte se presentan en Plan de Zacatepec, Petlacalancingo, Lomazóyatl, Cuyuxtlahuac y Xonacatlán, todas con porcentajes arriba de 15%, mientras que las que presentan menor proporción de este tipo de erosión son Pueblo de Dios, Cruz Verde, Buenavista, Almolonga, Tlahuapa y Amapilca, cuyos valores no llegan a 5%.

Como en los análisis anteriores, la distancia a los pueblos aparece como un factor de gran importancia, como se aprecia en la fig. 9.29, donde se ve como las proporciones de terrenos con erosión leve, se incrementan con la distancia mientras que los correspondientes a fuerte y muy fuerte disminuyen.

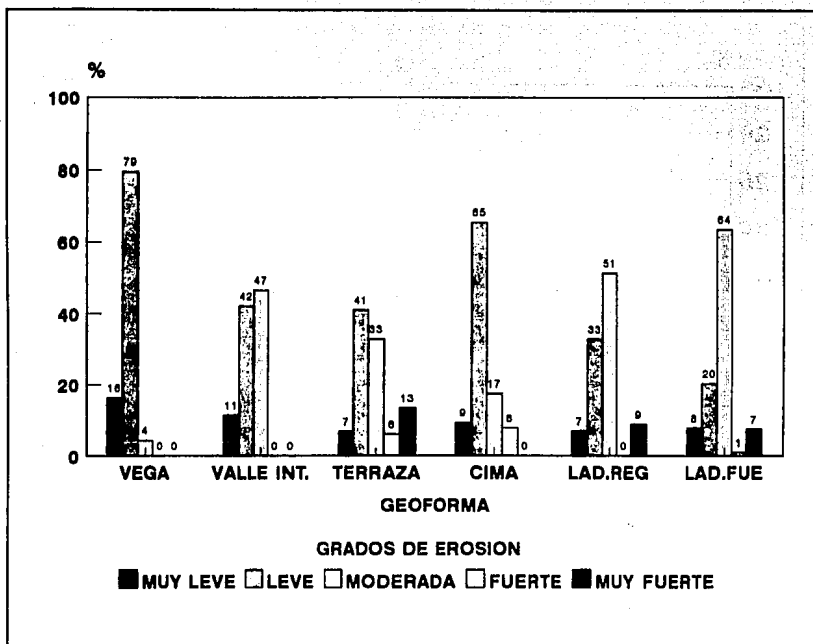


Fig. 9.27. Proporción las diferentes intensidades de erosión del suelo, por geomorfa.

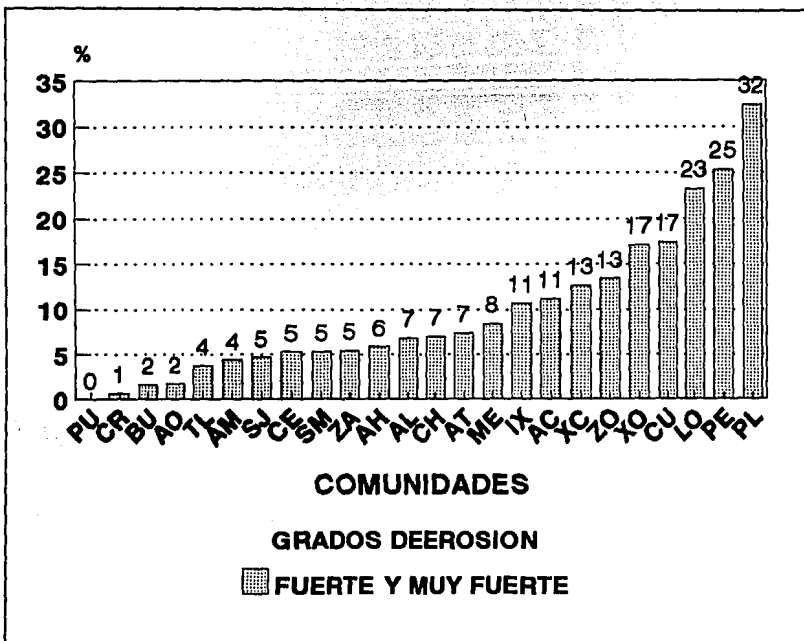


Fig. 9.28. Erosión fuerte y muy fuerte por comunidades.

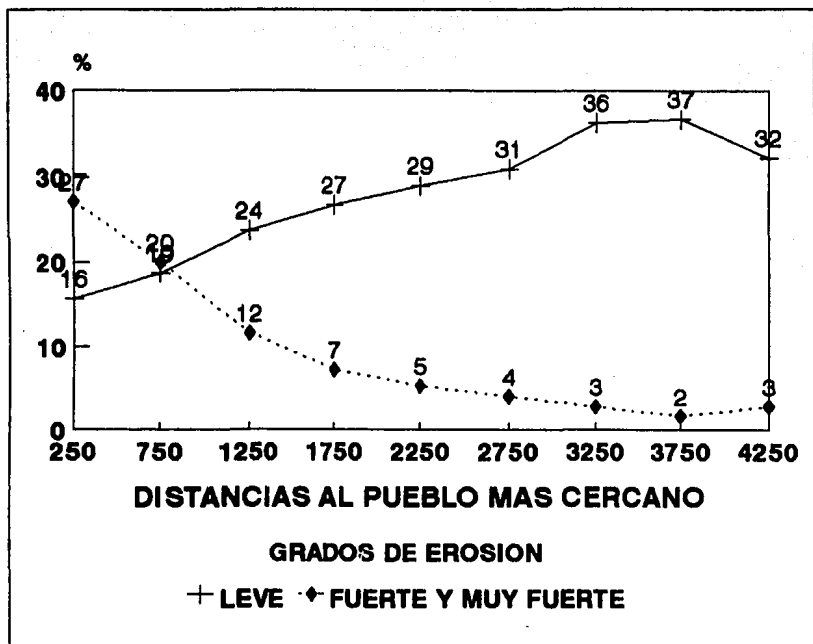
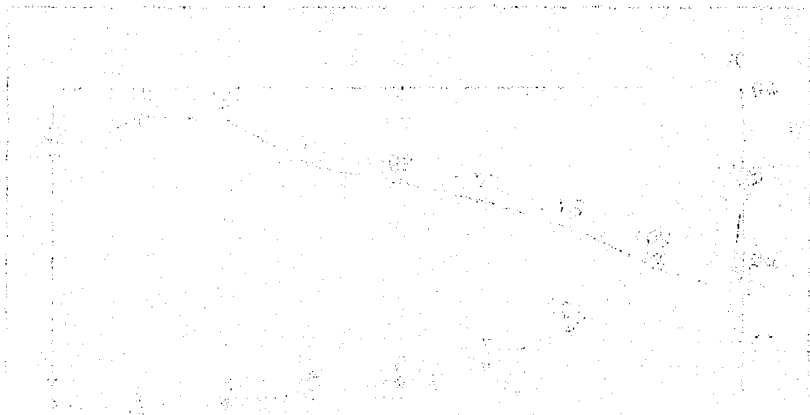


Fig. 9.29. Porcentajes de erosión leve, y fuerte y muy fuerte, en relación con la distancia al poblado.



100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0



## X. ORDENAMIENTO

El ordenamiento territorial, en tanto planeación global del uso social y ecológicamente adecuado de los recursos, significa asignar usos y destinos a los diferentes tipos de tierras. El diagnóstico ecogeográfico permite definir el tipo y las características de los terrenos y el uso más adecuado que deberían tener dentro del marco de interpretación formado por el conjunto de los aspectos que caracterizan la dinámica de la realidad regional.

Para el caso de Alcozauca, se diseñó un esquema de ordenamiento mediante la definición de las estrategias de manejo y conservación, expresadas en clases de terrenos y su localización cartográfica, que constituye una propuesta inicial de ordenamiento municipal hecha sobre la base de la integración de los datos y los análisis presentados en los anteriores capítulos.

El paso de la elaboración del diagnóstico ecogeográfico a la implementación de una política de ordenamiento territorial, está mediado por un conjunto de factores que se deben contemplar en la propuesta. En primer término, es importante reconocer la necesidad de la participación de las propias comunidades y otros actores regionales para que junto con las aportaciones técnicas, se constituyan en sujetos de dicha política y se generen así los mecanismos de decisión necesarios. Los estudios que se hacen para el reordenamiento constituyen tan solo una herramienta, que debe ser elaborada específicamente para los sujetos que lo llevarán a cabo. En este marco, el papel del investigador es efectivamente proponer un conjunto de estrategias y ofrecer un conjunto de información que permita discutir la propuesta a las comunidades campesinas, a los ayuntamientos, a las organizaciones campesinas de mayor nivel, a las instituciones estatales y federales y a los organismos internacionales interesados en la conservación.

El ordenamiento es fundamentalmente una concertación entre todos los agentes de un cierto ámbito, que acuerdan planificar la utilización de sus recursos naturales. Los criterios y modalidades deben ser definidos mediante un mecanismo de consenso alrededor de un conjunto de programas de desarrollo, a través de las instancias conjuntas para la planificación. Se deben elaborar estrategias en diferentes escalas espaciales, y en cada una de esas escalas se deben involucrar los agentes específicos que pueden llevarlas a cabo.

En el nivel en el que se ha realizado este estudio, se aborda la problemática a escala municipal, con el propósito de que sirva como base

para una discusión en las comunidades, en la que sean incluidas las circunstancias específicas que influyen en el ordenamiento en un nivel local. A su vez, los acuerdos comunitarios descansarán en estrategias de mejoramiento económico y social diseñadas para cada tipo de unidad campesina familiar, tomando en cuenta sus lógicas de funcionamiento actuales, que por eso deben ser diseñadas localmente.

Los objetivos globales de la estrategia de ordenamiento se establecieron dentro del contexto de la idea de desarrollo sustentable (ONU, 1988, BID-PNUD, 1991; Provencio & Carabias, 1993(a), Toledo C., 1992); se trata de integrar tres pretensiones: conservación, mejoramiento del nivel de vida, y producción.

Se parte de la pretensión de lograr, en lo ambiental, que las zonas que aun están conservadas no se destruyan; las que se están deteriorando, se contenga y se revierta ese proceso; las ya dañadas se recuperen; y las utilizadas productivamente se fortalezcan en sus bases ecológicas para que se aumenten sus rendimientos permanentemente.

Sin embargo, se pretende también que se eleve el nivel de vida de los habitantes, a través del aumento de los bienes producidos para el autoconsumo, y por medio del mejoramiento del ingreso monetario.

Asimismo, se busca también que la región aporte productos necesarios para el país.

El aumento de la población implica un incremento de la presión sobre los recursos, por lo que para lograr esos fines es necesario incrementar los rendimientos de los sistemas productivos, y diversificarlos, y en general aumentar el volumen de bienes extraídos por ellos.

Sobre la base de tales criterios la estrategia fundamental que se plantea para que opere como articuladora de la propuesta de ordenamiento, es que **la conservación de las áreas aún sin deterioro, es posible en la medida de que se transformen los sistemas productivos de las partes en uso, hacia una intensificación sustentable, a través de esquemas integrales de manejo.**

## 10.1 METODOLOGIA

La propuesta de ordenamiento partió de la integración, en diferentes formas y momentos, de los datos y cartas generadas en el diagnóstico ecogeográfico. Dicha integración se realizó en torno a los objetivos planteados para el ordenamiento y en función de la estrategia fundamental.

Primeramente se delimitó la zona de **conservación**, para lo cual se consideró principalmente el criterio de la *presión* que los poblados ejercen

sobre su territorio; ésta fue definida como una función de dos factores, por un lado, la distancia al poblado, y por otra el tamaño de la población. Aunque otros criterios de tipo biológico como el que se refiere al tamaño o la forma de las áreas conservadas o la elección sobre la base de las zonas de máxima biodiversidad, son de gran importancia en la definición de zonas de conservación, se optó por usar el criterio de la presión que ejercen los asentamientos, como elemento esencial de definición de las zonas de exclusión completa, ya que pensamos que representa un criterio bastante realista, debido a que ubica las zonas con menores riesgos de ser afectadas. La fig. 10.1 muestra el mapa de la presión que ejercen los poblados sobre sus recursos el cual fue creado a partir del mapa de distancias y de los valores de número de habitantes de cada comunidad.

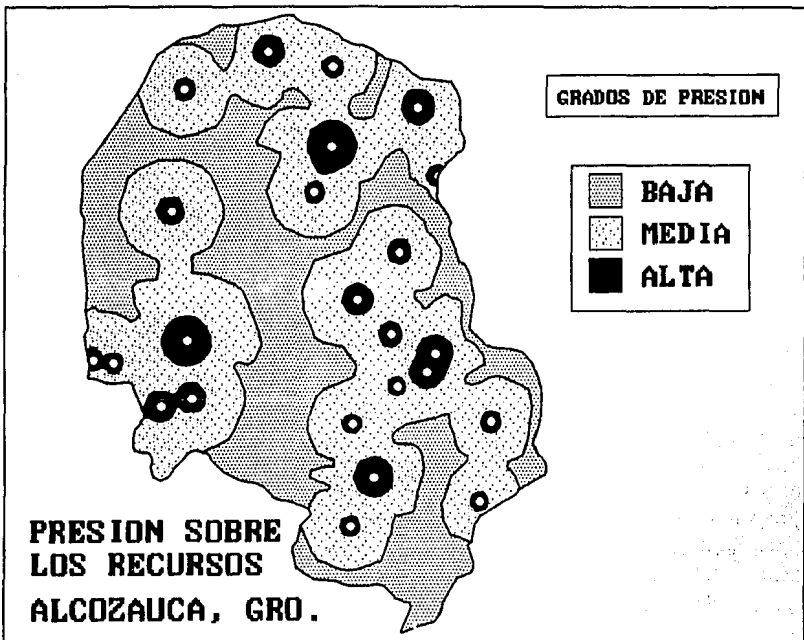


Fig. 10.1. Carta de presión de las comunidades sobre los recursos.

Para determinar los valores de presión se utilizó la ecuación siguiente:

$$P = (4.26 - 0.0005 * D)^3 + H/100$$

Donde P = Presión, D = distancia, y H = numero de habitantes.

La primera parte de esa ecuación representa el modelo que relaciona la distancia con el porcentaje de areas alteradas, obtenido en el capitulo anterior, a la cual se le agrega un factor demográfico ajustado de tal forma que influya sobre el valor de presión en menor medida que la distancia, que es sin duda la más importante. El mapa resultante de la aplicación de esta ecuación fue clasificado en tres: alta, media y baja presión (fig. 10.1).

Se toma entonces la zona de baja presión, como el límite de la zona de conservación, la cual incluye más o menos de manera satisfactoria a porciones importantes de la mayor parte de los tipos de vegetación, a excepción de las selvas bajas caducifolias, las cuales cuentan con muy poca superficie en general en el municipio. Con el objetivo de subsanar este problema, a las regiones de baja presión se le agregaron, en la parte cálida y semicalida, las áreas del cerro del Puerco, entre Amapilca y Alcozauca y una región conservada entre Xonacatlán y Amapilca, con lo que se logra representar algo mejor mejor las partes de bosque tropical caducifolio.

Por otra parte, en las zonas de media y alta presión, se proponen un conjunto de usos orientados a la intensificación productiva, pero lograda sobre la base de la conservación de sus recursos; estas propuestas se definieron en función de otras características de los terrenos, y tomando en consideración de manera importante la problemática de los sistemas productivos actuales.

Así, en las partes de media presión que aún se encuentran cubiertos con vegetación, y que son laderas con pendientes fuertes o regulares, se propone un uso que se denomina **extensivo**, que implica el aprovechamiento de la vegetación natural, a través de la agroforestería (extracción maderable y milpa de tlacolole), la actividad cinegética y la ganadería controlada, todo ello en un nivel de intensidad que permita un equilibrio entre la alteración y la regeneración, y que de esta manera sea posible su permanencia.

El tercer tipo de uso propuesto es el de las tierras que consisten en cimas redondeadas o terrazas, que se encuentran en las zonas de media y alta presión, para las que se propone un uso denominado **modelo de**

## **barbecho.**

El cuarto tipo de uso se propone para las laderas de inclinación fuerte y regular, que se encuentran en las zonas de media y alta presión, y que están actualmente desforestadas, manteniendo solo matorrales secundarios, terrenos agrícolas o pastizales inducidos. En estas tierras se propone el desarrollo de un aprovechamiento **silvopastoril**, que instaure rotaciones de pastoreo de yuntas y caprinos, con forestería de leña para autoconsumo.

El quinto uso propuesto incluye a los terrenos que presentan grados fuertes y muy fuertes de erosión, los cuales se sugiere que sean incluidos en la clase de uso **restauración**.

Finalmente, los valles intermontanos y de vega, se sugiere que sean destinados a un uso **agrícola intensivo de riego**.

Con los criterios usados para definir cada una de las clases de uso propuesto, mencionados anteriormente, se realizó una integración de diversos mapas con el fin de generar el mapa de ordenamiento, en el que se definieron cartográficamente cada una de esas clases. Esta integración se hizo por medio del módulo de **Calculation** del ILWIS, utilizando los mapas de presión, geomorfología, uso del suelo y erosión del suelo.

Posteriormente, a través de múltiples cruzamientos (sobreposiciones) entre el mapa de ordenamiento y el resto de los mapas, se hizo una caracterización de las diferentes clases que dió origen a un proceso de detalle de cada uno de los tipos de uso propuesto.

Finalmente sobre la base del conocimiento de los sistemas productivos y la experiencia del Programa en la experimentación de alternativas para el municipio, se estimaron las repercusiones ambientales y productivas tanto del tipo actual de uso como del propuesto.

CLASES DE TERRENO PARA EL ORDENAMIENTO	CRITERIOS DE DEFINICION	PROPUESTA DE TIPOS DE USO DEL SUELO
CONSERVACION	ZONAS DE BAJA PRESION	EXCLUSION COMPLETA
EXTENSIVO	ZONAS DE MEDIA Y ALTA PRESION, CON LADERAS DE INCLINACION FUERTE O REGULAR Y CON BOSQUES	-APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERABLE -TLACOLOLE -APROVECHAMIENTO CINEGETICO -PASTOREO DE BAJA INTENSIDAD
MODELO DE BARBECHO	ZONAS DE MEDIA Y BAJA PRESION CON TERRAZAS O CIMAS.	-ROTACION DE MILPA, DESCANSO, AGOSTADERO Y LEÑA CON DIVERSIFICACION, PROTECCION DEL SUELO, USO ADECUADO DE INSUMOS, ADICION DE MATERIA ORGANICA Y REFORESTACION
ROTACION SILVOPASTORIL	ZONAS DE MEDIA Y ALTA PRESION, CON LADERAS DE INCLINACION FUERTE O REGULAR, PERO SIN BOSQUES (CON MATORRALES O PASTIZALES INDUCIDOS)	-PASTOREO DE CAPRINOS CON ROTACION DE AGOSTADEROS  -PLANTACIONES DE LEÑA
RESTAURACION	TERRENOS CON EROSION FUERTE Y MUY FUERTE	-EXCLUSION TEMPORAL  -REFORESTACION
AGRICULTURA SINTENSIVA	VALLES DE VEGA E INTERMONTANOS EN LA ZONA DE MEDIA Y ALTA PRESION	-CULTIVOS COMERCIALES EN AREAS DE RIEGO CON USO EFICIENTE DE AGUA, ADICION DE MATERIA ORGANICA A LOS SUELOS Y USO ADECUADO DE INSUMOS

**Tabla 10.1.** Clases de terrenos para el ordenamiento, criterios de definición y usos propuestos.

## 10.2. LAS CLASES DE USO DEL SUELO PARA EL ORDENAMIENTO

### 10.2.1. CONSERVACION

El unico criterio que se usó para definir a estos terrenos fue el de **presión**, es decir, se propone que se destinen por lo completo a la conservación los terrenos que se encuentran localizados en las zonas que tengan baja presión de uso por parte de las comunidades. Esto significa que quedan en esta clase los terrenos que se encuentran más alejados de los centros de población (ver fig. 10.2).

Para estas tierras se propone un uso exclusivamente de conservación, esto es, que no sean usados con ningún sistema productivo y que sean cuidadas para que nadie las aproveche de ninguna manera. A través de su exclusión completa de las actividades productivas se busca reforzar el

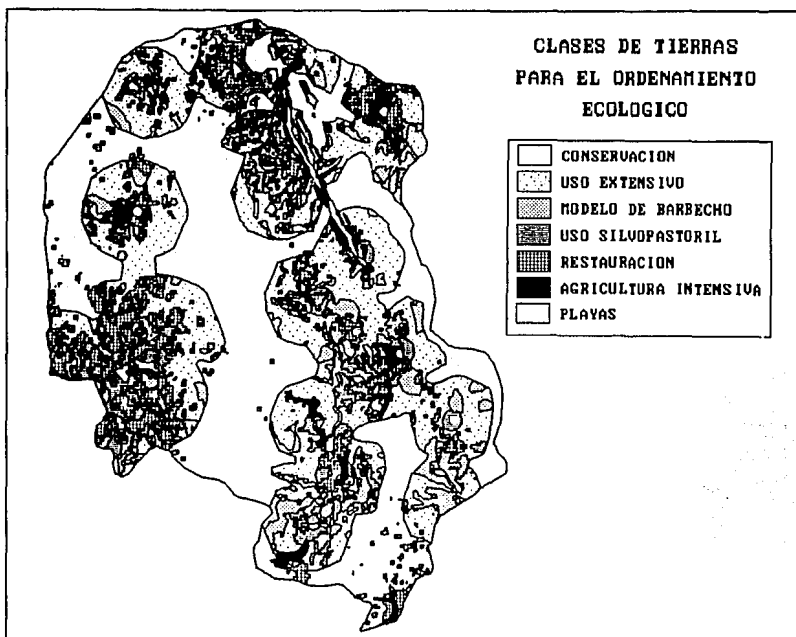


Fig. 10.2. Carta de ordenamiento ecológico de Alcozauca, Gro.  
Esc. 1:250,000.

proceso de regeneración de aquellas zonas en las que ha existido alteración, y controlar los procesos que en la actualidad provocan deterioro. Las actividades que son necesarias para el mantenimiento y acrecentamiento de la biodiversidad están comprendidas en cuatro aspectos:

1. Vigilancia. Se requiere que cada una de las comunidades realice un vigilancia de las zonas de conservación, que debido a la manera en la que fueron definidas, se encuentren localizadas en los límites comunitarios. Para ello es necesario fortalecer las instituciones comunitarias encargadas de la vigilancia y la seguridad de cada poblado en general, para que también incluyan el cuidado de las áreas destinadas a la conservación ecológica.

2. Control de incendios. Un problema muy grave que afecta gravemente las zonas con vegetación, especialmente las que se localizan en la franja semitemplada, son los incendios restreros los cuales deben ser controlados estrictamente.

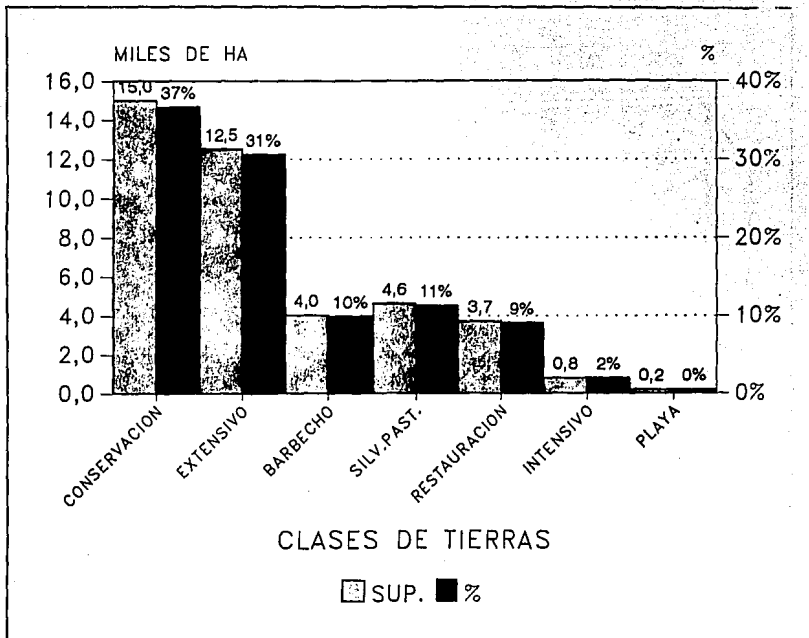


Fig. 10.3. Importancia de las distintas clases de uso del suelo propuestas.

3. Investigación. Los trabajos de investigación ecológica orientados a un mejor conocimiento básico de estos ecosistemas y su biodiversidad deben ser profundizados, para contar con información más precisa de su estructura y funcionamiento en condiciones de ausencia de perturbación.

4. Repoblamiento de la fauna nativa. Muchas de las especies de mamíferos, especialmente los que han sido cazados con exceso, han reducido fuertementem sus poblaciones en la zona, e incluso algunos probablemente ya no existan en el municipio. Se requiere realizar un proceso de repoblamiento que permita regenerar esas poblaciones y asegurar su permanencia.

La superficie total que representa esta clase de uso del suelo (fig. 10.3) es de casi 15 mil ha, lo que equivale al 37 % de la superficie total del municipio y a cerca del 50 % de la superficie que todavía está actualmente cubierta con bosques. La fig. 10.4 muestra la superficie de los distintos



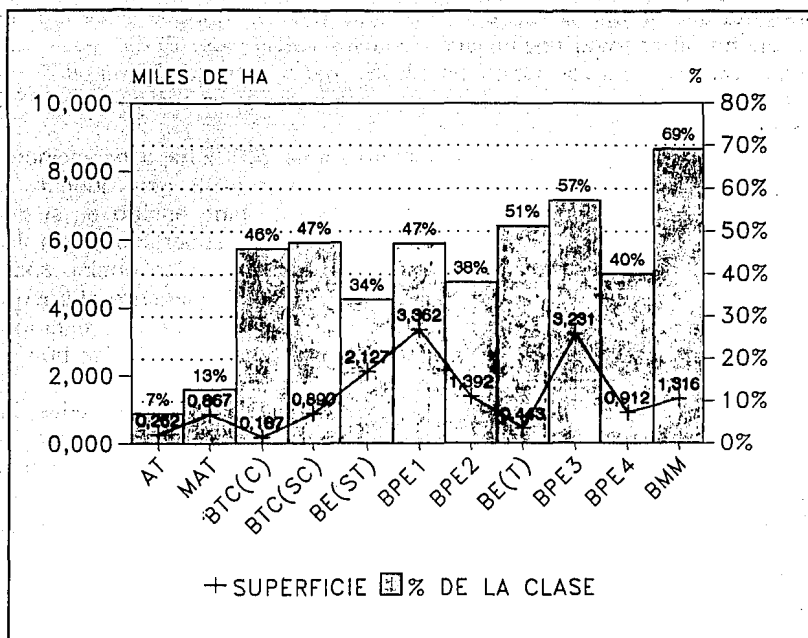


Fig. 10.4. Uso del suelo de la zona propuesta para conservación.

asociaciones vegetales que quedarían dentro de las zona de conservación, así como los porcentajes que dicha superficie representa comparada con el total de cada comunidad vegetal en el municipio.

Como se puede observar, solamente alrededor de 1,100 ha que equivalen a cerca de 7 % del total propuesto para conservación, se encuentran desforestadas, 262 ha con agricultura y pastizales y 867 ha con matorrales secundarios. En el resto están representadas las diferentes asociaciones vegetales del municipio, aunque unas mejor que otras.

Los bosque tropicales caducifolios cubren una superficie más bien pequeña (poco más de mil ha en total), menor en la zona cálida (187 ha) que en la semicálida (890 ha), aunque en ambos casos representan casi la mitad de la extensión de este tipo de bosques en el municipio (46 y 47 % respectivamente).

Los bosques semitemplados (BE(ST), BP1 y BP2) en conjunto, abarcan en conservación, 6,870 ha. El bosque de encino semitemplado

presenta uno de los porcentajes menores (34 %), aunque tiene más de 2,000 ha. El de pino encino sobre suelos volcánicos (BPE1) es el que conservaría una mayor superficie (3,362 ha) y cerca de la mitad de su extensión; mientras tanto, el de pino y encino en suelos cuarcíticos (BPE2) abarca 1,392 ha (38 %).

Los bosques templados en conjunto suman 5,902 ha; a los encinares templados les corresponde la superficie menor (443 ha), aunque en términos relativos significa 51 %. El bosque de pino encino en suelos volcánicos (BPE3) es el mejor representado en superficie entre los templados con 3,231 ha (57 %) mientras que el de pino encino sobre suelos silíceos (BPE4) ocupa solo 912 ha (40 %). Finalmente el bosque mesófilo de montaña (BMM) conserva solo 1,316 ha, pero que significan el más alto porcentaje (69 %) en relación a la totalidad de este tipo de vegetación en Alcozauca.

En general se puede observar que quedan incluidas todas las asociaciones vegetales existentes en el municipio en la actualidad, aunque es importante anotar el caso del bosque espinoso, que aunque se sabe de su existencia en el pasado, actualmente se encuentra completamente destruido, y dado que su hábitat está constituido por los valles de vega, que están destinados a una intensificación agrícola, no pueden ser restablecidos. En la mayoría de los casos las asociaciones de vegetación se conservan en 40 % o más de su superficie total, y cuando no es así, se trata de superficies mayores de 1,000 ha. Es importante destacar que la distinción de asociaciones representa una aproximación bastante fina, por lo que muchas especies tienen una distribución que abarca dos o más de las unidades de vegetación definidas; este hecho significa que para varios **taxa** las superficies de conservación propuestas son mayores. Así, agrupadas por pisos climáticos, las áreas conservadas siempre resultan mayores de 1,000 ha y en varios casos son del orden de varios miles de ha.

Los principales beneficios que este tipo de uso del suelo produce son de tipo biológico y ecológico, lo que torna difícil su evaluación económica, pero indudablemente constituyen consecuencias que favorecen la elevación de la productividad, además de su significado puramente biológico.

a) En primer término, está la preservación de la biodiversidad presente en estos ecosistemas, lo que implica un valor en sí mismo, al conservar información biótica, pero que significa también múltiples posibilidades potenciales de aprovechamiento.

b) Un beneficio también importante, es el efecto derivado del papel que la vegetación realiza como regulador del flujo hídrico, especialmente en el caso de los terrenos propuestos para conservación, que frecuentemente

ocupan cabeceras de cuencas o las partes elevadas de las serranías. Este efecto significa la disminución de la evaporación y el escurrimiento, y el aumento de la transpiración y la infiltración. Todo ello permite un mejor aprovechamiento del agua.

c) Protección del suelo contra la erosión.

e) Espacio de reproducción y protección de la fauna silvestre.

f) Carbono en forma de biomasa que de esa manera no es liberada a la atmósfera como CO<sub>2</sub> y no contribuye con el proceso de calentamiento global de los climas del mundo.

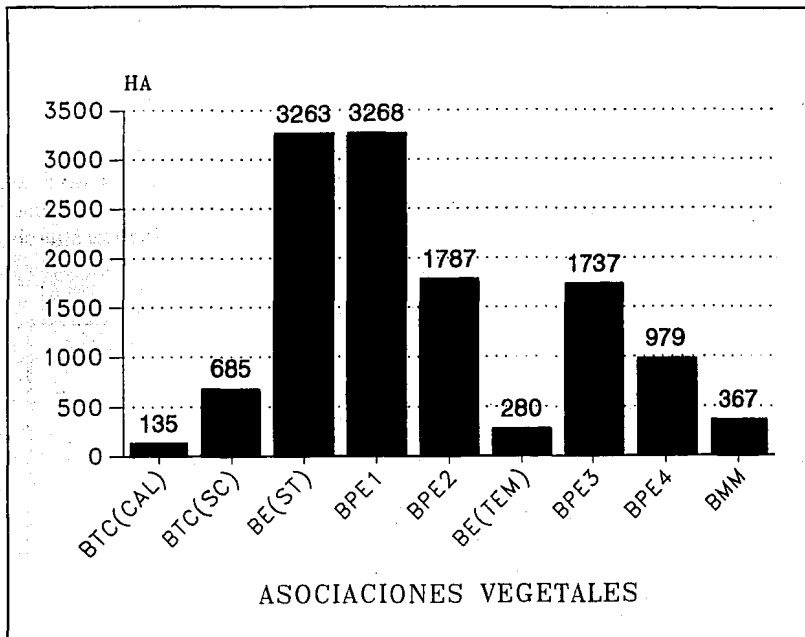


Fig. 10.5. Uso del suelo de la zona propuesta para uso extensivo.

### 10.2.2. USO EXTENSIVO

Se incluyen dentro de esta clase aquellos terrenos con pendiente fuerte y regular, que se localizan dentro de las zonas de mediana carga, pero que aún se encuentran cubiertos de vegetación. Se propone un uso extensivo consistente en tres sistemas de aprovechamiento: forestal

maderable articulado con tlacolole, establecimiento de áreas cinegéticas y pastoreo estacional de baja intensidad.

Este tipo de uso del suelo se propone sobre 12,500 ha, que representan el 31 % de la superficie total de Alcozauca; dado que uno de los criterios que definen esta clase es precisamente la existencia de bosques, no se presentan zonas abiertas (fig. 10.5). Los bosques tropicales caducifolios en conjunto abarcan 820 ha, de las que 135 ha corresponden a los de clima cálido y 685 ha a los semicálidos.

Los bosques semitemplados están representados en esta clase por una considerable superficie, que suma en conjunto 8,318 ha y representa alrededor de las dos terceras partes de los terrenos propuestos para uso extensivo; el encinar contribuye con 3,263, el bosque de pino encino en suelos volcánicos (BPE1) con 3,268, mientras que el de pino encino sobre suelos silíceos (BPE2), representa 1,787 ha.

Los bosques templados, por su parte tienen una extensión dentro de este concepto de 3,363 ha, de los cuales corresponden a los encinares templados solo 280 ha, a los bosques de pino encino en suelos volcánicos (BPE3) 1,737 ha, a los de pino encino sobre suelos derivados de cuarcitas (BPE4) 979 ha y a los mesófilos de montaña 367 ha.

BOSQUE	SUP	VOLUMENES POR HA (M3)			VOLUMENES TOTALES (M3)		
		TOTAL	CONIF	LAT	TOTAL	CONIF	LAT
BTC(CAL)	135						
BTC(SC)	685						
BE(ST)	3,263	63	18	45	206,846	59,052	147,500
BPE1	3,268	52	36	16	169,944	116,085	53,794
BPE2	1,787	52	36	16	92,943	63,487	29,420
BE(TEM)	280	104	21	83	29,031	5,870	23,200
BPE3	1,737	104	83	21	180,417	143,590	36,827
BPE4	979	104	83	21	101,650	80,901	20,749
BMM	367	146	26	120	53,491	9,466	44,023
TOTAL					834,323	478,451	355,513

**Tabla 10.2.** Superficie, volúmenes por hectárea (m<sup>3</sup>/ha) (tomados de INF 1972) y volúmenes totales (superficie X volumen por ha), de los bosques dentro de la zona de uso extensivo en Alcozauca, Gro.

### 10.2.2.1. Aprovechamiento forestal maderable.

La tabla 10.2 muestra las existencias de madera total, de coníferas y de latifoliadas de cada tipo de bosque calculadas a partir de la información del Inventario Forestal de Guerrero (INF, 1972).

El total de madera existente en los bosques semitemplados y templados es de 834,323 m<sup>3</sup>, de los cuales 478,451 m<sup>3</sup> corresponden a madera de pino (coníferas) y 355,513 m<sup>3</sup> a encinos (latifoliadas). Sin embargo, esos son datos totales, que incluyen tanto los recursos que pueden ser aprovechados plenamente para aserrío, pero también la madera de menor calidad. Una estimación de la madera aprovechable por completo para producir tablas se puede obtener si utilizamos el valor de volumen de fuste limpio, que aparece en la tabla 10.3

BOSQUE	VOL. POR HA (M3)				VOL. TOTALES (M3)		
	SUP	TOT	CON	LAT	TOT	CON	LAT
BTC(CAL)	135						
BTC(SC)	685						
BE(ST)	3,263						
BPE1	3,268	17	16	2	56,941	51,016	5,925
BPE2	1,787	17	16	2	31,141	27,901	3,240
BE(TEM)	280	45	3	42	12,470	840	11,630
BPE3	1,737	45	42	3	77,495	72,276	5,218
BPE4	979	45	42	3	43,662	40,722	2,940
BMM	367	50	17	33	18,271	6,258	12,012
TOTAL					239,979	199,013	40,966

**Tabla 10.3.** Superficies, volúmenes de fuste limpio por hectárea, y volúmenes totales de fuste limpio de los bosques templados y semitemplados de Alcozauca, Gro.

Considerando únicamente el volumen de fuste limpio las existencias son menores. En total suman 239,979 m<sup>3</sup>, de los que corresponden 199,013 m<sup>3</sup> a los pinos y 40,966 m<sup>3</sup> a los encinos.

Como se desconoce la dinámica de regeneración de la madera en estos bosques y el dato de los incrementos de coníferas no refleja en realidad su capacidad regenerativa, se puede plantear en principio un sistema de explotación forestal que asegure la renovabilidad del recurso estableciendo ciclos suficientemente largos. Para el caso de Alcozauca, se estima que con ciclos de 50 años se asegura una regeneración adecuada. Asimismo, dado que se pretende mantener en lo posible la diversidad de los bosques y no se desea normalizarlos para generar bosques monoespecíficos, se propone un aprovechamiento semiintensivo con árboles padre, que aproveche el 80 % de la madera existente en cada rodal.

BOSQUE	SUP. TOTAL (HA)	SUP. ANUAL APROVECHABLE (HA)	VOL. TOTAL ANUAL (M3)	VOL. CONIFERAS (M3)	VOL. LATIFOLIADAS (M3)
BTC(CAL)	135				
BTC(SC)	685				
BE(ST)	3.263	65	965	581	965
BPE1	3.268	65	911	816	95
BPE2	1.787	36	498	446	52
BE(TEM)	280	6	200	13	186
BPE3	1.737	35	1.240	1.156	83
BPE4	979	20	699	652	47
BMM	367	7	292	100	192
TOTAL		234	4.805	3.765	1.621

**Tabla 10.4.** Superficie total, superficie aprovechable anual (con ciclos de 50 años), y volúmenes de fuste limpio por año, totales, de coníferas y de latifoliadas de los bosques templados y semitemplados de Alcozauca, Gro.

La tabla 10.4 muestra los volúmenes aprovechables anuales con la suposición de ciclos de 50 años y aprovechamiento del 80 % de la madera de fuste limpio, lo que da un total de 4,805 m<sup>3</sup> de madera aprovechable anual, que se compone de 3,765 m<sup>3</sup> de coníferas y 1,621 m<sup>3</sup> de latifoliadas, los cuales resultarían del aprovechamiento de 234 ha.

La propuesta consiste en integrar este tipo de aprovechamiento forestal con la agricultura de tlacolole, la cual puede desarrollarse en las áreas aprovechadas forestalmente ya que en la actualidad se estima con una extensión de cerca de 300 ha (Obregón, 1989). Así el ciclo agroforestal se inicia con la cosecha del 80 % de la madera en 234 ha y la implantación de un cultivo de tlacolole durante dos años (lo que equivale a mantener una superficie de cerca de 500 ha permanentemente). La mitad de la madera que no se cosecha (20 %) consiste en los árboles padre que quedan para el repoblamiento (10 %) y la otra mitad se deja en el terreno para formar barreras que contribuyan a la retención del suelo (10 %). Posteriormente, los terrenos se dejan descansar por completo por períodos entre 10 y 20 años, durante los que solo son sometidos a aclareos controlados (que producen leña y otros productos maderables) y finalmente se integran a los terrenos que son sujetos al pastoreo de baja intensidad durante 30 años.

#### 10.2.2.2 Aprovechamiento pecuario y de fauna silvestre

El segundo tipo de uso que se propone para la zona de aprovechamiento extensivo es el del pastoreo de baja intensidad. La tabla 10.5 contiene la superficie de los diferentes tipos climáticos que se presentan en la zona, los coeficientes de agostadero (tomando como base la información de COTECOCA) y la carga animal (en unidades animales, ua) que podría sostener si se aprovecha únicamente la tercera parte de ese potencial. Con estas suposiciones este tipo de clase de uso podrá mantener 686 UA.

CLIMA	SUPERFICIE (ha)	C.de A. (ua/ha)	CARGA (1/3) (ua)
(A)Cw1	6.856	5	457
A(C)w0	2.147	5	43
Aw0	135	5	9
Cm	367	12	10
Cw2	2.995	15	67
TOTAL	12.500		686

**Tabla 10.5.** Superficies por subtipo climático de los terrenos propuestos para uso extensivo, coeficientes de agostadero y carga ganadera (a un tercio de la capacidad forrajera de esos ambientes).

Finalmente en la zona extensiva y los bordes de las áreas de conservación se propone el establecimiento de áreas cinegéticas controladas para autoconsumo y turismo, que se alimentará de la fauna que podrá reproducirse libremente en la zona núcleo.

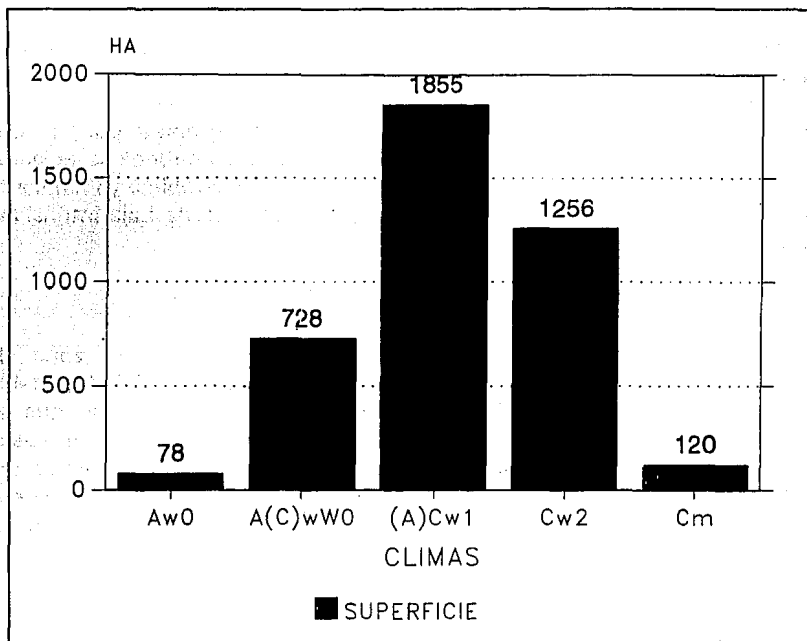


Fig. 10.6. Climas de la zona de barbecho.

### 10.2.3. TERRENOS PARA EL MODELO DE BARBECHO

En esta clase se incluyeron todas las áreas de temporal, de relieve menos escarpado, consistentes en las cimas redondeadas y las terrazas, que se encuentran dentro de las partes con regular y alta presión de carga y que no se encuentran con niveles fuertes y muy fuertes de erosión. Estas unidades ambientales constituyen la base más abundante para la intensificación sustentable y el aumento de rendimientos de los sistemas agrícolas. Se propone el desarrollo de un modelo integral de producción agrosilvopastoril, que permita una conservación y mejoramiento de las



capacidades productivas de estos ecosistemas a través de la integración de actividades agrícolas, pecuarias, forestales y de conservación, en torno a un esquema que profundice la diversificación, aumente la productividad y mejore los intercambios monetarios.

El total de terrenos de cimas y terrazas que se incluyen dentro de esta clase abarcan una superficie de poco más de 4 mil ha. La fig. 10.6 muestra su distribución por tipo de clima, en donde puede apreciarse que la mayor extensión corresponde al clima semitemplado (A)Cw1 con 1,855 ha, del que le sigue el clima templado subhúmedo (Cw2) con 1,256 ha y el semicálido (A(C)w0, con 728. Tanto el clima cálido como el templado húmedo presentan una superficie pequeña de esta clase de terrenos (78 ha y 120 ha respectivamente).

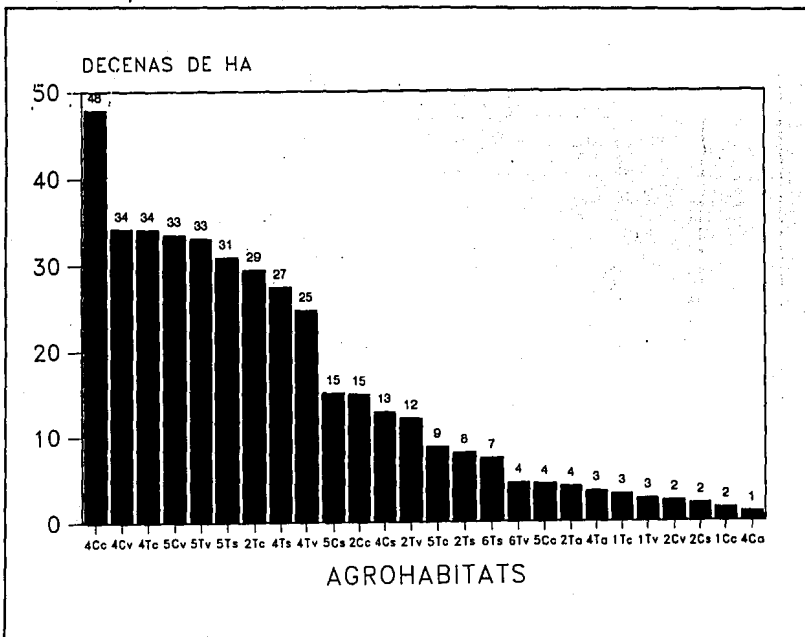


Fig. 10.7. Agrohabitats en los terrenos para el modelo de barbecho.

Una división más fina permitió distinguir los diferentes agrohabitats que estos terrenos incluyen, los que fueron definidos por los factores estructurales clima, geomorfología y litología; la fig. 10.7 que muestra su

superficie, nos permite anotar que las cimas calcáreas en clima semitemplado (4Cc) es el ambiente agrícola más extenso con casi medio millar de ha; le siguen las cimas volcánicas (4Cv) y las terrazas calcáreas (4Tc), ambas en ese mismo clima, así como las cimas volcánicas (5Cv) y las terrazas volcánicas (5Tv) y silíceas (5Ts) en el clima templado subhúmedo, todas ellas con más de 300 ha.

La tabla 10.6 muestra las características edafoclimáticas de los diferentes agrohábitats, mientras que la fig. 10.8 nos permite ver como se encuentran distribuidos en el municipio.

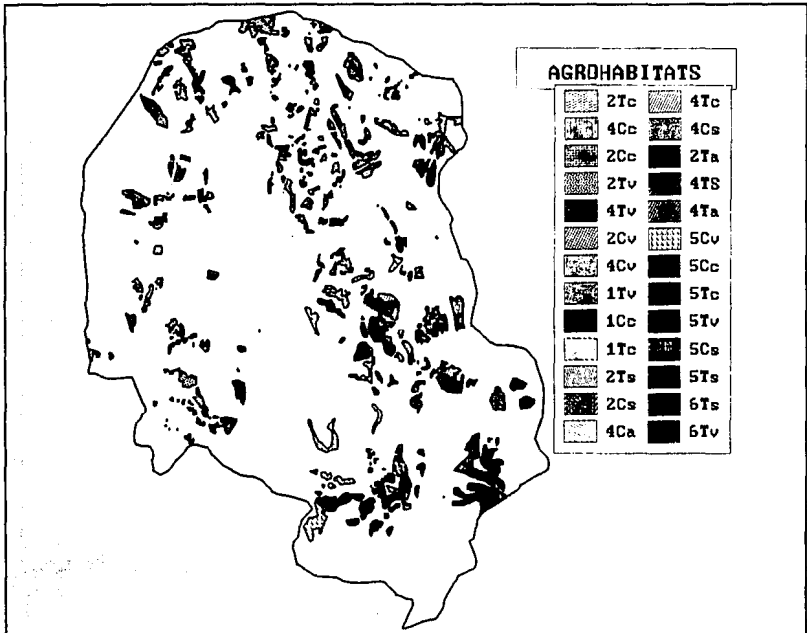


Fig. 10.8. Mapa de la distribución de los agrohábitats de los terrenos para el modelo de barbecho. Esc. 1:250,000.

La propuesta para este tipo de terrenos consiste en una estrategia integrada que incluye la agricultura de temporal, combinada en el tiempo con descanso, ganadería caprina, para reiniciar el ciclo con la cosecha de leña y el uso agrícola nuevamente como lo muestra la fig. 10.9.

AGRHAB	CLIMA	MORFO	LITOLOGIA	AREA HA	PROF. CM	ARCILLA %	LIMO %	ARENA %	pH	CICT	%SAT BAS
1Cc	Aw0	CIMA	CALCAREO	15	0.35	30	25	45	7.7	21.9	97
1Tc	Aw0	TERRAZA	CALCAREO	31	0.35	30	25	45	7.7	21.9	97
1Tv	Aw0	TERRAZA	VOLCANICA	26	0.35	8	16	76	7.7	0.0	90
2Cc	A(C)w0	CIMA	CALCAREO	149	0.35	26	24	50	7.3	21.7	90
2Cs	A(C)w0	CIMA	SILICEA	21	0.35	21	21	57	6.9	10.0	79
2Cv	A(C)w0	CIMA	VOLCANICA	23	0.35	18	19	62	6.9	21.7	82
2Ts	A(C)w0	TERRAZA	ALUVIAL	40	0.35	19	25	56	7.5	13.3	98
2Tc	A(C)w0	TERRAZA	CALCAREO	294	0.35	26	24	50	7.3	21.7	90
2Ts	A(C)w0	TERRAZA	SILICEA	80	0.35	21	21	57	6.9	10.0	79
2Tv	A(C)w0	TERRAZA	VOLCANICA	120	0.35	18	19	62	6.9	21.7	82
4Cs	A(C)w1	CIMA	ALUVIAL	11	0.35	31	25	44	6.9	17.7	87
4Cc	A(C)w1	CIMA	CALCAREO	479	0.35	33	27	40	7.0	22.0	89
4Cs	A(C)w1	CIMA	SILICEA	128	0.35	30	21	49	6.0	14.0	72
4Cv	A(C)w1	CIMA	VOLCANICA	341	0.35	33	19	49	6.3	15.5	81
4Ts	A(C)w1	TERRAZA	ALUVIAL	35	0.60	31	25	44	6.9	17.7	87
4Tc	A(C)w1	TERRAZA	CALCAREO	341	0.60	33	27	40	7.0	22.0	89
4Ts	A(C)w1	TERRAZA	SILICEA	274	0.60	30	21	49	6.0	14.0	72
4Tv	A(C)w1	TERRAZA	VOLCANICA	247	0.60	33	19	49	6.3	15.5	81
5Cc	Cw2	CIMA	CALCAREO	43	1.50	33	30	37	6.6	21.0	75
5Cs	Cw2	CIMA	SILICEA	151	1.50	34	33	31	5.3	16.3	50
5Cv	Cw2	CIMA	VOLCANICA	335	1.50	33	29	38	5.9	20.4	70
5Tc	Cw2	TERRAZA	CALCAREO	87	1.50	33	30	37	6.6	21.0	75
5Ts	Cw2	TERRAZA	SILICEA	308	1.50	34	33	31	5.3	16.3	50
5Tv	Cw2	TERRAZA	VOLCANICA	330	1.50	33	29	38	5.9	20.4	70
6Ts	Cm	TERRAZA	SILICEA	74	1.50	15	21	64	5.4	20.0	28
6Tv	Cm	TERRAZA	VOLCANICA	44	1.50	33	33	34	5.3	23.2	28

**Tabla 10.6.** Agrohabitats de los terrenos para el modelo de barbecho y algunas de sus características ambientales.

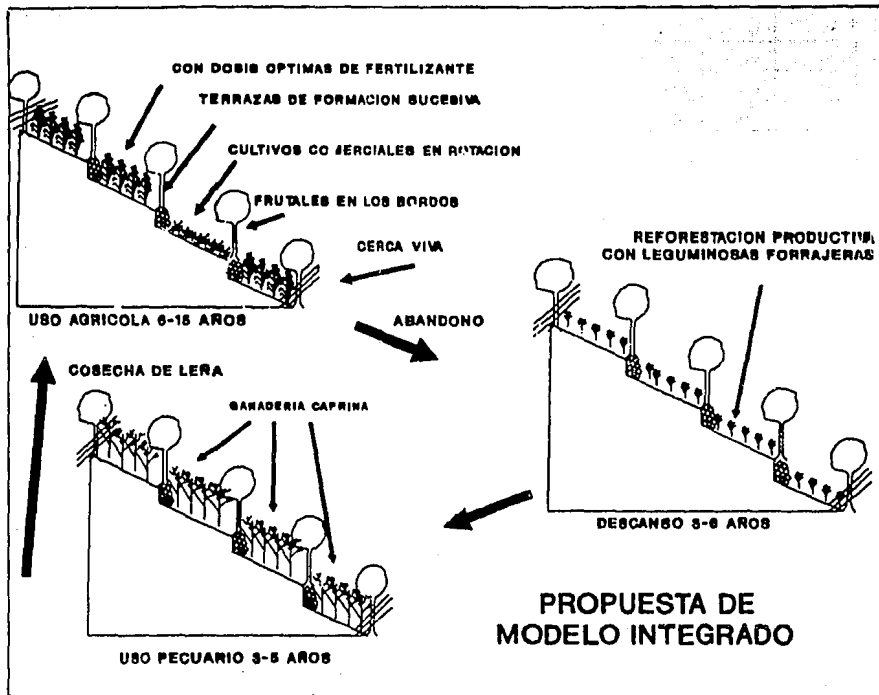


Fig. 10.9. Esquema del modelo integrado propuesto para los terrenos de barbecho.

El modelo integrado de barbecho consiste en los siguientes elementos:

1. Optimización del uso de insumos químicos, principalmente fertilizante.
2. Adición de materia orgánica a los cultivos a través del estiércol de chivo y res.
3. Diversificación agrícola, para incluir en cada parcela una porción en mosaico y rotación, de otro u otros cultivos que se den en ese ambiente y que tengan un alto precio en el mercado.
4. Terrazas de formación sucesiva, que permitan reducir el proceso de erosión del suelo y retrasen la velocidad de escurrimiento del agua.
5. Árboles y especies perennes en los bordos de las terrazas que diversifique aún más la producción y establezca las obras de control de suelo.
6. Reforestación y exclusión de las parcelas abandonadas, para establecer ecosistemas forrajeros de alta eficiencia, que se usen después de una etapa de descanso completo, que ayuden a la recuperación del suelo y que sean fuente de leña al reiniciar el ciclo agrícola.

Los resultados experimentales indican que el establecimiento de un modelo de este tipo representaría un aumento en la producción agrícola considerable, reduciría la presión ganadera y de leñado e incrementaría los ingresos monetarios. Sin embargo su implementación depende de la existencia de subsidio inicial de apoyo en infraestructura para la construcción de obras ecológicas (control de suelo, exclusión y reforestación), de un programa de crédito y aseguramiento integrado y eficiente, y de un aparato eficaz de comercialización.

Se estima que la inversión total que es necesaria para realizar las obras de conservación en las 4,000 ha de este tipo de terrenos, es de 12 millones de nuevos pesos, y que sería posible desarrollar un conjunto de aparatos sociales de intermediación (fondo financiero, de aseguramiento y de apoyo tecnológico) con una aportación total de N\$ 3 millones.

Sobre la base de los experimentos que se han realizado en el municipio por parte del PAIR se calcula que el impacto del modelo de intensificación agrícola que se propone sobre los rendimientos permitiría pasar de un promedio de 1.6 t/ha y 0.7 t/ha, a 2.5 t/ha y 1.3 t/ha en los

años buenos y malos respectivamente, lo que permitiría la mayoría de las veces cubrir las necesidades municipales de este grano e incluso contar con excedentes para comercializar o dedicar a la engorda intensiva de ganado (Toledo *et al.*, 1992).

#### 10.2.4. TERRENOS PARA LA ROTACION SILVOPASTORIL

En esta clase se encuentran los terrenos de regular y fuerte inclinación localizados en las zonas de regular y fuerte presión de carga, y que además se encuentran cubiertas con matorrales y pastizales. Para ellos se propone una rotación de potreros y zonas de leñado que incluya reforestación y descanso completo.

Los terrenos de esta clase se encuentran en cerca de 12,500 ha, lo que representa el 31 % de la superficie total del municipio. La fig. 10.10 muestra que las superficies mayores se encuentran dentro de los climas semicálido (1,805 ha) y semitemplado (1,741 ha), seguidos del templado subhúmedo (974 ha).

La potencialidad como fuente de forraje para el ganado se estimó utilizando los índices de agostadero establecidos por COTECOCA; para los climas cálido, semicálido y semitemplados se usó un coeficiente de agostadero de 5 UA/ha, mientras que para el templado subhúmedo se usó el de 12 UA/ha, y para el templado húmedo 15 UA/ha. Así, el total de UA que puede soportar este ambiente es de 800 UA.

La propuesta consiste en hacer una rotación de potreros que incluya descanso completo después de ser reforestada con especies que sean forrajeras y/o leñeras. Se debe buscar una estrategia de rotación que permita aprovechar de manera más intensiva las zonas cálidas y semicálidas durante la época de lluvias, ya que la productividad en los meses en los que existe agua es mayor en esos pisos climáticos, mientras tanto las zonas semitempladas y templadas deben dejarse para ser aprovechadas durante las secas.

Las estrategias de pastoreo y de distribución espacial del ganado en el municipio deben diseñarse tomando en cuenta que además de la producción de carne, es importante esta explotación como fuente de estiércol para las parcelas agrícolas. Se estima que con las existencias actuales de ganado caprino y vacuno se pueden producir alrededor de 5,070 ton de estiércol anual que alcanzan para adicionar 1.4 t/ha.

El esquema que se propone implica la conversión de la actividad leñera de una práctica completamente extractiva, a la de cultivo forestal a través de las plantaciones leñeras.

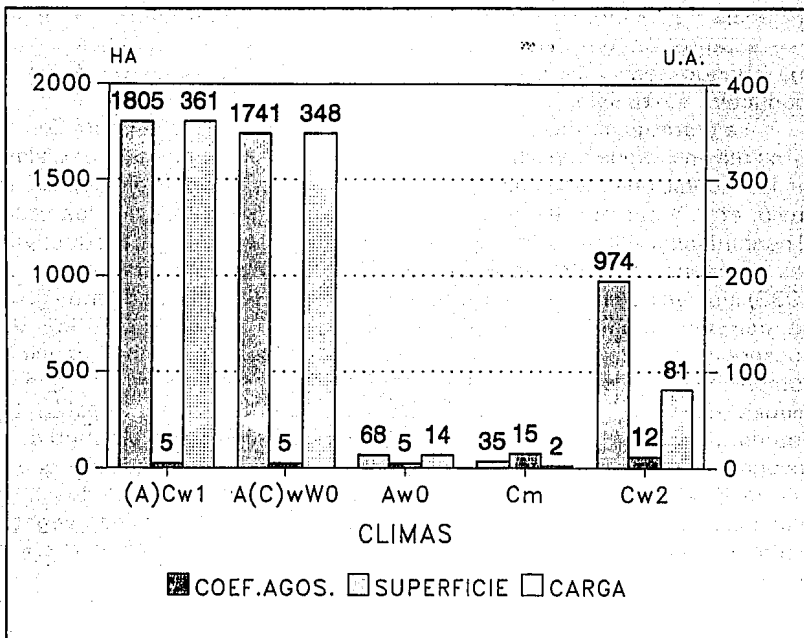


Fig. 10.10. Climas de los terrenos propuestos para uso silvopastoril y potencial forrajero.

### 10.2.5. TERRENOS PARA RESTAURACION

Se incluyen aquí a las zonas que se encuentran con niveles fuertes y muy fuertes de erosión. Para estas áreas se propone la exclusión completa de cualquier actividad productiva por un período entre 5 y 10 años y la realización de prácticas de restauración ecológica que permitan la recuperación de su potencialidad productiva.

La superficie que comprende este tipo de uso es de alrededor de 3,700 ha, la cual en su mayor parte se encuentra actualmente ocupada por terrenos agrícolas y pastizales (1,763 ha), y por matorrales secundarios (1,713 ha). Esto significa que actualmente buena parte de la agricultura y la ganadería de pastoreo se realiza sobre estos terrenos que tienen un alto grado de deterioro y por lo tanto están siendo aprovechadas con poca

eficiencia y baja productividad. Por ello se propone su exclusión temporal y su restauración, que serán procesos que permitirán su recuperación, para que cuando sean incorporadas a la producción, permitan un aumento productivo sostenible.

La estrategia que se debe seguir para el logro de la restauración de estos terrenos tiene que ser diversa y depende de dos factores, por un lado de las condiciones ecológicas naturales (climas, geomorfología, rocas, suelo, etc.) y por otro de su estado de deterioro, pero en todos los casos el denominador común debe ser la exclusión de las actividades productivas. Las experiencias tenidas en la restauración en Alcozauca (Cervantes *et al.*, 1993) indican que los terrenos que se encuentran en un estado muy grave de deterioro edáfico requieren una estrategia diferente que los que conservan aun algo de suelo. En el primer caso se debe inducir el establecimiento de manto protector y de especies colonizadoras que no tengan muchos requisitos edáficos. En las zonas que no están tan deterioradas, la reforestación si constituye una importante alternativa de recuperación ambiental. Pero para todos los casos, las evaluaciones que se han realizado a las practicas restaurativas concluyen que la exclusión es una importantísima herramienta de regeneración de la comunidad vegetal, por lo que representa uno de las principales prácticas que se deben aplicar (Landa, 1989).

Desde luego que la exclusión de estos terrenos significan la apertura de otros que los sustituyan sin que disminuya la superficie actual bajo uso. Esto se puede lograr mediante la apertura de nuevas zonas de cultivo y agostadero, principalmente en el área destinada para el modelo de barbecho y en la zona extensiva.

### **10.2.6 ZONA DE AGRICULTURA INTENSIVA**

En esta clase se incluyeron todas las areas de vegas y valles intermontanos las cuales representan los ambientes con mayores posibilidades de intensificación. Se propone el desarrollo de una agricultura intensiva, con una fuerte proporción de cultivos orientados a la comercialización, basada principalmente en la utilización eficiente del agua, en el fortalecimiento de la fase orgánica de los suelos y apoyada con la utilización racional de insumos químicos.

La superficie total de este tipo de terrenos es de poco más de 800 ha, que en la actualidad es destinada a la agricultura de riego (300 ha) y de temporal (anual de secano) en el resto. Del total, alrededor de 330 ha se encuentran en el clima semicálido, casi 200 ha en el templado subhúmedo,



171 ha en el semitemplado y casi 100 ha distribuidas entre el cálido y el templado húmedo.

Para lograr la intensificación se requiere en primer término la realización inversiones en obras de infraestructura hidráulica que vayan encaminadas a dos propósitos: en primer lugar a mejorar la infraestructura en las zonas actualmente con riego, a fin de lograr una mayor eficiencia en el uso del agua. La mayoría de los sistemas de riego de Alcozauca están hechos de forma rudimentaria, y representan la herencia de una cultura de irrigación que aparentemente existe en la región desde los albores de la era agrícola (Armillas, 1949); por ello se requiere apoyar estas obras tradicionales, buscando la introducción de técnicas de riego que permitan un uso intensivo pero eficiente del agua; revestimiento de canales, mejoramiento de tomas e incluso introducción de sistemas semipresurizados que sustituyan el riego rodado, por otras formas mucho más eficientes. Estas acciones son necesarias en las vegas de Amapilca, Alcozauca, Almolonga, Ixcuinatoyac y Zoyatlán.

En segundo lugar, es necesario la realización de obras que permitan irrigar una buena superficie de terrenos que actualmente son de temporal, pero que tienen posibilidades de convertirse al riego. Tales son los casos de los valles intermontanos de Cuyuxtlahuac, y de Tlahuapa, y de las vegas de Ahuejutla y de Cruz Verde, en Zoyatlán.

Pero la intensificación no solo requiere de más infraestructura de riego, sino también de una política permanente de mejoramiento de los suelos de los valles, ya que por su origen aluvial, la mayoría de ellos tienen bajos niveles de fertilidad. Es necesario su enriquecimiento por dos vías: una, a través del uso de los materiales arrastrados por el río, los cuales pueden ser sedimentados sobre las parcelas, mejorando su fertilidad. La segunda consiste en la permanente adición de materia orgánica ya sea del estiercol del ganado, o bien obtenida a través del cultivo de abonos verdes.

Además desde luego que se requiere intensificar el uso de fertilizantes químicos, pero sobre la base del mejoramiento orgánico del suelo.

Al igual que en el caso del modelo de barbecho, la intensificación de los valles requiere de la existencia de aparatos de intermediación y amortiguamiento que funcionen con eficiencia, es decir, fondos de crédito, de seguro, de comercialización y de apoyo tecnológico.

Se estima que la inversión que se requiere para la intensificación de estos terrenos, donde se incluyen los costos de la infraestructura pero no las inversiones iniciales a los fondos, sería de alrededor de N\$5 millones.

### 10.3.PERSPECTIVAS DEL ORDENAMIENTO

La reflexión acerca de las superficies y las potencialidades de las distintas clases de ordenamiento relacionadas con los niveles actuales en los que existen las actividades productivas en Alcozauca, y las perspectivas de los próximos años, nos indican con bastante claridad que adoptar una estrategia como la que aquí se propone, además de permitir la conservación de las áreas que aun no se han abierto, y la restauración de las partes más dañadas, podría no solo mantener los actuales niveles de productividad sino aumentarlos significativamente, tanto en lo que se refiere a la producción para el autoabasto, como en aquellos aspectos en que significan el fortalecimiento de los ingresos monetarios y por tanto el mejoramiento de las cuentas en dinero de los productores, las comunidades y el municipio.

La suma de las superficies de agricultura intensiva, modelo de barbecho y tlacole, permitirían mantener la actual superficie milpera e incluso aumentarla, a pesar que la exclusión de las áreas destinadas a la restauración. Para ello claro que se deberán desmontar las zonas de terrazas y cimias que aun no se han abierto, y que representan una superficie considerable. Este desmonte permitirá la recuperación de lo que hoy está muy deteriorado y dado que la exclusión de las zonas de restauración es temporal, en el mediano plazo se podrá contar con casi 2 mil ha más para continuar aumentando la frontera agrícola sin afectar las áreas forestales.

Desde luego la parte de la conservación de los suelos de cimias y terrazas es fundamental dentro de la propuesta, tanto como base de la sustentabilidad del modelo, pero también como camino de elevación de los rendimientos. El manejo integrado de los terrenos de barbecho y la extensión e intensificación de los de riego, representa sin duda una vía para aumentar los rendimientos de manera significativa. La potencialidad del conjunto de estos terrenos para aumentar la producción agrícola es realmente considerable, si se reduce el deterioro derivado de los procesos erosivos, se consigue mantener un nivel elevado de materia orgánica en los suelos, se logra la aplicación adecuada de fertilizante químico y se aumenta la eficiencia del uso del agua. La tabla 10.7 (tomada de Toledo *et al.* 1992) resume una estimación del impacto de una estrategia de manejo integrado sobre los rendimientos y la producción de maíz, hecha sobre la base del análisis de los experimentos realizados en el municipio durante 4 años por el equipo del PAIR.

RENDIMIENTOS

SISTEMA	SUP.(HA)	ACTUAL AÑO BUENO	ACTUAL AÑO MALO	POTENCIAL AÑO BUENO	POTENCIAL AÑO MALO
RIEGO	300	2.00	2.00	3.00	3.00
BARBECHO	2,750	1.60	0.70	2.50	1.30
TLACOLOLE	450	0.80	0.50	1.9	1.2
MEDIA		1.47	1.07	2.47	1.83
TOTAL	3,500				
PRODUCCION		5,360	2,750	8,630	5,015
NECESIDADES		5,304	5,304	5,304	5,304
DIFERENCIA		56	-2,554	3,326	-289

**Tabla 10.7.** Rendimientos y producción de maíz en grano actuales y potenciales y comparación con las necesidades municipales (estimadas a través de multiplicar las necesidades promedio de cada familia, 1.6 t, por el número de familias de acuerdo con el censo de INEGI, 1990). Tomado de Toledo, *et al.* 1992.

De acuerdo a esta estimación, en un horizonte de mediano o corto plazo podría lograrse la autosuficiencia de maíz y la obtención de un excedente para vender fuera o bien que pudiera operar como base del desarrollo de la ganadería intensiva. Aunque la estimación de los aumentos productivos de las innovaciones tecnológicas siempre tiene el riesgo de ser impreciso, y muchas veces falsamente optimista, los rendimientos que se han logrado en regiones temporales con un régimen climático parecido, pero en otras condiciones topográficas y socioeconómicas, nos llevan a pensar que esta estimación puede ser aun baja para un mediano y largo plazo en el que los efectos de las prácticas propuestas presenten su efecto acumulativo, que es quizás el más importante.

Las perspectivas, sin embargo, en el caso de la ganadería no son tan optimistas, ya que con los coeficientes de agostadero de COTECOCA, se observa que apenas se podría mantenerse en el esquema propuesto, la carga actual de ganado en el municipio.

De hecho, quizá la principal limitación para la realización de un esquema integrado lo represente precisamente el aspecto ganadero. La exclusión temporal de las áreas degradadas implica un problema mayor en

el caso del pastoreo que en el agrícola. La conversión de las 2300 reses y los 6,350 cabras en unidades animales (De Alba, 1974) da como resultado una carga para el municipio de 3,400 ua. Se puede considerar que los sistemas agrícolas, a través del uso del zacate, permiten mantener el equivalente a casi mil ua. De esta forma la carga restante, no llega a ser cubierta por la capacidad forrajera estimada para las zonas silvopastoriles, (800 ua) y para las de uso extensivo (a un tercio de su capacidad: 686) y para la zona de barbecho que podrá sostener en sus fases pecuarias el pastoreo de 300 ua (ver tabla 10.8).

CLASE DE TERRENO PARA EL ORDENAMIENTO	CAPACIDAD DE CARGA (ua)
AGRICULTURA	987
PASTOREO EN MODELO BARBECHO	300
SILVOPASTORIL	800
EXTENSIVA	686
TOTAL	2873

**Tabla 10.8.** Cantidad de ganado que podría soportar cada clase de terreno.(ua)

Esto significa que el ganado que se tendría que desplazar de las zonas sujetas a restauración tendría que encontrar acomodo en otra parte, y tendría que ser aumentada la presión sobre la zona extensiva, y de manera temporal, aprovechar más del tercio que está proyectado. El deficit se cubre con la ocupación de la mitad del potencial de esa zona.

No obstante, los aprietos que se tienen para acomodar las existencias ganaderas a las superficies propuestas, pueden ser disminuidos con un aumento en la productividad, el cual se espera tener tanto por lo que respecta al incremento de rendimiento agrícola de maíz, que implica también una mayor producción de zacate, como por el efecto del pastoreo en rotación, el manejo de los agostaderos y la conservación de forraje para la época seca del año.

Otra alternativa, podría ser la disminución temporal del hato ganadero, a través de la venta de una parte del ganado y la inversión de los recursos derivados de la venta en un fondo financiero que permita su conservación, mientras se logra una recuperación ecológica que permita en el futuro una mayor productividad y un crecimiento ganadero.

El aumento en la productividad que sería necesario para sostener las existencias de ganado en la propuesta sería lo que equivala a disminuir a 4 ha/ua en las partes bajas y a 8 ha/ua en las superiores.

Por otra parte, la producción de estiércol (base seca) de las existencias actuales es de cerca de 5,000 t al año lo implica si se logra adicionar a los terrenos de cultivo en su totalidad, una disponibilidad de 1.4 t por ha, lo que sin duda es poco, pero puede significar un aporte efectivo, si se logra disminuir la erosión en las áreas cultivadas. Probablemente sería más efectivo adicionar 4.2 t cada tres años a cada ha.

En el caso de la leña, el factor más importante en la eliminación de sus efectos deteriorantes será el establecimiento de plantaciones con especies que pueden ser a la vez forrajeras. La conversión de los agostaderos en fuentes de leña a la vez permitirá disminuir la presión sobre las áreas extensivas, en donde además se reorientaría esta actividad para aprovechar las puntas y ramas de los aprovechamientos maderables.

En el caso de las potencialidades monetarias, la propuesta incluye el establecimiento de cerca de 500 ha de cultivos comerciales, que se plantea que cumplan el requisito de que el ingreso que generen sea por lo menos el doble por cada hectárea que el del maíz. De esta manera se esperaría un ingreso de cerca de N\$ 1 millón. Por otra parte las ventas de madera significarían un ingreso anual de alrededor de millones, lo que, junto con otras ventas como la ganadería y la propia migración, permitiría recomponer el deterioro del intercambio monetario con el exterior.

Por otra parte, para lograr el cambio de uso hacia la propuesta se requiere de invertir recursos financieros. La tabla 10.9 muestra que la suma de las inversiones necesarias para reconvertir el total de las actividades productivas del municipio es de 21 millones de nuevos pesos.

CONCEPTO	MONTO (MILES DE N\$)
CONSERVACION DE SUELOS EN TERRAZAS Y CIMAS	12,000
OBRAS DE IRRIGACION EN VALLES	5,000
CAPITALIZACION DE FONDOS SOCIALES DE INTERMEDIACION	3,000
CERCADO	1,000
TOTAL	21,000

**Tabla 10.9.** Inversiones necesarias para el desarrollo de la propuesta de ordenamiento para Alcozauca.

### 10.3.1. DEL ESTUDIO A LA REALIDAD

La construcción de la concertación requerida para llevar a cabo el programa de ordenamiento que aquí se propone debe lograr dos puntos fundamentales. Primero, el consenso de los productores y las comunidades que se exprese en voluntad de llevarlo a cabo y disposición para convenir compromisos de conservación. En segundo, instituciones u organismos dispuestos a invertir los recursos necesarios.

El primer aspecto requiere que los productores, sus representantes en cada una de las comunidades, sus autoridades municipales y las organizaciones campesinas de segundo nivel discutan la propuesta; para ello es necesario un proceso eficiente de comunicación, que lleve la información reunida y los planteamientos hechos en el presente trabajo, a una discusión detallada. La discusión con las autoridades municipales y cada una de las comunidades debe ser parte de un proceso de construcción del sistema de información geográfica a una escala mayor para que pueda servir como instrumento de planeación y documento de acuerdos en cada poblado. La reflexión de las comunidades en una dimensión geográfica acerca del uso adecuado de sus recursos naturales, debe procesar también una propuesta agraria, que pueda posteriormente involucrar a las autoridades encargadas de la regulación de las propiedades comunales y ejidales y fusionar la propuesta de ordenamiento con la regularización de la tenencia de la tierra en el municipio.

Una vez discutido y adaptado a cada comunidad, la propuesta de ordenamiento debe detallar sus propuestas de inversión para que sea convertida en un conjunto de expedientes técnicos concretos los cuales debran gestionarse ante el gobierno del estado, el INI, la SARH, y la SEDESOL, así como ante organismos internacionales interesados en la conservación ambiental y el desarrollo sustentable.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

Arias, T. 1993.

Manejo y Consumo de Leña en un Municipio Rural de Subsistencia: Alcozauca, Gro. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias, UNAM. Mexico.

Aronoff, S. 1991.

GIS: A Managment Approach. WDL Publications. Canada.

Barrera, N. 1987.

El balance morfogénesis-pedogénesis de una cuenca lacustre del Eje Neovolcánico Transmexicano: La región natural de Pátzcuaro, Michoacán. En: D. Geissert & J. P. Rossignol (Coords.), La Morfoedafología en la Ordenación de los Paisajes Rurales: Conceptos y Primeras Aplicaciones en México. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos (INIREB) e Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo y la Cooperación (ORSTOM). Xalapa, Ver.

BID-PNUD, 1991.

Nuestra Propia Agenda. FCE. México.

Bocco, G. & C. R. Valenzuela 1988.

Integration of a GIS and image processing in soil erosion studies using ILWIS. ITC Journal. 4:309-318. Holanda.

Burrough, P.A. 1986.

Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assesment. Oxford University Press. New York.

Campa, M.F. & J. Ramírez. 1979.

La evolución geológica y la metalogénesis del noroccidente de Guerrero. Serie Técnico Científica, No. 1. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Gro.

- Campa, M.F., J. Ramírez, R. Flores & P. J. Coney. 1980.  
Terrenos tectonoestratigráficos de la Sierra Madre del Sur, región comprendida entre los estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos. Serie Técnico Científica, No. 10. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Gro.
- Campos, A. 1987.  
Los medios penestables: procesos morfodinámicos en una unidad morfoedafológica, municipio de Cosautlán, Veracruz. En: D. Geissert & J. P. Rossignol (Coords.), La Morfoedafología en la Ordenación de los Paisajes Rurales: Conceptos y Primeras Aplicaciones en México. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos (INIREB) e Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo y la Cooperación (ORSTOM). Xalapa, Ver.
- Carabias, J., C. Toledo & J. Caballero. 1990.  
Aprovechamiento y manejo de recursos naturales en la región de La Montaña de Guerrero. En: E. Leff, J. Carabias & A. I. Bátiz, (Coords.) Recursos Naturales, Técnica y Cultura. Estudios para un Desarrollo Alternativo, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM. México.
- Carabias, J., E. Provencio & C. Toledo. 1993.  
Cultura tradicional y aprovechamiento integral de recursos naturales en tres regiones indígenas de México. En: E. Leff & J. Carabias (Coords.), Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales. Ed. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM y Miguel A. Porrúa. México.
- Carabias, J., E. Provencio & C. Toledo, 1994.  
Manejo de Recursos y Pobreza Rural. Fondo de Cultura Económica. México.
- Cendrero, A. 1980.  
Técnicas e instrumentos de análisis para la evaluación planificación y gestión del medio ambiente. En: Política y Planificación Ambiental. Fascículos para el Medio Ambiente. CIFCA, Colombia. Colombia.



- Cervantes, V., V. Arriaga & J. Carabias. 1993.  
La relación suelo-planta como una herramienta básica en la rehabilitación de ambientes degradados de la Montaña de Guerrero. XII Congreso Mexicano de Botánica. Mérida, Yuc.
- Christian, C.S. & G. A. Stewart. 1968.  
Methodology of integrated surveys. Aerial Surveys and Integrated Studies Proc. UNESCO. Toulouse. Francia.
- CONAPO. 1993.  
Indicadores Socioeconómicos e Índice de Marginación Municipal 1990. Comisión Nacional de Población y Comisión Nacional del Agua. México.
- COPLADEG. 1987.  
Monografía socioeconómica del municipio de Alcozauca. COPLADEG, SPP. Chilpancingo, Guerrero.
- Cserna, Z. de; Ortega-Gutierrez, F. & Palacios-Nieto, M. 1980.  
Reconocimiento Geológico de la parte Central de la Cuenca del Alto Río Balsas, Estados de Guerrero y Puebla. Libro Guía de la Excursión Geológica a la Cuenca del Alto Río Balsas. III Reunión Nacional de Geotecnia y Geotermia. C.F.E. México.
- Dahlgren, J.B. 1990.  
La Mixteca. Su Cultura e Historia Prehispánica. UNAM. Cultura Mexicana No. 11. México.
- Dehouve, D. 1991.  
Las separaciones de pueblos en la región de Tlapa (Siglo XVIII). En: Los Pueblos de Indios y Las Comunidades. Lecturas de Historia Mexicana, No. 2. El Colegio de México. México.
- Flores, D. A. 1974  
Los suelos de la República Mexicana. En: el Escenario Geográfico, Recursos Naturales. México: panorama histórico y cultural, Tomo II, SEP-INAH. pp 9-108. México.

- García, E. 1987.  
Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen.  
Offset Larios. México.
- García-Benavides, J. 1979.  
Estructura Metodológica para la Caracterización Agroecológica de  
Áreas por Procedimientos Cuantitativos de Análisis y su posterior  
Zonificación. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados,  
Chapingo, Mex.
- Geissert D. & J. P. Rossignol (Coords.). 1987.  
La Morfoedafología en la Ordenación de los Paisajes Rurales:  
Conceptos y Primeras Aplicaciones en Mexico. Instituto Nacional de  
Investigaciones Sobre Recursos Bióticos (INIREB) e Instituto Francés  
de Investigación Científica para el Desarrollo y la Cooperación  
(ORSTOM). Xalapa, Ver.
- Gutiérrez, R. 1987.  
Morfoedafología del Totonacapan con énfasis en los aspectos  
geomorfológicos. En: D. Geissert & J. P. Rossignol (Coords.), La  
Morfoedafología en la Ordenación de los Paisajes Rurales: Conceptos  
y Primeras Aplicaciones en México. Instituto Nacional de  
Investigaciones Sobre Recursos Bióticos (INIREB) e Instituto Francés  
de Investigación Científica para el Desarrollo y la Cooperación  
(ORSTOM). Xalapa, Ver.
- INEGI. 1991.  
XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Instituto Nacional  
de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- INF. 1972.  
Inventario Forestal del Estado de Guerrero. Dirección General del  
Inventario Nacional Forestal. Subsecretaría Forestal y de la Fauna.  
Secretaría de Agricultura y Ganadería. México.
- ITC. 1993.  
ILWIS 1.4. The Integrated Land and Water Information System.  
User's Manual. ITC: International Institute for Aerospace Survey and  
Earth Sciences The Netherlands.

- Kirkby, M. & R. Morgan. 1984.  
Erosión de Suelos. Limusa. México.
- Landa, R. 1989.  
Análisis de la vegetación para determinar el efecto de la reforestación en una selva baja caducifolia, Alcozauca, Guerrero. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Landa, R. 1992.  
Evaluación regional del deterioro ambiental en la Montaña de Guerrero. Tesis de M. en C., Fac. de Ciencias, UNAM. México.
- León, A.R. 1972.  
El Levantamiento Fisiográfico como una Alternativa para hacer Recomendaciones Regionales del Uso de la Tierra. Tesis ENA, Chapingo. Chapingo, Mex.
- Marble, D.F. 1984.  
Geographical information systems: an overview. En: Proceedings of the Pecora 9 Symposium. IEEE Computer Society. pp 2-8. Silver Springs, Maryland, USA.
- McNeish, R. S. 1967.  
A Summary of the subsistence. En: D.S. Byers (ed.) The Prehistory of the Tehuacán Valley. Environment and Subsistence. V. I. University of Texas Press, Austin-Londres.
- Martínez, L. 1992.  
Levantamiento ecofisiográfico de la comunidad de Zoyatlán de Juárez, Guerrero. Tesis, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Martínez, M.P. 1980.  
Comunidad y familia en la dinámica social campesina. Nueva Antropología. IV(13-14):243. México.
- Morán, D. 1990.  
La Geología de la República Mexicana. INEGI-UNAM. Aguascalientes, Ags.

- Muñoz, M. 1963.  
Mixteca Nahua- Tlapaneca. Memorias del Instituto Nacional Indigenista. Vol. IX. INI. México.
- Naveh, Z & A. S. Liebermann. 1984.  
Landscape Ecology. Theory and Applications. Springer-Verlag. New York.
- Obregón R., M.C. Rojas & C. Toledo. En prensa.  
La agricultura en Alcozauca. UNAM.
- ONU, 1988.  
Nuestro Futuro Común. Alianza Editorial. Madrid.
- Ortega-Gutiérrez, F. 1978.  
Estratigrafía del complejo Acatlán en la Mixteca Baja, Estados de Puebla y Oaxaca. Revista del Instituto de Geología, UNAM. 2(2):112-131. México.
- Ortiz-Solorio, C. 1987.  
Elementos de Agrometereología Cuantitativa con Aplicaciones en la República Mexicana. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mex.
- Ortiz-Solorio, C. & H. Cuanalo. 1977.  
Levantamiento Fisiográfico del Area de Influencia de Chapingo, para la Cartografía de Tierras Erosionadas. Colegio de Posgraduados, Chapingo. Chapingo, Mex.
- Ortiz-Solorio, C. & H. Cuanalo. 1978.  
Metodología del Levantamiento Fisiográfico. Colegio de Posgraduados, Chapingo. Chapingo, Mex.
- Pardo, M. 1993.  
Características Sismotectónicas de la Subducción de las Placas de Rivera y Cocos en el Sur de México. Tesis de Doctorado en Geofísica. Instituto de Geofísica, UNAM.
- Palacio, J.L. 1992.  
Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. Instituto de Geografía, UNAM. México.

- Pavia, E. 1986a.  
Tlappan, una provincia guerrerense. Datos y hechos históricos (Siglos XVI al XVIII). En: Memorias del 1er. Coloquio de Arqueología y Etnohistoria del Estado de Guerrero. INAH & Gobierno del Estado de Guerrero. pp. 407-422. México.
- Pavia, E. 1986b.  
Teatro Americano y la provincia de Tlappan. En: Memorias del 1er. Coloquio de Arqueología y Etnohistoria del Estado de Guerrero. INAH & Gobierno del Estado de Guerrero. pp. 443-461. México.
- Peña, O. B. 1974.  
Evaluación del Levantamiento Fisiográfico de la Región Sudoriental del Valle de México. Tesis, Chapingo. Chapingo, Méx.
- Ponce, H., R. 1978.  
Metodología Para la Definición de Agrohabitats y Generación de Recomendaciones de Producción en Base a Tecnología Agrícola Tradicional. Tesis de M. en C. especialista en Suelos. CP. Chapingo, Mex.
- Ponce H., R. y H. Cuanalo. 1977.  
Regionalización del ambiente basada en la fisiografía y su utilidad en la producción agropecuaria. Colegio de Posgraduados, Chapingo. Chapingo, Mex.
- Provencio, E. & J. Carabias, 1993 (a).  
El enfoque del desarrollo sustentable. En: A. Azuela et al. (Coords.), Desarrollo Sustentable: Hacia una Política Ambiental. UNAM. Mexico. pp. 3-13.
- Provencio, E. & J. Carabias. 1993(b).  
La gente y su medio en cuatro zonas ecológicas del campo mexicano. En: H. Izazola & S. Lerner (Comps.) Población y Ambiente ¿Nuevas Interrogantes a Viejos Problemas? Sociedad Mexicana de Demografía, El Colegio de Mexico & The Population Council. México.
- Redfield, R. 1960.  
The Little Community, Peasant Society and Culture. The University of Chicago Press. Chicago, USA.

Rossignol, J. P. 1987a.

Los estudios morfoedafológicos en el area Xalapa-Coatepec, Veracruz. En: D. Geissert & J. P. Rossignol (Coords.), La Morfoedafología en la Ordenación de los Paisajes Rurales: Conceptos y Primeras Aplicaciones en México. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos (INIREB) e Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo y la Cooperación (ORSTOM). Xalapa, Ver.

Rossignol, J. P. 1987b.

La morfoedafología: un método de estudio del medio biofísico para la ordenación. En: D. Geissert & J. P. Rossignol (Coords.), La Morfoedafología en la Ordenación de los Paisajes Rurales: Conceptos y Primeras Aplicaciones en México. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos (INIREB) e Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo y la Cooperación (ORSTOM). Xalapa, Ver.

Sabanero, M. 1990.

La ruptura del extremo austral de la plataforma Guerrero-Morelos determinado por la acresión constructivo transformante del terreno Xolapa. Tesis de Geólogo. ESIA-IPN. México.

Salinas, J.C. 1984.

Los límites tectónicos sur y occidental del terreno Mixteco. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana XLV(1-2):??, México.

Salinas-Prieto, J.C. 1986.

Estudio geológico de la porción occidental de la región de la Montaña, Guerrero. Tesis de Licenciatura de ESIA-IPN. México.

SEDUE. 1984.

Metodología Para el Ordenamiento Ecológico. DGNRE. SEDUE. México.

Toledo, C. 1992.

Polarización económica y desarrollo sustentable. Revista Latinoamericana de Economía Problemas del Desarrollo, XXIII(91):31-36.

- Toledo, C., J. Carabias & E. Provencio. 1992.  
El manejo integrado y los precios del maíz: un estudio de caso en Alcozauca, Guerrero. En: Cynthia Hewitt de Alcántara (comp.). Reestructuración económica y subsistencia rural. El maíz y la crisis de los ochenta. El Colegio de México, Instituto de investigaciones de las Naciones Unidas para el desarrollo social, Centro Tepoztlán.
- Toledo, V.M. 1989.  
Las comunidades campesina: una aproximación ecológica. En: V.M. Toledo, Naturaleza, Producción y Cultura, Ensayos de Ecología Política. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Toledo, V. M. y N. Barrera. 1984.  
Ecología y Desarrollo en Pátzcuaro. Instituto de Biología, UNAM. México.
- Toledo, V.M.; J. Carabias; C. Toledo & González, C. 1989.  
La Producción Rural en México, Alternativas Ecológicas. Fundación Universo Veintiuno. México.
- Tricart, J. & J. Kilian. 1982.  
La Eco-geografía y la Ordenación del Medio Natural. Anagrama. Barcelona.
- Valenzuela, C. R. 1988.  
ILWIS overview. ITC Journal. 1988(1):4-14. Holanda.
- Valenzuela, C. R. & M. F. Baumgardner. 1990.  
Selection of appropriate cell sizes for thematic maps. ITC Journal. 1990(3):219-223. Holanda.
- Vega, C. 1991.  
Codice Azoyú. El Reino de Tlachinollan. FCE. México.
- Viveros, J.L & A. Casas. 1985.  
Etnobotánica Mixteca: Alimentación y Subsistencia en la Montaña de Guerrero. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias UNAM. México.

- Viveros, J.I., A. Casas & J. Caballero. 1993.  
Las plantas y la alimentación entre los mixtecos de Guerrero. En: E. Leff & J. Carabias (Coords.), Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales. Ed. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM y Miguel A. Porrúa. México.
- Walsh, S. 1985.  
Geographic Information System for Natural Resource Management. Journal of Soil and Water Conservation. 40(2):202-205.
- Warman, A. 1985.  
Notas para una redefinición de la comunidad agraria. Revista Mexicana de Sociología. XLVII(3):5-20. México.
- Wischmeier, W. H. & D. D. Smith. 1978.  
Predicting Rainfall Erosion Losses, a Guide to Conservation Planning. USDA. Agriculture Handbook No. 537. USA.