

UNIVERSIDAD JUAREZ DEL ESTADO DE DURANGO

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES



**IMPACTO DE LAS PRACTICAS CULTURALES EN SUELOS
SALINOS DENTRO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE
MAPIMI, DURANGO.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS FORESTALES**

PRESENTA:

ADOLFO VITAL RUMEBE

UNIVERSIDAD JUAREZ DEL ESTADO DE DURANGO

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

ACTA DE REVISION DE TESIS

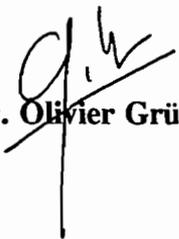
**"IMPACTO DE LAS PRACTICAS CULTURALES EN SUELOS SALINOS
DENTRO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MAPIMI"**

Por: Adolfo VITAL RUMEBE

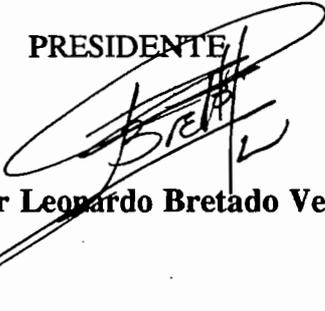
Tesis que se somete a consideración del H. Cuerpo de Sinodales como requisito parcial para obtener el título de: Licenciado en Ciencias Forestales.

Aprobado por el comité asesor:

DIRECTOR DE TESIS


Dr. Olivier Grünberger

PRESIDENTE


Dr. Javier Leonardo Bretado Velázquez

SECRETARIO


M.C. Manuel Antonio Díaz Vásquez

Durango, Dgo. a 13 de diciembre de 1995.

ESTE TRABAJO FUE REALIZADO DENTRO DEL CONVENIO INTERNACIONAL ENTRE EL INSTITUTO DE ECOLOGIA, A.C., Y EL INSTITUTO FRANCES DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS PARA EL DESARROLLO EN COOPERACION (ORSTOM).

EL APOYO PARA EL ESTUDIO FUE RECIBIDO DE LAS SIGUIENTES INSTITUCIONES:

**INSTITUTO DE ECOLOGIA, A.C. (IE).
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS PARA EL
DESARROLLO EN COOPERACION (ORSTOM).**

AGRADECIMIENTOS.

A los directivos y personal científico del Instituto de Ecología por el apoyo y las facilidades prestadas durante la realización de esta tesis.

Dr. Sergio Guevara Sada.

M.C. Gustavo Aguirre León.

M.C. Eduardo Rivera.

Dr. Jorge Nocedal.

Dr. Lucina Hernández García, por sus valiosas aportaciones.

M.C. Victor M. Reyes Gómez por su interés y su apoyo.

Al Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM), por el apoyo y la colaboración científica para el desarrollo de esta tesis.

Dr. Olivier Grünberger por sus conocimientos y su acertada dirección.

Ing. Jean Louis Janeau por sus consejos y asesorías.

Dr. Henry Barral por su disposición y sus útiles comentarios.

Dr. Catherine Liot por sus buenos ánimos y sus consejos oportunos.

Ing. Alain Plennecassagne por apoyo en los análisis de laboratorio.

Y al Dr. Luck y Angelique Descroix por su hospitalidad.

A los Srs. José G. Olivas y Sergio Herrera, por su invaluable ayuda en el trabajo de campo.

A mis compañeros tesisistas del Instituto de Ecología por sus críticas constructivas.

Cristobal Díaz.

Nelly Paez.

Laura Renteria.

Daniel Nuñez .

Eréndira Murillo.

A los catedráticos de la Escuela de Ciencias Forestales, por sus sugerencias en la elaboración de esta de tesis.

Dr. Javier L. Bretado Velázquez.

M.C. José A. Prieto Ruiz.

M.C. Manuel A. Díaz Vásquez.

Ing. Arturo Alvarado Avila.

Ing. J.C. Herrera Cárdenas.

DEDICATORIA

**A MIS PADRES: CON RESPETO Y CARIÑO POR SU APOYO Y
SACRIFICIO.**

A MIS HERMANOS: POR SU AYUDA Y COMPRESION.

A NORMA CON ESPECIAL CARIÑO.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

A TODOS MIS MAESTROS UNIVERSITARIOS.

A MI ALMA MATER.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. ANTECEDENTES.....	4
1.3.1. Aspectos teóricos	4
1.3.1.1. Prácticas de conservación y tipos de labranza	4
1.3.1.2. Propiedades y alteraciones del suelo por el cambio de uso	5
1.3.1.3. Antecedentes locales	9
2. MATERIALES	10
2.1. Descripción del área de estudio	10
2.1.1. Ubicación	10
2.1.2. Clima	10
2.1.2.1. Clasificación climática.....	10
2.1.2.2. Vientos.....	11
2.1.2.3. Radiación solar	11
2.1.2.4. Temperatura del aire.....	11
2.1.2.5. Precipitación	12
2.1.2.6. Humedad relativa.....	13
2.1.2.7. Evaporación.....	13
2.1.3. Geología.....	13
2.1.4. Suelos.....	14
2.1.5. Vegetación	15
2.1.6. Hidrología	18
2.1.7. Actividades humanas	20
3. METODOS	22
3.1. Metodos de campo	22
3.1.1. Elección de las unidades de estudio.....	22
3.1.1.1. Organización de las parcelas por orden cronológico.....	23
3.1.2. Relieve	23
3.1.3. Estados de superficie.....	24
3.1.4. Suelos.....	25
3.1.5. Hidrodinámica del suelo.....	27
3.1.6. Vegetación	28
3.2. Métodos de laboratorio	29
3.2.1. Análisis físico-químicos	29
3.2.2. Porcentaje de humedad e índice de yeso	29
3.2.3. PH y conductividad eléctrica	29
3.2.4. Aniones y cationes.....	30
3.2.5. Texturas	30
4. RESULTADOS	32
4.1. Fomentos hidropastorales del Charco Salado.....	32
4.1.1. Introducción	32
4.1.2. Historia y descripción del trabajo.....	32
4.1.3. Descripción de la zona.....	33
4.1.4. Resultados de los transectos.....	35
4.1.4.1. Impacto del fomento sobre los estados de superficie y las características físico-químicas del suelo.....	35
4.1.4.2. Organización del medio según el fomento.....	38
4.1.4.2.1. Organización del relieve.....	38
4.1.4.2.2. La organización de los estados de superficie según el fomento.....	39
4.1.4.2.3. Organización de los parámetros físico-químicos.....	41

4.1.5. Comparación del fomento y su ambiente natural	42
4.1.5.1. Relación del relieve y los estados de superficie	42
4.1.5.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos	44
4.1.5.3. Los estados de superficie y sus características físico-químicas.....	45
4.1.5.4. Evaluación del estado del fomento	46
4.1.5.4.1 La fragmentación del medio	46
4.1.5.4.2. Relación de la fragmentación del medio con los estados de superficie y algunos parámetros físico-químicos	47
4.1.6. Conclusiones de los fomentos hidropastorales del charco salado.....	48
4.2. Bordos de fomento.	49
4.2.1 Introducción	49
4.2.2. Historia y descripción del trabajo	49
4.2.3. Descripción de la zona	50
4.2.3.1. Bordos las Lolas.....	50
4.2.3.2. Bordos el Cuatro	50
4.2.3.3. Bordos Cerro Bola	50
4.2.4. Resultados de los transectos.....	51
4.2.4.1. Impacto de Los bordos de fomento sobre los estados de superficie y las características físico-químicas del suelo.....	52
4.2.4.2. Organización del medio según los bordos de fomento	53
4.2.4.1. Bordos el Cuatro	53
4.2.4.2.1.1. Organización del relieve	53
4.2.4.2.1.2. Organización de los estados de superficie según los bordos el Cuatro.....	53
4.2.4.2.1.3. Organización de los parámetros físico-químicos	54
4.2.4.2.2. Bordos las Lolas	55
4.2.4.2.2.1. Organización del relieve	55
4.2.4.2.2.2. La organización de los estados de superficie según los bordos de fomentos las Lolas	56
4.2.4.2.2.3. Organización de los parámetros físico-químicos	56
4.2.5. Comparación de los bordos y el ambiente natural	57
4.2.5.1. Relación del relieve y los estados de superficie	57
4.2.5.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos	58
4.2.5.3. Los estados de superficie y sus características físico-químicas.....	59
4.2.6. Conclusión de los bordos de fomento	60
4.3. Cultivos de Santa María.	61
4.3.2. Historia y descripción del trabajo	61
4.3.3. Descripción de la zona	62
4.3.4. Resultado de los transectos.....	62
4.3.4.1. Impacto de los cultivos sobre los estados de superficie y las características físico-química del suelo	62
4.3.4.2. Organización del medio según los cultivos.....	63
4.3.5. Comparación del cultivo con su medio ambiente	64
4.3.5.1. Relación del relieve y los estados de superficie	64
4.3.5.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos	65
4.3.5.3. Los estados de superficie y sus características físico-químicas.....	66
4.3.5.4 Evaluación del estado de los cultivos	66
4.3.5.4.1. El estado del relieve.....	66
4.3.5.4.2. La fragmentación del medio	67
4.3.6. Conclusiones de los cultivos de Santa María	67
4.4. Cultivos del 59.	68
4.4.1. Introducción	68
4.4.2. Historia y descripción del trabajo	68
4.4.3. Resultados de los transectos.....	68
4.4.3.1. Impacto de los cultivos sobre los estados de superficie y las características físico-químicas del suelo	69

4.4.3.2. Organización del medio según los cultivos.....	70
4.4.4. Comparación del cultivo con su medio ambiente.....	70
4.4.4.1. Relación del relieve y los estados de superficie.....	70
4.4.4.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos.....	72
4.4.4.3. Los estados de superficie y sus características físico-químicas.....	72
4.4.4.4. Evaluación del estado de los cultivos.....	73
4.4.4.4.1. EL estado del relieve.....	73
4.4.4.4.2. La fragmentación del medio.....	73
4.4.5. Conclusiones de los cultivos de 1959.....	74
4.5. Cultivos de San Carlos.....	75
4.5.1. Historia y descripción del trabajo.....	75
4.5.2. Historia y descripción del trabajo.....	75
4.5.3. Descripción de la zona.....	76
4.5.4. Resultados de los transectos.....	76
4.5.4.1. Impacto de los cultivos sobre los estados de superficie y las características físico-químicas del suelo.....	76
4.5.4.2. Organización del medio según los cultivos.....	78
4.5.4.2.1. Parcelas 1 Y 2 (1992).....	78
4.5.4.2.1.1. Organización del relieve.....	78
4.5.4.2.1.2. La organización de los estados de superficie.....	78
4.5.4.2.1.3. Organización de los parámetros físico-químicos.....	79
4.5.4.2.2. Parcela 6 (1986).....	80
4.5.4.2.2.1. Organización del relieve.....	80
4.5.4.2.2.2. Organización de los estados de superficie.....	80
4.5.4.2.2.3. Organización de los parámetros físico-químicos.....	81
4.5.4.2.3. Parcela 4 (1986).....	81
4.5.4.2.3.1. Organización del relieve.....	82
4.5.4.2.3.2. Organización de los estados de superficie.....	82
4.5.4.2.3.3. Organización de los parámetros físico-químicos.....	83
4.5.4.2.4. Parcela 5 (1985).....	83
4.5.4.2.4.1. Organización del relieve.....	84
4.5.4.2.4.2. Organización de los estados de superficie.....	84
4.5.4.2.4.3. Organización de los parámetros físico-químicos.....	85
4.5.5. Comparación de los cultivos y su medio natural.....	85
4.5.5.1. Relación del relieve y los estados de superficie.....	86
4.5.5.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos.....	87
4.5.5.3. Características físico-químicas de los estados de superficie.....	88
4.5.5.4. Evaluación del estado de los cultivos.....	88
4.5.5.4.1. La fragmentación del medio.....	88
4.5.5.4.2. Relación de la fragmentación del medio con los estados de superficie y algunos parámetros físico-químicos.....	89
4.5.6. Conclusiones de los cultivos de San Carlos.....	90
4.6. Cultivos de Cerro Bola.....	90
4.6.1. Introducción.....	90
4.6.2. Historia y descripción del trabajo.....	90
4.6.3. Descripción de la zona.....	90
4.6.4. Resultado de los transectos.....	91
4.6.4.1. Impacto del cultivo sobre los estados de superficie y las características físico-químicas del suelo.....	91
4.6.4.2. Organización del relieve según los cultivos.....	92
4.6.4.2.1. Organización del relieve.....	92
4.6.4.2.2. La organización de los estados de superficie según los cultivos.....	93
4.6.4.2.3. Organización de los parámetros físico-químicos.....	94
4.6.5. Comparación de los cultivos con su ambiente natural.....	94

4.6.5.1. Relación del relieve y los estados de superficie	94
4.6.5.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos	96
4.6.5.3. Los estados de superficie y sus características físico-químicas.....	97
4.6.5.4. Evaluación del estado de los cultivos	97
4.6.5.4.1. La fragmentacion del medio	97
4.6.6. Conclusiones de los cultivos de Cerro Bola	98
4.7. Aspecto de la hidrodinamica interna de los suelos de zonas alteradas y su comparación con una zona natural	98
4.8. Reestructuración horizontal del suelo	99
5. CONCLUSIONES.....	100
6. BIBLIOGRAFIA	103
ANEXO 1. Lista de especies vegetales que aparecen las áreas de trabajo y sus medios naturales	106
ANEXO 2. Mapa de la Distribución y repartición de las propiedades en la reserva de la biosfera de Mapimí y su área de influencia	107
ANEXO 3. Descripción de los perfiles edafológicos.....	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la reserva de la biosfera de Mapimí.....	10
Figura 2. Variabilidad interanual de las precipitaciones en la biosfera de Mapimí.....	13
Figura 3. Distribución espacial de acuerdo a una toposecuencia representativa.....	16
Figura 4. Distribución espacial de la reserva de la biosfera de Mapimí.....	17
Figura 5. Hidrología de la reserva de la biosfera de Mapimí.....	19
Figura 6. Localización de las áreas de estudio.....	23
Figura 7. Clave de identificación de costras superficiales para la zona Sahelienne, Africa.....	25
Figura 8. Medición de la humedad volúmica con un dispersor de neutrones.....	28
Figura 9. Método de flujo continuo para determinación de aniones.....	30
Figura 10. Combinación de dos sistemas (surcado Lyster y Microcuencas) para fomento hidropastoral.....	33
Figura 11. Área de Fomentos y Cultivos del 59.....	35
Figura 12. Ubicación de los transectos y límites de los mosaicos de vegetación.....	37
Figura 13. Corte promedio de la distribución del relieve en las unidades de fomento.....	39
Figura 14. Estado del relieve de las estructuras de las unidades de fomento.....	39
Figura 15. Corte promedio de los porcentajes de frecuencia de aparición de los estados de superficie en los fomentos.....	40
Figura 16. Porcentaje de frecuencia de aparición de los estados de superficie de las estructuras del fomento.....	41
Figura 17. Corte promedio de las distancias entre sitios de observación en las unidades de fomento.....	41
Figura 18. Corte promedio del porcentaje de humedad y el potencial de hidrógeno en las unidades de fomento.....	42
Figura 19. Corte promedio de la conductividad eléctrica y la concentración de cloruros en las unidades de fomento.....	42
Figura 20. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en los fomentos y en su medio natural.....	43
Figura 21. Relación del relieve con dos tipos de costras superficiales en fomentos y el medio natural.....	44
Figura 22. Relación del relieve con la vegetación en fomentos y el medio natural.....	44
Figura 23. Relación del relieve y algunas características químicas. Comparación entre los fomentos y el medio natural.....	45
Figura 24. Histograma del porcentaje de superficie de las distancias entre los sitios de observación.....	47
Figura 25. Correlación entre la vegetación y el porcentaje de superficie de sitios < a 1 m.....	48
Figura 26. Correlación de la vegetación y algunos parámetros físico-químicos.....	48
Figura 27. Efectos en las características físico-químicas del sistema de fomentos.....	49
Figura 28. Modificación al sistema de fomento.....	49
Figura 29. Bordo de fomento Hidropastoral.....	49
Figura 30. Ubicación de las áreas de bordos de fomentos hidropastorales.....	51
Figura 31. Alturas relativas de los elementos de los bordos el Cuatro.....	53
Figura 32. Corte promedio de la distribución en las coberturas de los estados de superficie en el sistema de bordos de fomentos el Cuatro.....	54
Figura 33. Corte promedio de la distribución de la conductividad eléctrica y el porcentaje de humedad en los bordos el Cuatro.....	55
Figura 34. Corte promedio de la distribución de los contenidos de cloruros y carbonatos en los bordos el Cuatro.....	55
Figura 35. Alturas relativas de los elementos de los bordos las Lolas.....	56
Figura 36. Corte promedio de la distribución de la conductividad eléctrica y el porcentaje de humedad en los bordos las Lolas.....	57
Figura 37. Corte promedio de la distribución de los contenidos de cloruros y carbonatos en los bordos las Lolas.....	57

Figura 38. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en bordos de fomento y su medio ambiente.	58
Figura 39. Relación del relieve Y algunas características químicas. Comparación de los bordos y el ambiente natural.	59
Figura 40. Efectos en las propiedades físico-químicas en una estructuras de bordos de fomento	61
Figura 41. Localización de los cultivos de Santa María.	61
Figura 42. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en los cultivos de Santa María y su medio ambiente.	65
Figura 43. Histograma de pendientes.	65
Figura 44. Relación del potencial de hidrogeno y la conductividad eléctrica con el relieve del terreno.	65
Figura 45. Relación del porcentaje del índice de yeso y la concentración de carbonatos con el relieve del terreno.	65
Figura 46. Histograma de las distancias entre los sitios de observación.	67
Figura 47. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en los cultivos de 1959 y su medio natural.	71
Figura 48. Relación del relieve con los estados de superficie en los cultivos de 1959 y su medio natural.	71
Figura 49. Relación de la conductividad eléctrica y la humedad con el relieve del terreno.	72
Figura 50. Relación de las concentraciones de iones de cloruros y carbonatos con el relieve del terreno.	72
Figura 51. Histograma de las distancias entre los sitios de observación.	74
Figura 52. Ubicación de los cultivos de San Carlos.	76
Figura 53. Estado del relieve de las estructuras de los cultivos de 1991.	78
Figura 54. Corte promedio del porcentaje de frecuencia de aparición de los estados de superficie en las subparcelas del los cultivos de 1991.	79
Figura 55. Corte promedio de la conductividad eléctrica y el porcentaje de humedad en las subparcelas de los cultivos de 1991.	79
Figura 56. Estado del relieve de las estructuras de los cultivos de 1986.	80
Figura 57. Corte promedio del % de frecuencia de aparición de los estados de superficie en las subparcelas de los cultivos de 1986.	81
Figura 58. Corte promedio de la conductividad eléctrica y la concentración de cloruros en las subparcelas de los cultivos de 1986.	81
Figura 59. Estado del relieve de las estructuras de los cultivos de 1986.	82
Figura 60. Distribución del porciento de frecuencia de aparición de los estados de superficie en los cultivos de 1986.	83
Figura 61. Distribución de la conductividad eléctrica y la concentración de cloruros en las subparcelas de los cultivos de 1986.	83
Figura 62. Estado del relieve de las estructuras de los cultivos de 1985.	84
Figura 63. Distribución del % de frecuencia de aparición de los estados de superficie en los cultivos de 1985	85
Figura 64. Distribución de la conductividad eléctrica y la concentración de carbonatos en los cultivos de 1985	85
Figura 65. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en los cultivos de San Carlos y su medio natural.	86
Figura 66. Relación del relieve con los estados de superficie en los cultivos de San Carlos y su medio natural.	87
Figura 67. Relación del relieve con el potencia de hidrogeno y la conductividad eléctrica en los cultivos de San Carlos y su ambiente natural.	88
Figura 68. Relación del relieve con la concentración de iones de carbonatos y el porcentaje de humedad en los cultivos de San Carlos y su ambiente natural.	88
Figura 69. Histograma de las clases de fragmentación del terreno.	89
Figura 70. Correlación entre la vegetación y el porcentaje de superficie < a 1 m.	90
Figura 71. Correlación entre la vegetación, la conductividad eléctrica y la humedad.	90

Figura 72. Ubicación de los cultivos de Cerro Bola.....	90
Figura 73. Corte promedio de la distribución del relieve en las parcelas de los cultivos de Cerro Bola.	93
Figura 74. Corte promedio del porciento de frecuencia de aparición de los estados de superficie en las parcelas de cultivo de Cerro Bola.	94
Figura 75. Porciento de frecuencia de aparición de los estados de superficie en las estructuras de los cultivos de Cerro Bola.....	94
Figura 76. Corte promedio del porciento de humedad y la conductividad eléctrica en las parcelas de cultivo.	94
Figura 77. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en los cultivos de Cerro Bola y su medio natural.....	95
Figura 78. Relación del relieve con los estados de superficie en los cultivos de Cerro Bola.....	96
Figura 79. Relación del relieve con el potencia de hidrogeno y la conductividad eléctrica en los cultivos de Cerro Bola y su ambiente natural.....	96
Figura 80. Relación del relieve con la concentración de iones de carbonatos y cloruros en los cultivos de Cerro Bola y su ambiente natural.....	96
Figura 81. Histograma del tipo de fragmentacion del terreno.	98
Figura 82. Hidrodinámica de la parcela 1 laborada en San Carlos en 1991	98
Figura 83. Hidrodinámica de la parcela 2 laborada en San Carlos en 1986.	98
Figura 84. Hidrodinámica de la parcela 3 laborada en 1959.	99
Figura 85. Hidrodinamica de una zona que no ha sido alterada mecanicamente (medio natural).	99
Figura 86. Patrón de evolución en el desgaste de las estructuras de la labor y la fragmentación del terreno	100

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Variabilidad espacial de lluvias en la reserva de biosfera de Mapimí.....	12
Cuadro 2. Distribución geológica de la reserva de la biosfera de Mapimí.	14
Cuadro 3. Distribución de las especies dominantes por unidad geomorfológica.	18
Cuadro 4. Algunos cuerpos de retención de agua dentro de la reserva.	20
Cuadro 5. Estados de superficie utilizados para el estudio.	24
Cuadro 6. Descripción de perfiles edafológicos.....	26
Cuadro 7. Por ciento de los estados de superficie del area de fomentos y sus medios naturales.....	36
Cuadro 8. Características físico-químicas de los suelos del área de fomento y sus medios naturales.....	38
cuadro 9. Características físico-químicas de los estados de superficie del área de fomento y el medio natural.	45
Cuadro 10. Porcentaje de los estados de superficie y características físico-químicas del área de bordos y su medio natural	52
Cuadro 11. Características físico-químicas de los estados de superficie de los bordos y su medio ambiente.....	59
cuadro 12. Porcentaje de los estados de superficie y características físico-químicas de los cultivos de Santa María y su ambiente natural.	63
Cuadro 13. Características físico-químicas de los estados de superficie en los cultivos de Santa María y su medio ambiente.....	66
Cuadro 14. Porcentaje de los estados de superficie y características físico-químicas de los cultivos del 59 y su ambiente natural.....	69
Cuadro 15. Características físico-químicas de los estados de superficie en los cultivos de 1959 y su medio ambiente.....	73
Cuadro 16. Porciento de los estados de superficie y características físico-químicas de los cultivos de San Carlos y su ambiente natural.	77
Cuadro 17. Características físico-químicas de los estados de superficie en los cultivos de San Carlos y su medio ambiente.....	88

Cuadro 18. Porcentaje de los estados de superficie y características físico-químicas de los cultivos de Cerro Bola y su ambiente natural.....	91
Cuadro 19. Características físico-químicas de los estados de superficie en los cultivos de Cerro Bola y su medio ambiente.....	97
Cuadro 20. Evolución cronológica de las características físico-químicas, relieve y los estados de superficie en las estructuras de la labor	101

1. INTRODUCCION

En las regiones áridas y semiáridas, de las cuales México posee un 45% de su superficie total (Velasco, 1991), el uso del recurso suelo se ve condicionado por los diferentes factores que pueden ser limitantes en el desarrollo de las prácticas para el aprovechamiento sostenible de este recurso; como los factores sociales, políticos y económicos que influyen desde el punto de vista de la poca disponibilidad de mano de obra, deficiente asistencia y equipo técnico, reducidas vías de comunicación, bajos niveles de vida; también los del tipo ecológico, como extremas temperaturas, escasez de lluvias, elevadas tasas de evaporación y altas concentraciones salinas en el suelo. Además de los manejos previos, que regularmente significan una disminución en el potencial productivo del suelo de estas regiones (Kaus, 1991).

Aunque para el hombre el suelo ha representado una de las principales fuentes de sustento, el producto de su explotación no siempre se manifiesta paralelamente o con suficiencia al incremento de la demanda de los satisfactores que éste provee (agrícolas, forestales, mineros). Problemática que principalmente se ve reflejada en los países en vías de desarrollo.

La práctica del aprovechamiento de los recursos naturales en ecosistemas áridos y semiáridos, considerados como frágiles, reviste un gran interés, desde el punto de vista de la investigación científica, ya que una sobre explotación o un equivocado manejo de los recursos pueden ocasionar graves repercusiones al equilibrio ecológico tan fácilmente vulnerable.

En 1975 se crea "la reserva de la biosfera de Mapimí", en cuyos objetivos está el considerar prioritaria la investigación científica de zonas dedicadas a la conservación de los recursos naturales a través de tres principales actividades: a) conservación de los ecosistemas naturales y de la riqueza genética que contienen. b) la investigación ecológica ambiental. y c) las facilidades para la educación y el entrenamiento (Halfpter *et al*, 1980; 1984 b y c; en Halfpter, 1988).

La reserva de la biosfera de Mapimí posee una particularidad que realiza bajo el nombre de "modalidad mexicana", la cual hace partícipes a los pobladores locales a las actividades de la reserva, permitiendo la apertura de nuevas y mejores alternativas de desarrollo que incidan directamente en el nivel de vida de los pobladores (Halfpter *et al*, 1980; 1984 b y c; en Halfpter, 1988).

Con base en los principios expuestos y con el afán de impulsar un adecuado plan de manejo de los recursos de esa reserva, a partir del año de 1982 el Instituto de Ecología y el Instituto Francés de Investigaciones Científicas para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM), sostienen un convenio de cooperación que realiza estudios integrados del agua, suelo y vegetación. En 1991 dentro de ese mismo convenio inició otro proyecto, titulado "suelos salinos de la reserva de Mapimí", donde queda enmarcado éste, que contempla varios aspectos importantes como bases para su estudio:

- * Naturaleza y cantidad de sal en suelo, lluvia y aguas superficiales.
- * Relaciones entre las especies forrajeras y la cantidad de sales.
- * Un aspecto social en el que se involucra la actividad humana realizada dentro de los suelos salinos de la reserva.

En este trabajo queda contemplado el último aspecto y pretende comparar los efectos del cambio de uso del suelo en relación a su entorno natural y evaluar las modificaciones evolutivas sufridas sosteniendo algunos componentes del ecosistema en los sitios donde se realizó alguna práctica cultural al suelo dentro de la reserva.

Este trabajo esta dividido básicamente en cinco partes:

En la primera parte se exponen los objetivos que este estudio pretende alcanzar.

En la segunda parte se presentan los antecedentes en los que se basa el desarrollo del trabajo.

La metodología empleada para lograr los objetivos trazados, se contemplan en una tercera parte de este trabajo.

La cuarta parte muestra los resultados obtenidos de seis sitios de estudio, con sus respectivas discusiones.

Y como quinta y última se hace un análisis de las conclusiones generales obtenidas en base al estudio realizado.

1.2. OBJETIVOS.

General:

Definir los efectos y la evolución físico-química que presenta el suelo por causa de las actividades humanas, así como también contribuir al plan de manejo de la tierra en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Mapimí.

Particulares:

a) Determinar el tipo de estados de superficie del suelo, estableciendo una relación con las características físico-químicas y sus posibles alteraciones ocasionadas por el agua (sales disueltas y características hidrodinámicas) y la pendiente, de igual forma reconocer la reorganización horizontal de los sitios sometidos a prácticas culturales.

b) Diagnosticar el tipo de vegetación de reconquista que cubre las áreas trabajadas, su avance en relación a su antigüedad, y determinar la efectividad de algunas prácticas de laboreo.

c) Hacer una comparación entre el estado natural y el perturbado en relación a la antigüedad y a los puntos tratados en los anteriores objetivos.

d) Establecer un historial agrícola para la reserva en el cual se registren los periodos en que se realizaron los diferentes tipos de trabajo y los sistemas utilizados.

e) Contribuir en la aportación de conocimientos que sirvan como herramienta para el mejoramiento y optimización de las prácticas culturales, particularmente en caso de fomentos hidropastorales.

1.3. ANTECEDENTES

El aprovechamiento de los recursos naturales en las zonas áridas y semiáridas siempre han sido un reto para la humanidad, el adaptarse y el como poder hacer un manejo óptimo siempre han sido temas de estudio. Dentro de las formas de aprovechamiento de los recursos naturales la ganadería y la agricultura juegan un importante papel desde el punto de vista de desarrollo de la población que habita en estas regiones.

Desde hace muchos años la ganadería se tornó como una actividad característica de las regiones secas del norte de México, llevándose a cabo, en la mayoría de los casos, en una forma extensiva. Actualmente un 68% de los agostaderos del norte del país se encuentran en condición pobre a regular, esto concluye que no se ha estado realizando un uso adecuado de estas zonas. Por tal razón, se requiere llevar a cabo transformaciones que permita regresar los estados originales de productividad a estas tierras, esto a través de métodos o tratamientos para mejorar o transformar la situación del ecosistema, según la Comisión Nacional de Zonas Aridas (CONAZA) (1994):

1.3.1. Aspectos teóricos

1.3.1.1. Prácticas de conservación y tipos de labranza

Entre las prácticas de conservación del suelo y del agua que más aplicación pueden tener en los agostaderos del norte del país son los siguientes: (CONAZA, 1994)

Bordos a nivel: por ser un método fácil, este es quizás el mas usado. Consiste en borderías trazadas siguiendo la pendiente del terreno, dejando distancias adecuadas entre curvas y dimensiones de los bordos óptimos, estos se determinan de acuerdo a la cantidad e intensidad de las lluvias, al tipo de suelo y cubierta vegetal.

Pozas: estas pueden variar en sus dimensiones que pueden ser desde 0.20 X 0.60 hasta 1.0 X 2.5 m. Se realizan con arado con discos excéntricos modificados de tal modo que realice un surco interrumpido y discontinuo. Se deben hacer en terrenos planos o poco ondulados. El diseño resultante es una matriz , en la que el exceso del agua al llenarse cada poza, escurra a la siguiente, y así sucesivamente, el agua almacenada es utilizada por la vegetación.

Microcuencas en curvas a nivel: Estas son borderías no muy continuas de no más de 0.5 a 0.6 m de hondo y con longitudes que varían de los 10 a los 30 m. La distancia entre curvas también varían de acuerdo a la pendiente, al tipo de suelo y a la cantidad e intensidad de lluvia.

Subsoleo: con esta práctica se logra romper la parte superficial del suelo para promover una mayor infiltración del agua, mejor aireación y una más amplia penetración y desarrollo de las raíces de las plantas. El subsoleo en agostaderos debe hacerse a profundidades no mayores a 40 cm, y perpendicular a la pendiente, evitando la erosión hídrica.

Estos sistema de mejoramiento de pastizales, tienden, en cierta forma, a imitar los mismos mecanismos que desarrolla la vegetación natural, así, el sistema de bordos a nivel es muy similar al que presenta la organización vegetal conocida como "mogote". Esta organización funciona en una contracción de especies vegetales dispuestas en bandas orientadas perpendicularmente a la pendiente, permitiendo de este modo la recolección de las aguas de escurrimiento de lluvias. Otra forma es donde se proporciona un área de escurrimiento y otra de infiltración, tal como sucede con otra organización vegetal conocida como "mancha", esta se establece en zonas mixtas de peladero (zona de escurrimiento) y pequeñas depresiones (zona de

infiltración) en donde se establece la vegetación (Grünberger y Janeau, 1995; Delhoume, 1986).

Los cultivos en zonas áridas casi siempre están ligados a problemas de salinidad, sodicidad o a precipitaciones insuficientes. Los sistemas que se utilizan en estas zonas son regularmente los tradicionales: el barbecho, el rastreo, la nivelación y el surcado son los métodos universalmente empleados para el establecimiento de un cultivo. Las posibles variaciones entre los métodos dependerán del tipo de cultivo y del tipo de suministro hídrico (temporal o riego). Como por ejemplo, en la mayoría de las regiones temporales de México el maíz se siembra a una distancia no mayor de 90 cm entre hileras y 50 cm entre plantas, o el frijol, que se siembra a 70 cm entre hilera y 15 cm entre plantas.

Existen propuestas de sistemas para el establecimiento de cultivos en zona áridas y semiáridas, con el fin de optimizar el agua de lluvia que se recibe sobre la superficie del suelo.

Uno de estos sistemas es el modelo Velasco-Molina el cual se comprende entre dos bordos antierosivos consecutivos con un área de escurrimiento y un área de cultivo, orientadas en favor de la pendiente respectivamente.

El modelo de Anaya, Tovar y Macías se emplea para cultivos sembrados ya sea en hileras o en fajas, considerando varios factores como la superficie total de la cuenca, el área de siembra, coeficientes de escurrimiento, cantidad de precipitación, entre otros.

En el caso de suelos con problemas de salinidad o sodicidad se recomienda realizar lavados de suelo con apoyo de un buen sistema de drenaje para desplazar las sales fuera del radio de acción de las raíces (Anaya, 1977; Velasco, 1991).

Todos estos sistemas de uso y conservación del suelo en zonas áridas y semiáridas implican un manipuleo de la superficie del suelo, repercutiendo, sin lugar a duda, en sus características físico-químicas y en la cobertura vegetal nativa. A continuación, y en una manera sencilla, se explica como es que el suelo se modifica a través de los diferentes tipos de manejo del suelo:

1.3.1.2. Propiedades y alteraciones del suelo por el cambio de uso

La base del estudio de los suelos se fundamenta en la comprensión de sus propiedades tanto físicas, como químicas que este posee, y que cualquier posible alteración a cualquiera de esas propiedades pueden tener algún efecto sobre la otra.

Primeramente hay que considerar que el suelo es un sistema heterogéneo, polifásico, particulado, disperso y poroso. Su misma naturaleza dispersa y su gran superficie específica son la causa de fenómenos de adsorción del agua y de iones; del intercambio catiónico, adhesión; expansión y contracción; dispersión y floculación, y capilaridad. Internamente el suelo presenta características diferenciables; desde el punto de vista físico, el suelo está compuesto de tres fases: la fase sólida o matriz del suelo, la fase líquida o solución del suelo, y la fase gaseosa o atmósfera del suelo (Figuroa y Morales, 1992).

La fase sólida del suelo incluye partículas que varían en composición química y mineralógica, así como en tamaño forma y orientación; su organización resulta de los factores naturales del intemperismo, de su mineralogía y del manejo del suelo, mismos que determinan las características físicas del suelo. Este sistema organizado puede ser modificado observándose efectos en el ambiente del suelo al presentarse variaciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas a consecuencia de una manipulación al suelo.

El tipo, frecuencia e intensidad del manipuleo del suelo son determinantes en el origen de los diferentes cambios en las condiciones internas y externas del mismo. Estas modificaciones van en función del tipo de suelo y el tipo de implementos utilizados para el manejo de la tierra (Hillel, 1982; citado por Ventura, 1992; Ríos, 1987; Macías, 1992). Estos efectos pueden influir en las propiedades físicas y químicas del suelo; por ejemplo, en la dinámica del agua en el suelo, en su estructura, en la cantidad y distribución de la materia orgánica, en la actividad y población microbiana, en el pH, en la distribución y disponibilidad de nutrientes, entre otros; esto como respuesta a las alteraciones entre la fase sólida y la fase gaseosa ocasionadas por la remoción del suelo a través de la creación de diferentes arreglos estructurales (Montenegro, 1992; Ventura, 1992; Macías, 1992). Jasso (1985), indica que en suelos poco profundos al ser manipulados se observan modificaciones en el contenido de materia orgánica, en su estructura, en la estabilidad de sus agregados y en el movimiento del agua dentro del perfil del suelo. Y en suelos en los que han estado sometidos durante varios ciclos a tratamientos de labranza se presentan diferencias más marcadas ocasionadas por las modificaciones en el coeficiente de dispersión y el factor de estructuración.

Algunas experiencias y trabajos realizados con anterioridad, arrojan resultados interesantes en relación a los cambios sufridos en el suelo a consecuencia del manejo que se le da a éste. Las principales propiedades físicas que se ven modificadas se enuncian a continuación:

Estructura:

Macías (1992) indica que la acción de la labranza sobre la estructura puede ser función de la textura y del contenido de materia orgánica, así mismo Jasso (1985) afirma que en suelos ligeros los efectos negativos en la estructura se ven reducidos a comparación de los suelos con textura media o fina, que pueden resultar considerables al proporcionar mejoras en las relaciones agua-suelo-aire, ya que estos suelos presentan una gran tendencia a compactarse restringiendo el movimiento del agua y nutrientes.

Otros trabajos, como el de Ríos (1987), concluyen que la aplicación de lluvia continua sobre el suelo, sujeto o no a tratamientos de labranza, provocó un mayor arreglo de la estructura de la superficie del suelo, a partir de cierto nivel de energía cinética. Por otra parte Kachinsky (1956; en Zazueta, 1984), considera que cuando las técnicas de laboreo de la tierra son poco desarrolladas, la estructura del suelo puede destruirse con mayor facilidad.

Cuando se laborea un suelo, el primer efecto producido en él, es el rompimiento de los agregados, lo que produce un cambio en la distribución por tamaño de los elementos estructurales en el suelo laboreado en comparación con el mismo suelo bajo condiciones nativas (Cabrera, 1988; en Montenegro, 1992).

Compactación:

Este fenómeno ocurre cuando el suelo es sometido a compresiones ejercidas por las herramientas agrícolas o por el paso continuo de ganado, de esta forma se incrementa la densidad y una estabilidad de los agregados en seco, pero en húmedo se ven disminuidas. Macías (1992), explica que lo anterior ocurre como una respuesta a fuerzas externas que agrupan las partículas entre sí originando una nueva unidad estructural compacta y muy resistente mecánicamente con respecto al estado inicial, antes del laboreo, y cuyos efectos son suelos endurecidos, mal drenados, aireados y pulverizados, con riesgos de erosión (Zazueta, 1984).

Hadas (1987; citado por Montenegro, 1992) señala que con la labranza se logra conservar el estrato superior del suelo bien aireado, pero si la intensidad de labranza es excesiva, los agregados se destruyen, provocando la compactación de la capa arable y un deterioro en el régimen de aireación de los suelos

Densidad Aparente:

Esta se define como la relación entre el peso del suelo seco y el volumen total del suelo, incluyendo espacios porosos.

Zazueta (1984) indica que debido a que la densidad aparente es una propiedad que varía con la condición estructural del suelo y con el contenido de humedad, sobre todo en suelos arcillosos, su determinación debe de hacerse en forma dinámica con el tiempo. Es así como explica que la mayor parte de los ensayos de labranza indican que ésta provoca cambios en la densidad aparente, aumentando ésta última cuando la tierra es preparada con maquinaria agrícola cuando hay exceso de humedad y en suelos muy plásticos, como los arcillosos. Existen ciertos autores, que en contraste, no reportan los mismos resultados, estas diferencias pueden ser debido a que se obtuvieron bajo condiciones edafológicas y climáticas diferentes, y por el tipo de manejo.

Figuroa y Morales (1992; citado por Ventura, 1992), ejemplifican que en suelos con texturas de tipo migajón y con climas secos o semisecos, el sistema de labranza tradicional mostró menor alteración en la densidad aparente comparándolo con otro sistema conocido como labranza de conservación, en el cual el manipuleo al suelo es menor.

En un estudio realizado por Ventura (1992) en el Valle de Santiago, Gto. confirma que la posible disminución de la densidad aparente en suelos arcillosos que han sido labrados, es resultado de la expansión natural de este tipo de suelos con el agua. Aunque otros autores dicen que después de la siembra inicia un proceso de consolidación, también natural, del suelo que puede llegar a ser mas drástico si la estabilidad de los agregados es baja.

Textura:

Los suelos con alto porcentaje de arcilla y limo tienden a compactarse, es decir pueden modificar su estructura restringiendo, de esta manera, el movimiento del agua y del aire (Zazueta, 1984), pero en relación al cambio que pudieran sufrir en su textura, Jasso (1985) demostró que en cuatro tipos de labranza a diferentes intensidades no se observaron cambios significativos en las proporciones de arena-arcilla-limo.

Distribución y Estabilidad de los Agregados:

Ventura (1992) resume que los suelos tratados con sistema de labranza tradicional, tendrán agregados menos estables al agua que los suelos tratados con sistemas de menor manipuleo, como el de conservación. En relación con su distribución se determina que la labranza tradicional produce agregados de tamaño menor en la capa superficial como consecuencia del manipuleo en relación con labranzas ligeras que generalmente son de mayor tamaño.

Resistencia Mecánica:

La resistencia del suelo a la penetración es una de las propiedades físicas del suelo que más frecuentemente se ve afectada por la labranza. Esta resistencia del suelo influye en la erosión, al modificar el desprendimiento de partículas, y en la formación de costras superficiales (Fransis y Crose, 1983; citado por Montenegro, 1992) y en consecuencia, dificulta la emergencia de plántulas y limita el crecimiento de raíces (Baver *et al.*, 1972).

Ventura (1992) muestra que la resistencia mecánica de los suelos se ve incrementada conforme crece el número de años sin movimiento del suelo, sobre todo en la superficie, esto debido a procesos naturales de consolidación. En el experimento realizado en Santiago Gto. resalta que la capa arable con sistema tradicional, al inicio, incrementa la porosidad del suelo lo que ocasiona una disminución de la densidad aparente y la resistencia a la penetración, pero con el tiempo la compactación se ve incrementada al igual que su resistencia a la penetración.

Porosidad:

La distribución y estabilidad de los poros están asociados a las características de los agregados y de compactación del suelo (Ventura, 1992). En un estudio realizado en terrenos de cultivo en Tecámac, Mex., Fregoso (1991), comenta que el laboreo provocó una homogeneización en la distribución y tamaño de la porosidad en estos terrenos, aunque posteriormente Macías (1992) y Ríos (1987) señalan que al final del ciclo de cultivo hay una tendencia de disminución en el tamaño de la porosidad. Cuando cuando es fue intensivo y se logra el rompimiento de los agregados, se produce una interrupción en la continuidad en la porosidad lo que aumenta la tortuosidad.

Dinámica del agua en el suelo:

Los cambios estructurales ocasionados por la labranza, como por ejemplo la porosidad y el reacomodo geométrico de los agregados, pueden tener efectos importantes en la relación suelo-agua ocasionando alteraciones en el movimiento y almacén de agua en el suelo. Este último se puede favorecer en suelos en donde el manipuleo del suelo es mínimo (Fregoso, 1991 ; Ventura, 1992). Haciendo una comparación, Ventura (1992), entre dos sistemas de labranza, de conservación y tradicional, encontró que el contenido de humedad superficial incrementa de igual forma en los dos sistemas después de un evento de lluvia, contrariamente, en época de sequía el sistema tradicional sufre mayores pérdidas en la humedad.

Jasso (1985) realizó pruebas con la finalidad de analizar el paso del agua y la influencia que tienen los sistemas de labranza, deduciendo que la infiltración y la conductividad hidráulica tienden a incrementarse al aumentar el laboreo, la tasa de infiltración aumenta a medida que se produzca una superficie mas porosa (por labranza), sin embargo en suelos desnudos ésta no se mantiene al no encontrarse una estructura estable, si no por el contrario es muy vulnerable a la acción de la lluvia al provocar rompimiento de los agregados de la superficie del suelo y la formación de costras superficiales que limitan el movimiento del agua (Marshall y Holmes, 1979; Figueroa, 1982; en Macías, 1992).

De acuerdo a lo expuesto por los diferentes autores, el laboreo puede modificar las condiciones para una mejor conductividad hidráulica y una mayor infiltración, pero este cambio positivo es únicamente inmediatamente después del laboreo, otros trabajos demuestran que en sistemas de no laboreo resultan de menor impacto negativo a estas características que los de labranza tradicional, esto se debe a que el movimiento de la tierra por lo general modifica negativamente la geometría, arreglo de los agregados y el tamaño de los poros, en contraste con el sistema de no laboreo que conserva la porosidad original, originada en su mayoría por la actividad biológica (raíces y micro fauna) que prácticamente resultan mucho mayor estables para el movimiento del agua (Ventura, 1992).

En relación al escurrimiento Ríos (1987) menciona que los tratamientos de labranza, el tiempo para alcanzar la escorrentía es menor que para cero labranza. De igual forma Montenegro y Figueroa (1982, citado por Zazueta, 1984) en un experimento realizado en Chapingo, Méx., al comparar cuatro sistemas de labranza (cero, mínima, tradicional y

máxima) aplicando simulación de lluvia, concluyen que el tratamiento de cero labranza necesita mayor tiempo para que haya escurrentía en comparación a los otros tratamientos de labranza, esto porque aumenta la rugosidad e incrementa la infiltración, la cual tiende a variar de acuerdo con el implemento de labranza utilizado, también indican que para los cuatro tratamientos de labranza, la escurrentía se incrementa con mayor aplicación de energía cinética del agua de lluvia, sin embargo el escurrimiento es menor para los tratamientos de cero y mínima labranza.

Temperatura del suelo:

Se ha encontrado que la labranza puede llegar a elevar la temperatura en la superficie del suelo. Esto se debe a que cambia el coeficiente de reflexión, la capacidad térmica y la inclinación del mismo. (Spoor y Giles, 1973 y Watts, 1975; citado por Montenegro 1992).

Cambios en las Propiedades Químicas:

Regularmente la mayoría de los estudios relacionados con este tema siempre están en relación al uso de fertilizantes o a mejoramiento de condiciones salinas, ácidas o alcalinas, pero son muy pocos los que se enfocan a evaluar el simple cambio sufrido por el laboreo de los elementos químicos originales de los sitios estudiados. Los pocos que existen se encaminan al estudio de movimiento de sales, mediante el seguimiento de lixiviación.

Jasso (1985), haciendo una evaluación química comparando cuatro sistemas de labranza, encontró que el ph en los cuatro sistemas hubo una variación casi imperceptible; la conductividad eléctrica disminuyo en función de la profundidad, desarrollándose una mayor concentración salina en la superficie. El proceso de ensalitramiento ocurre comúnmente por deficiencias en el drenaje y a la calidad del agua con la que se efectúan los riegos.

Los trabajos expuestos en los párrafos anteriores, realizados en México, fueron hechos en los periodos de tiempo en el que dura uno o varios ciclos agrícolas, en zonas en donde aun se efectúan hubo dificultad para encontrar estudios en los que se evaluaran los mismos aspectos, pero con un enfoque a zonas en donde la labor se haya suspendido.

Existen algunos otros trabajos hechos en otros países muy similares a los anteriores, en donde por ejemplo Domizal *et al.*, (1993) estudió sobre tres tipos de suelo los efectos del uso agrícola sobre su estructura y sus propiedades físicas, realizado en Polonia, mostrando resultados muy cercanos a los anteriores, al igual que el estudio realizado por McFarlane *et al* (1992) en el oeste de Australia sobre cuatro tipos de suelo, o el de Auerswald (1993) que trató de demostrar la influencia de la humedad y el tiempo sobre superficies alteradas de un suelo de Polonia.

1.3.1.3. Antecedentes locales

Existen también estudios realizados en forma local dentro de la reserva en donde además se contemplan otros factores, mismos que son auxiliares para la realización de este trabajo. Montaña (1988) realizó un estudio de la repartición espacial de la vegetación dentro de la reserva. Breimer (1988) hace una clasificación de los tipos de suelos de la reserva de acuerdo a su origen y desarrollo. La geomorfología fue descrita por Delhoume (1988) Alberteau (1991) muestra un ejemplo de reconquista natural en viejos cultivos y en fomentos hidropastorales. Actualmente Paez (1995) realiza un estudio comparativo de las relaciones de suelos salinos y los estados de superficie del bolsón de Mapimí. Ochoa (1994) observa las interacciones entre suelos salinos y su producción vegetal en zonas de playa en la reserva de la biosfera de Mapimí. Nuñez (1995) hace uso de imágenes digitalizadas de video para procesos de teledección para la obtención de porcentajes de estados de superficie de suelo y de cálculo de superficies en fotografías aéreas y de mapas cartográficos.

2. MATERIALES

2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

2.1.1. Ubicación

La reserva de la biosfera de Mapimí, la cual conserva una unidad representativa del desierto chihuahuense, se sitúa en una parte baja del altiplano mexicano dentro de la región del bolsón de Mapimí ubicada geográficamente en el vértice formado por los límites de los estados de Chihuahua, Durango y Coahuila, entre los 26°29' y 26°52' latitud norte y 103°52' y 103°58' longitud oeste (Figura 1). La reserva posee una extensión aproximada de 160 000 ha.

La Reserva presenta elevaciones que varían desde los 1 080 msnm, en las zonas bajas de playa, hasta los 1 470 msnm en los picos de sierras (Delhoume, 1988).

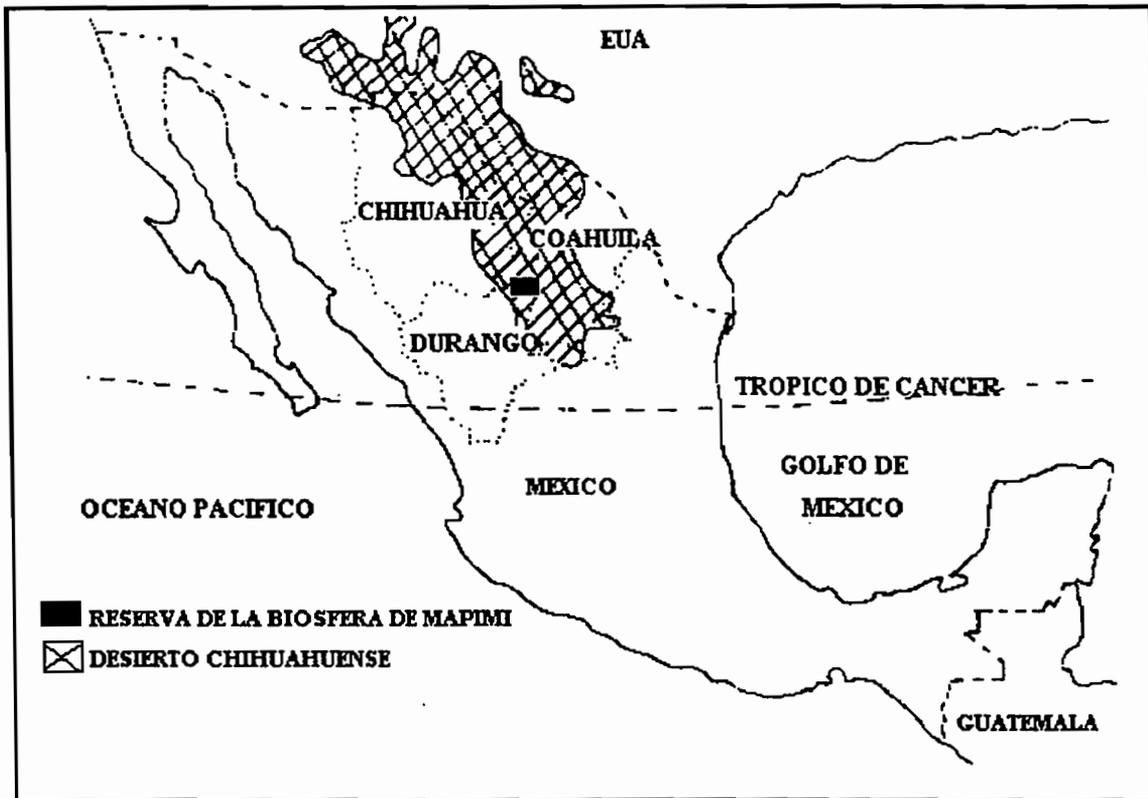


Figura 1. Localización de la reserva de la biosfera de Mapimí.

2.1.2. Clima

El clima de la región del bolsón de Mapimí es resultado de la interacción existente entre sus características geográficas: latitud, continentalidad, presencia de barreras orográficas importantes y el fenómeno de circulación general de la atmósfera bajo la dominancia de altas presiones subtropicales (Cornet, 1988).

2.1.2.1. Clasificación climática

Según la clasificación de Köppen adaptado a las condiciones mexicanas por García (1973), el clima de la reserva corresponde al tipo BWhw(e), es decir, clima muy árido, semicálido, régimen de lluvias en verano y una oscilación térmica extrema. Para poder permitir comparaciones y de una manera completa y concisa, también se puede describir como:

"clima tropical árido, continental de altitud media, con régimen de lluvias estival e inviernos frescos" (Cornet, 1988).

2.1.2.2. Vientos

Existen dos regímenes dominantes durante el año (Cornet, 1988):

1. Un flujo zonal de vientos del oeste, ligado con las altas presiones subtropicales durante las dos terceras partes del año, de octubre hasta mayo.

2. Un flujo de aire tropical noreste-sureste provenientes del Golfo de México, ligado con los alisios, invade la zona de junio a septiembre en relación con el desplazamiento hacia el norte de las zonas de altas presiones subtropicales (anticiclones de las Bermudas).

Estos dos regímenes atmosféricos dominantes y relativamente regulares, caracterizan las dos grandes estaciones del clima local: una estación seca, de octubre a mayo, y una estación caliente y mas húmeda, de junio a septiembre. a ellos se sobreponen fenómenos atmosféricos importantes pero no constantes, responsables de la gran variabilidad del clima, siendo estos:

a) Los nortes: estos son vientos originados por invasiones de frentes fríos continentales (masas de aire polar) presentes de octubre hasta abril, son responsables del abatimiento brusco de la temperatura que provoca las heladas de la zona (Hill, 1969; citado por Cornet, 1984). En caso de presentar humedad en el aire existe la posibilidad, en general poco abundantes, de precipitaciones tenues o lloviznas.

b) Las lluvias de mayor importancia producidas durante épocas secas (invierno o primavera) son originadas por variaciones en la circulación troposférica, mismas que provocan la formación de centros de baja presión en el Pacífico oriental.

c) Los ciclones tropicales o huracanes originados en el Caribe, Antillas, Océano Pacífico o en el Golfo de México, todos ellos con una importancia poco conocida, pero, con una incidencia complementaria en el régimen pluvial de esta zona.

2.1.2.3. Radiación solar

La ubicación latitudinal de la estación de la reserva (26°41' latitud norte) hace que la duración del día varíe entre 13 hr con 12 min en verano y 10 hr con 48 min en invierno (Vilchis, 1979; citado por Cornet, 1988). Aunque en forma leve, esta variación es suficiente para inducir fenómenos de foto periodo. Por otra parte, la radiación en la zona no es limitante para el crecimiento vegetal ya que casi nunca es inferior a 300 cal/cm²/día (Cornet, 1988).

2.1.2.4. Temperatura del aire

Con una temperatura media anual de 20.8°C, a la reserva le corresponde un clima cálido, pero con una fuerte amplitud en los promedios de temperatura en el transcurso del año (promedio de los medios en enero 12°C, promedio de los mínimos en enero 3.9°C; promedio de los medios en junio 28.2°C y promedio de los máximos en junio 36.1°C). Observándose también fuertes las amplitudes diarias entre los máximos y los mínimos. Siendo todas estas características propias de los climas continentales (Cornet, 1988).

2.1.2.5. Precipitación

Las precipitaciones se caracterizan por su cantidad de lluvia, su repartición y su variabilidad.

Para el Laboratorio del Desierto el promedio anual de precipitaciones registradas en el periodo 1978-1994 es de 269.64 mm (Grünberger y Janeau, 1995). El número promedio de días con lluvia por año, superiores a 0.1 mm, es de 40 días (Cornet, 1988).

Las precipitaciones anuales presentan en sus valores una gran variabilidad con respecto al tiempo (Figura 2), las precipitaciones más importantes se presentan en verano; las lluvias de junio a septiembre representan el 66% del total anual, mientras que las lluvias de invierno: diciembre, enero y febrero representan el 18% (Delhoume, 1990).

En cuanto a la variabilidad espacial en las precipitaciones, se distingue una disminución en las lluvias que caen en la parte noroeste de la reserva, tal como lo muestra el Cuadro 1.

Cuadro 1. Variabilidad espacial de lluvias en la reserva de la biosfera de Mapimí (Cornet, 1988).

SITIO	DISTANCIA A LA ESTACION	PRESIPITACION ANUAL
Laboratorio	0.0 Km	200 mm
Magueyal	1.5 Km	235.0 mm
Hilaria vega	10.0 Km	189.6 mm
Sporobolus	7.0 Km	184.3 mm

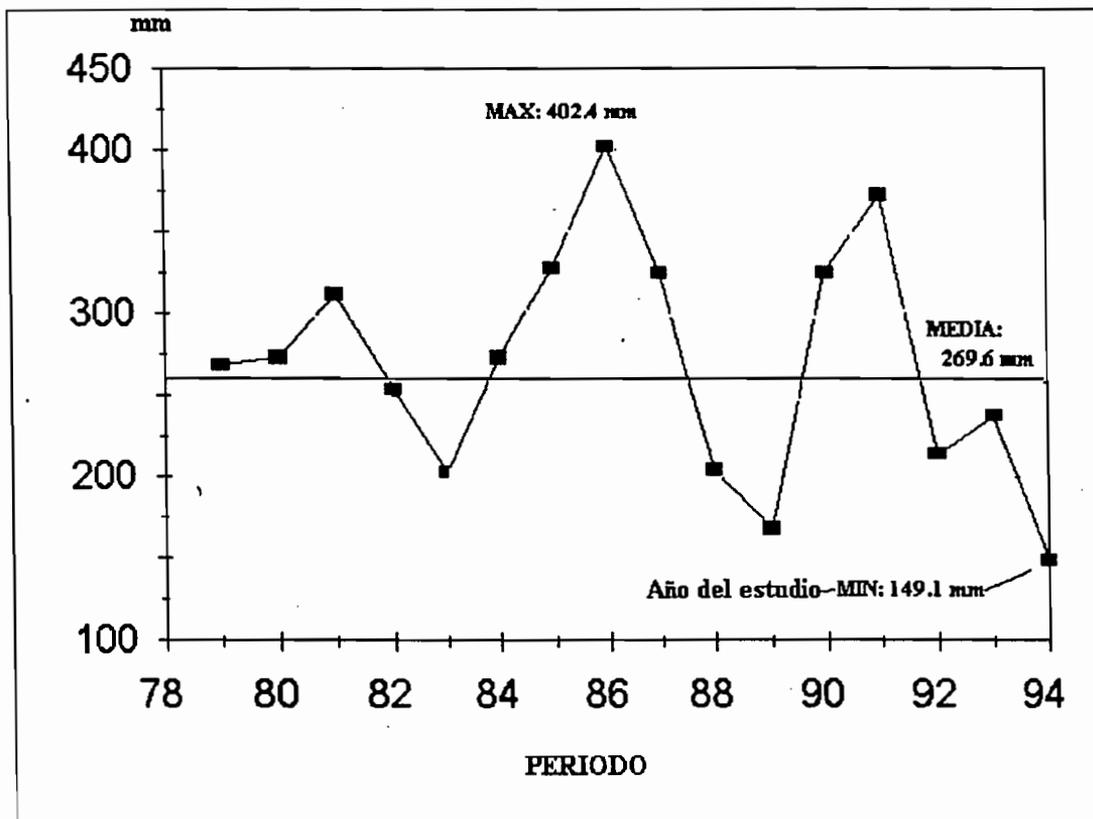


Figura 2. Variabilidad interanual de las precipitaciones en la reserva de la biosfera de mapimí.

En ocasiones los chubascos caen en forma torrencial con fuerte intensidad, localizados y de corta duración. La importancia de las pequeñas lluvias puede ser eventualmente un

elemento que sirva para explicar la dominancia de ciertas formas de vida vegetal, como las suculentas y micrófilas perennes, entre otras (Cornet, 1988).

El desarrollo de este estudio fue en el año de 1994, año en el que se presentó la mínima precipitación de todos los años.

2.1.2.6. Humedad relativa

La evolución de la humedad relativa en la región está ligada a la circulación atmosférica y a las lluvias. El mínimo mensual registrado para la reserva es de un 10% en marzo y de 85% como promedio máximo mensual en agosto (periodo 1978-84) (Viramontes, 1990).

Las variaciones diarias en la humedad del aire son fuertes durante todo el año, la humedad mínima permanece baja casi todo el año alcanzando solamente un valor de 30% durante la época húmeda mientras que la máxima alcanza un 60% de diferencia en agosto y septiembre (Cornet, 1988).

2.1.2.7. Evaporación

En el transcurso del año los valores de evaporación son mucho más altos que los de las precipitaciones, siendo para la estación del laboratorio del desierto el valor del promedio anual de 2 796 mm (Cornet, 1988).

2.1.3. Geología

La reserva de la biosfera de Mapimí se encuentra cubriendo una parte del bolsón de Mapimí asentada sobre sedimentos cuaternarios que realmente representa un bloque montañoso con desarrollo de depósitos de pie de monte, depositado sobre roca volcánica y sedimentarias terciarias vasculadas (Cuadro 2) (Bartolino, 1988).

Para la reserva se reconocen cuatro áreas geológicas generales: (Breimer, 1988)

- 1) Zona caliza oriental: donde dominan las calizas del Cretácico, caliza-lutita y caliza-conglomerados.
- 2) Zona septentrional: en donde grandes campos de dunas dominan una planicie de arenizas (Capas Soledad) del Cretácico superior o del Terciario inferior.
- 3) Zona central y occidental: aquí los conglomerados y varias rocas volcánicas del Terciario constituyen las elevaciones sobre una planicie extensa de limolita, cubierta de aluviones recientes (Formación Las Quiotentas).
- 4) El Graben tectónico o área de playa: este se extiende de norte a sur compuesta de sedimentos del Pleistoceno y recientes (basin fill).

Cuadro 2. Distribución geológica de la reserva de la biosfera de Mapimí (Grünberger y Janeau, 1995. simplificado de Bartolino, 1986).

EDAD	FORMACION	FACIES	GROSOR
Cuaternario	Depósitos eólicos sedimentos y aluviones	Arenas yesosas Arenas volcánicas Limos con arcillas Arenas	20 m
Transición Terciario- Cuaternario	Formación de Mohovano	Basaltos, gravas, arenas	30 m
Terciario	Formación las Quiotentas	Areniscas, lutitas y margas Conglomerados en matriz calcárea Basaltos, andesitas, Riolitas	1 000 m
Limite Terciario- Cretacico	Capas de la Soledad	Cuarzos, areniscas, limos, arkoses	120 m

La reserva está caracterizada por la presencia de una serie importante terciaria volcánica sedimentaria, que contiene evaporitas debido a una regresión marina después del Eoceno, funcionando como cuenca endorreica, acumulándose hasta el Mioceno sedimentos lacustres, basaltos, andesitas, riolitas; adquiriendo estas capas pendientes orientadas hacia el este. Una falla localizada en el Cerro Bola limita un graben en donde se siguieron acumulando aluviones y evaporitas (Grünberger y Janeau, 1995)

2.1.4. Suelos

La diferenciación de los suelos de la reserva se debe esencialmente por la geomorfología y por el tipo de material en el cual se desarrollan y por el proceso original de deposición del material, encontrándose preferentemente los del tipo aluviales y coluviales (Delhoume, 1988).

Sistemáticamente se puede hacer una descripción de las unidades de suelos de la reserva de acuerdo a su fisiografía, utilizando, a su vez, la nomenclatura de suelos recomendada por la FAO/UNESCO (Breimer, 1988).

Conforme a los tipos de suelos predominantes en la reserva se puede hacer una clasificación de grupos de la siguiente forma: (Breimer, 1988).

1) Suelos desarrollados sobre roca consolidada, que son superficiales pedregosos, regosoles calcáreos principalmente localizados en sierras, cerros, mesas y lomas.

2) Suelos desarrollados sobre depósitos coluviales, son profundos, localizados en pendientes de pie de monte, regosoles calcáreos y xerosoles háplicos principalmente.

3) Suelos desarrollados sobre depósitos aluviales, en bajadas con suelos gravosos, no salinos ni sódicos en las partes altas, salino-sódicos a cierta profundidad, en las áreas bajas; y arenosos, salinos y sódicos en las parte septentrional arenisca; en las vegas los suelos son salinos y sódicos, vertisoles salinos; en playas con suelos ligera o fuertemente salinosy sódicos, con capas de yeso secundario, pricipalmente son yermostoles lúvicosy gípsicos y solonchaks.

4) Suelos desarrollados sobre depósitos eólicos: en dunas de arena cuarzosa, son suelos arenosos, no salinos ni sodicos, regosoles, yermosoles cálcicos y háplicos; en dunas de arena yesífera, son suelos con capas de yeso secundario, yermosoles gípsicos preferentemente.

Gonzales (1986), describe a los suelos de playa del tipo salino-sodico, presentando esta característica a los primeros 100 cm de profundidad, y explica que debido a su alto contenido de yeso y las grandes cantidades de sales disueltas y de sodio se dificulta su clasificación.

En la playa predominan los suelos de yermosol gípsico con fase fuertemente salina y sódica. Los yermosoles háplicos están localizados en el área de contacto de bajada inferior-playa. Los solonchaks órticos en sitios con importante acumulación de sales. Los regosoles éutricos se encuentran en dunas de yeso fósil en algunas franjas de la playa sepultados por aporte periódico de material aluvial. Los vertisoles crómicos están ubicados en planicies con drenajes superficiales muy deficientes.

La textura, la microtopografía, el escurrimiento superficial influyen en la distribución de la salinidad en el paisaje.

La salinidad en la playa es del tipo autóctona, la cual se incrementa con la profundidad, aunque localmente se distinguen zonas con salinidad del tipo alóctona o por aporte, la cual disminuye con la profundidad, este último tipo se encuentra en las partes más bajas de la playa, con aporte de material aluvial con drenajes superficiales malos (Gonzalez, 1986).

2.1.5. Vegetación

La lista florística de la reserva comprende, hasta el año de 1988, de 313 especies diferentes de plantas, observándose un alto grado de dominancia por parte de las gramíneas, cubriendo un 19.8% del total con 62 especies, le siguen las compuestas con un 12.14%, con 38 especies, y las cacaotáceas con 30 especies que corresponde un 9.58% (Ruiz, 1988).

La distribución espacial del paisaje (Figura 3) muestra una cobertura edafológica y vegetal basada en un estudio geomorfológico de una toposecuencia representativa en la cual se comprende la mayoría de los suelos, y su asociación con la vegetación, de la reserva, dicho estudio reconoce ocho unidades elementales para la reserva: (Delhoume, 1988).

- Unidad 1. Zona de pendientes fuertes, vegetación poco abundante, suelos tipo Litosoles sobre rocadura y Regosoles.
- Unidad 2. Zona de pie de monte, vegetación más abundante en relación a la unidad uno, suelos tipo Regosoles.
- Unidad 3. Zona de bajada superior, pendiente regular 6-8% a 2%, vegetación arbustiva dominada por *Larrea tridentata* y *Opuntia rastrera*, suelos Yermosoles háplicos.
- Unidad 4. Zona de bajada inferior, pendientes suaves de 0.5 a 2%, vegetación discontinua en mogotes, Yermosoles y Xerosoles háplicos.
- Unidad 5. Depresiones de bajadas inferiores, pendientes suaves 1%, formaciones vegetales mono-específicas de *Hilaria mutica*, suelos con acumulación secundaria de yeso o carbonatos de calcio, Yermosoles.
- Unidad 6. Zona de transición entre bajada y playa, pendientes inferiores al 1%, vegetación dominada por dos estratos, uno arbustivo de *Larrea tridentata* y *Prosopis glandulosa*, y otro herbáceo de *Hilaria mutica*, el tipo de suelo es el Yermosol calcáreo.
- Unidad 7. Zona de playa, pendientes inferiores al 0.5%, formaciones vegetales herbáceas de *Hilaria mutica* y *Sporobolus airoides* y arbustivas, con abundancia de halófitas,

dominadas por *Prosopis glandulosa*, *Atriplex spp* o *Suaeda spp*, suelos con variedad en el contenido de sales, el Yermosol gípsicos con fase salina o sódica, el Solonchaks órtico o el Vertisoles crómicos son lostipo de suelos que predominan.

Unida 8. Zona de playa diferenciada a la anterior por la distribución horizontal de la vegetación, constituida casi únicamente por una sola especie: *Suaeda nigrescens*, Yermosol gípsico con fase mas o menos salina y/o sódica.

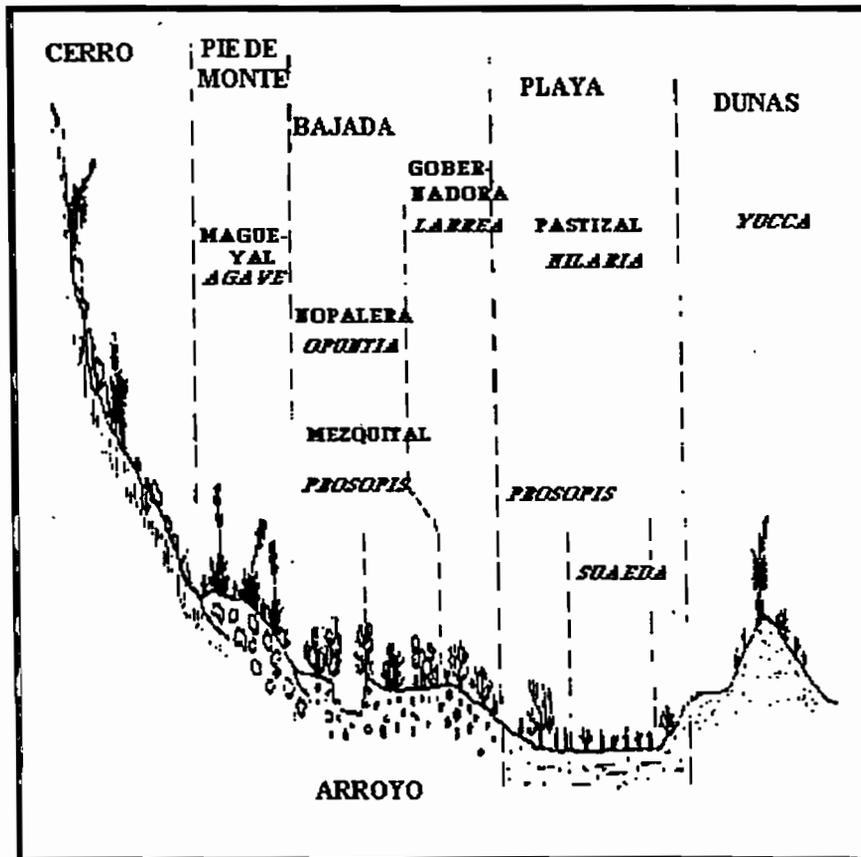


Figura 3. Distribución espacial de acuerdo a una toposecuencia representativa (modificado de Grenot, 1983).

En y bajadas, la vegetación poseé particulares formas de adaptación a las sequías, el mas común es el conocido como "mogote", el cual consiste en bandas de contracción de vegetación orientadas en forma perpendicular a la pendiente, dejando a su vez espacios desnudos que sirven como zonas de escurrimiento del agua de lluvia, que después es colectado en el mismo mogote, pudiendo así ser aprovechada a su máxima capacidad. Las especies que principalmente integran un mogote son *Prosopis glandulosa*, *Hilaria mutica*, *Flourensia cernua* (Montaña, 1988)

Montaña (1988), ubica las unidades de vegetación y ambiente de la reserva, definidas de igual forma, con bases geomorfológicas, suelo y vegetación (Figura 4).

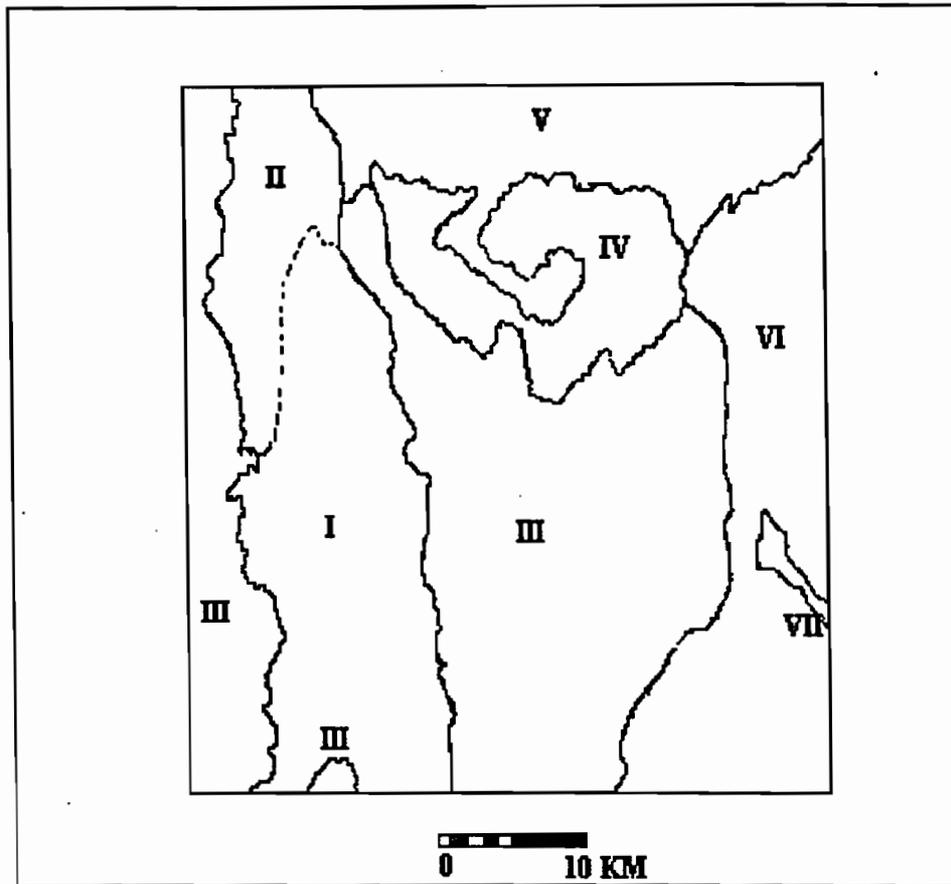


Figura 4. Distribución espacial de la reserva de la biosfera de Mapimí (Montaña, 1988). I. Playa sur; II Playa norte; III Bajadas; IV Zona de transición; V Zona de dunas; VI Bajadas y sierras de origen calcareo; VII Mesetas de lava basáltica

El tipo de vegetación de las zonas de playa son características por presentar comunidades sencillas, con dominancia o codominancia de solo unas cuantas especies. Las asociaciones vegetales se ven favorecidas o afectadas por los diferentes factores que interactúan de acuerdo a las pequeñas variaciones de la microtopografía del área (García, 1995). Específicamente podemos localizar tres tipos de organizaciones vegetales en estas zonas:

a) El montículo, se caracteriza por la acumulación de suelo y materia orgánica en forma de pequeñas lomas, pudiendo estar formada por varias especies en la que el *Prosopis glandulosa* siempre es la especie dominante.

b) La mancha, la cual se ubica en depresiones que presenta el terreno y siendo las especies de *Sporobolus airoides* e *Hilaria mutica* las de mayor dominancia (Grünberger *et al* 1995).

c) Otro tipo de contracción de vegetación reconocida en la playa son los Polígonos de *Suaeda nigrescens*, este tipo de formación de vegetación es atribuida a fenómenos de retracción y de variación en contenidos de sal en el suelo (Delhoume, 1988).

En el Cuadro 3 se muestran las principales especies que predominan dentro de la reserva y su distribución.

Cuadro 3. Distribucion de las especies dominantes por unidad geomorfológica (Grunberger y Janeau, 1995; Modificado de Montaña, 1986) : + Poco frecuente; ++ Frecuente; +++ Muy frecuente

Especies Dominantes	Mesas	Relieves	Pie de Monte	Bajadas	Playas	Dunas
<i>Prosopis glandulosa</i>			+	++	++	+
<i>Larrea tridentata</i>	++	+	++	++	+	++
<i>Hilaria mutica</i>				++	+++	+
<i>Fouquieria splendens</i>	+++	+++	+++	+		+
<i>Acacia constricta</i>			+			+++
<i>Flourensia cernua</i>			+	++		+++
<i>Cordia parvifolia</i>			+++	++		+
<i>Atriplex acanthocarpa</i>				+	++	
<i>Acacia greggii</i>						+++
<i>Opuntia rastrera</i>	+++			++		++
<i>Dalea scoparia</i>						+++
<i>Sporobolus airoides</i>				++	+++	
<i>Suaeda nigrens</i>				+	+++	
<i>Yucca elata</i>	++			+		+++

2.1.6. Hidrología

La reserva de la biosfera de Mapimí se ubica dentro de la región hidrológica RH35 y se encuentra dentro de dos cuencas endorreicas pertenecientes al Desierto Chihuahuense (Henrickson, 1974; en Breimer, 1988): la cuenca del bolsón de Mapimí y la de la Laguna de Palomas. A su vez estas dos cuencas pueden subdividir a la reserva en tres diferentes subcuencas (Figura 5): la subcuenca de la Laguna de Palomas teniendo un drenaje hacia el noroeste (zona 1); la subcuenca de la Laguna del Rey (zona 2), que drena hacia el noreste; y la subcuenca de la Laguna de Puerto Rico (zona 3), que drena hacia el sur.

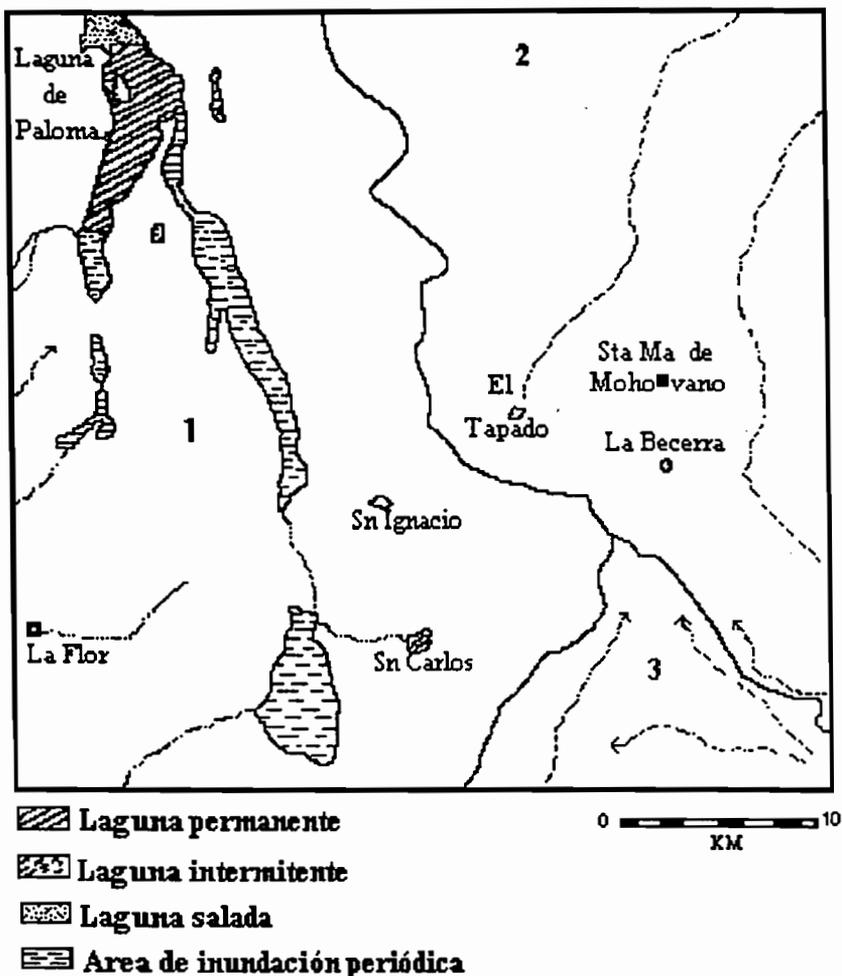


Figura 5. Hidrología de la reserva de la biosfera de Mapimí (Breimer, 1988).

Las zonas 2 y 3 drena sus excesos de agua fuera del área de la reserva, hacia el norte y sur, respectivamente.

La zona 1 se extiende al suroeste de la reserva y su principal afluente es el río La India proveniente de la parte suroeste, mismo que posteriormente se une al arroyo La Vega formado parte de las grandes planicies de inundación que forman la playa, en donde se van concentrando las aguas de escurrimiento que finalmente son drenadas a la Laguna de Palomas. Estos ríos son de carácter intermitentes, como la mayoría de los ríos de la reserva, pero en época de lluvia representan un fundamental aporte a los diferentes cuerpos de retención de agua, tanto naturales como artificiales.

La reserva, cuenta además con presas, presones y manantiales u ojos de agua que sirven para el suministro de agua a la población local tanto para actividades domésticas, como para uso laboral (agrícola o ganadero). A continuación el Cuadro 4 enumera las presas y presones mas importantes de la reserva:

Cuadro 4. Algunos cuerpos de retención de agua dentro de la reserva (Kaus, 1991).

PRESAS	ZONA
San Carlos	1
La Soledad	1
El Cipriano	2
PRESONES	
San Ignacio	1
El Tapado	1
El General	1
Tildios	1
El Pollo	1
Charco Largo	1
Laboratorio	1
Los Desvíos	1
Cerro Bola	1
Las Tortugas	1
Santa María	2
Espinazo del Diablo	1
La Becerra	2
Loma Blanca	2

2.1.7. Actividades humanas

Las actividades que realiza el hombre dentro de la reserva no son muy variadas, desde el punto de vista económico, podemos mencionar que el número de actividades de importancia económica se reduce a tan solo cuatro.

1) Ganadería extensiva: esta actividad prácticamente es la base de la economía de esta región ya que la mayoría de la población se dedica a la cría y comercialización de ganado bovino, principalmente, caprino, ovino y equino. Es tal su importancia, que incluso se han realizado trabajos de fomentos hidropastorales para el mejoramiento y producción de pastos forrajeros (Barral, 1995).

Esta actividad abarca el mercado nacional y gran parte de su producción es exportada a los Estados Unidos. Las especies de ganado bovino que normalmente se manejan son la Hereford, Cebú, Santa Gertrudis, Charoláis, Beefmaster, entre otras.

2) Extracción de sal: esta actividad, dentro de la reserva, solo se realiza en la Laguna de Palomas, la cual es comercializada como materia prima para la industria química.

3) Explotación de cera de Candelilla (*Euphorbia antysiphilitica*): esta es otra de las actividades económicas de gran arraigo en la región y solo se practica por un número reducido de personas dentro de la reserva, debido a la gran inversión de mano de obra y su escasa remuneración.

4) Agricultura: aunque las condiciones climática y edáficas no permiten el establecimiento de una agricultura comercial, existen zonas en las que se han destinado cierta cantidad de suelo para esta práctica, principalmente la producción agrícola obtenida es destinada al consumo local, solo en ciertas ocasiones en que las precipitaciones lo han permitido, se han podido lograr buenas cosechas.

Existe otra actividad que se realiza dentro de la reserva y es la explotación del recurso escénico y de recreación. Debido a que no es promovida por la población local, y no es realizada a escalas considerables, no representa gran importancia

3. METODOS

3.1. METODOS DE CAMPO

3.1.1. Elección de las unidades de estudio

Durante recorridos de campo, a través de encuestas directas con pobladores locales y personas que conocen el área, y por medio de interpretación de fotografías aéreas blanco y negro a escala 1:75 000, se logró la localización y elección de los sitios a estudiar (Figura 6).

La totalidad de los sitios escogidos (excepto uno) se localizan en la unidad de playa, distribuyéndose a lo largo de ésta de sur a norte (de acuerdo a la pendiente natural del terreno), la otra parcela se localiza en zona de bajada.

Como medio de comparación se estableció para cada sitio una parcela de ambiente natural, es decir, se escogió un área cercana a las zonas que han sido perturbadas con alguna práctica cultural, pero con la condición de que estas no cuenten con ningún tipo de manejo en el suelo.

En total se escogieron seis sitios de estudio, los cuales son:

- 1) Área de fomentos hidropastorales Charco Salado; estos se ubican al norte de la reserva, casi en la parte sureste de la Laguna de Palomas y a un costado de las dunas de yeso. El área fue subdividida en 6 parcelas y su medio natural.
- 2) Bordos de fomento, estos sitios son áreas extensas localizados en la parte central de la playa a ambos costados del arroyo la Vega, ubicando dos sitios de bordos, con sus respectivos medios naturales:
 - a) Bordos el Cuatro, estos se encuentran en el costado oeste de la Vega, precisamente a un lado del pequeño presón llamado el Cuatro.
 - b) Bordos las Lolos, estos se localizan a pie de las faldas de la loma de las Lolos, en el lado este de la Vega, un poco más al norte de los bordos del Cuatro.
- 3) Cultivos de Santa María, este sitio se ubica en la parte este de la reserva cercano al poblado de Santa María de Mohovano sobre el arroyo de Las Adjuntas, en zona de bajada.
- 4) Cultivos del 59, estos están prácticamente en la misma área que los fomentos, inclusive una parcela y parte de otra se encuentran empalmadas con los fomentos, de igual forma se localizó su medio natural.
- 5) Cultivos de San Carlos, este sitio se encuentra un poco hacia el sur de la reserva, muy cercano a la presa de San Carlos. A este sitio se le atribuyeron dos parcelas de medio natural y se subdividió en 5 parcelas.
- 6) Cultivos de Cerro Bola, este sitio se ubica dentro del área de inundación de la parte sur de la reserva, en donde se juntan los arroyos de la India y la Vega, en el costado oeste del Cerro Bola.

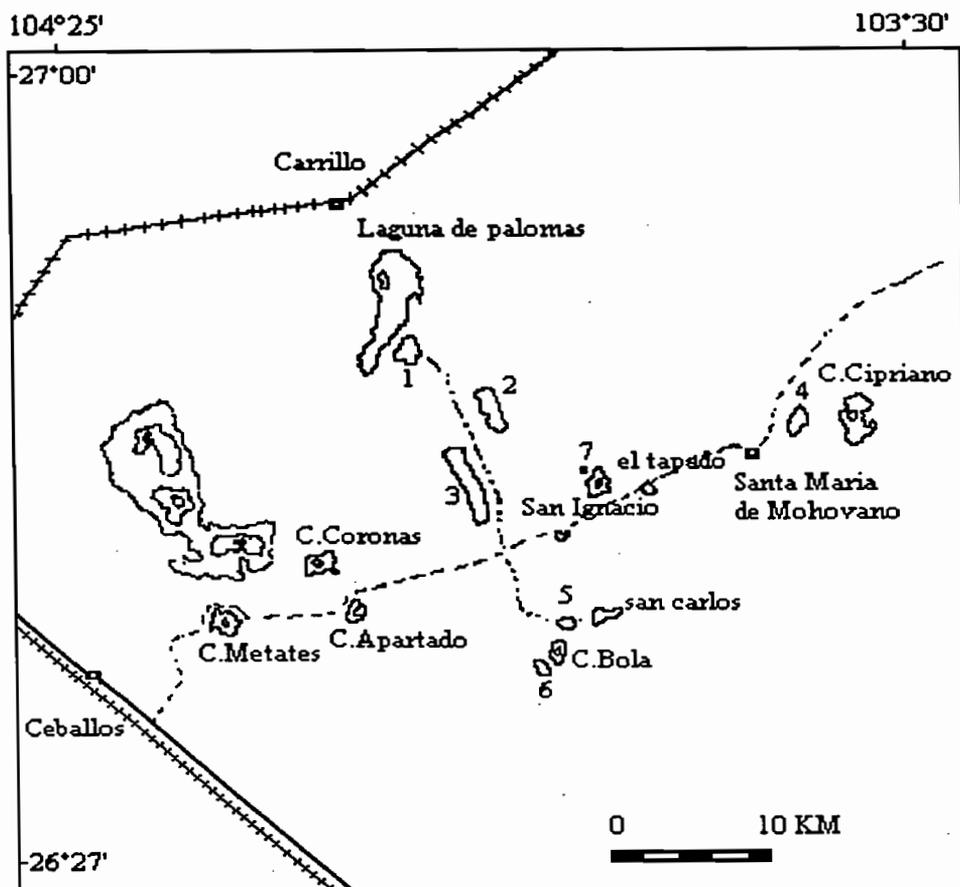


Figura 6. Localización de las áreas de estudio: 1. Área de fomentos hidropastorales del charco salado y cultivos del 59; 2. bordos de fomentos las lolas; 3. bordos de fomentos el cuatro; 4. Cultivos de Santa María; 5. Cultivos de san carlos; 6. Cultivos de Cerro Bola 1; 7. Laboratorio del desierto.

3.1.1.1. Organización de las parcelas por orden cronológico

Para poder hacer las mediciones y comparaciones correspondientes de los diferentes parámetros, se optó por identificar la antigüedad del trabajo que se le dió a cada parcela de estudio, ésto ayudó a la determinación de la evolución que sostiene el suelo y a evaluar la forma en que las parcelas se van regenerando a través del tiempo.

3.1.2. Relieve

Con la finalidad de evaluar y comparar los niveles de la microtopografía que presenta cada parcela y reconocer los posibles cambios ocasionados (que principalmente son por erosión hídrica y eólica).

El método consistió en transectos de medición en línea recta y perpendicularmente a las distintas formas de labor hechas al suelo (surcos, zanjas, bordos, etc.), registrando puntos en donde la microtopografía presentaba algún cambio notorio, las líneas variaron de los 50 m a los 200 m de distancia. Además, se trató de que dichos transectos representaran la topografía general del terreno.

El equipo utilizado fue un nivel automático modelo WILD NA20 y un estadal de nivelación GNLE con graduación en centímetros.

3.1.3. Estados de superficie

Para este parámetro se utilizaron dos distintas metodologías:

a) Una metodología consistió en la identificación de los diferentes estados de superficie en forma puntual tomando en cuenta los mismos sitios localizados en los transectos hechos para el relieve.

b) La otra metodología fue la determinación de los estados de superficie en forma de porcentajes de coberturas utilizando el método de intercepción en línea. Este método permite además obtener una estimación de la cobertura y de la frecuencia de las comunidades vegetales, identificando y cuantificando la superficie desnuda, este método se basa en establecer una línea de longitud determinada registrándose la longitud interceptada por el estado superficial considerando una anchura mínima conveniente. En este caso las líneas tuvieron una longitud de 200 m y una anchura de 1 m (López *et al.*, 1985).

El equipo utilizado para ambos casos fue una cinta métrica de metal con una longitud de 50 m.

Los criterios utilizados para la descripción de los estados de superficie son los propuestos por Casenave y Valentin (1989) utilizados para la zona Sahelienne en Africa y se rigen bajo los siguientes conceptos:

a) Superficie elemental: se designa a un conjunto homogéneo constituida por los elementos del medio como la cobertura vegetal, la superficie del suelo, las organizaciones pedológicas superficiales que sufrieron transformaciones (por efectos meteorológicos, fáunicos o antropológicos).

b) Estado Superficial: este puede designar a una superficie elemental, la yuxtaposición de varias o un sistema de superficies elementales que se interrelacionan.

Los elementos de criterio utilizados para este trabajo fueron los indicados en el Cuadro 5:

Cuadro 5. Estados de superficie utilizados para el estudio.

ELEMENTO SUPERFICIAL	CLAVE
Costra, y sus tipos:	
Estructural	ST
De Erosión	EROS
De Decantación	DEC
Bioderma	B
Vegetación basal, especie	VB
Grava	G
Roca	R

Las costras superficiales del suelos son capas de espesor variable cuyos mecanismos de formación están dados principalmente por: la movilización de las partículas del suelo por humectación, el impacto de las gotas de lluvia, el escurrimiento, la desecación, la acción del viento, etc. La clave para la identificación del tipo de costra superficial fue tomada de Casenave y Valentin (1989) (Figura 7).

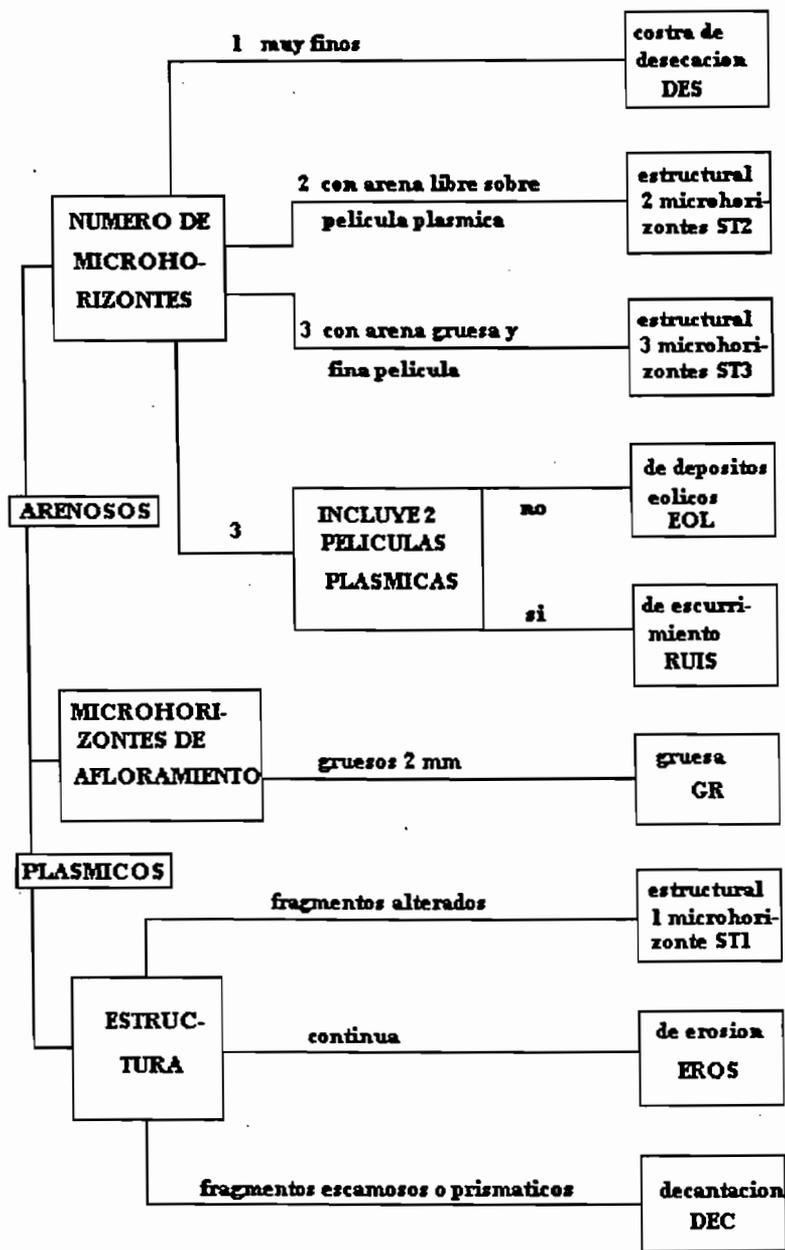


Figura 7. Clave de identificación de costras superficiales para la zona sahelienne, Africa (Casenave y Valentin, 1989).

3.1.4. Suelos

Los transectos utilizados en estados de superficie puntual y los de relieve sirvieron de igual manera para la recolección de muestras de suelo, es decir, cada punto se describió por su topografía, su estado superficial y por sus características edafológicas.

Para este caso se procedió a la colecta de muestras de suelo de los primeros 50 puntos de cada línea a una profundidad de 0 a 20 cm, tratando de homogeneizar la muestra, la

cantidad de muestra colectada fue de aproximadamente de 1 Kg, mismas que fueron utilizados para realizarles un análisis físico-químicos.

Otra forma de evaluación del suelo es a través de perfiles edafológicos realizados en cada sitio de estudio, la descripción de los horizontes de los perfiles utilizados en este estudio se basó en la observación de algunas características descritas en el Cuadro 6 (Delhoume, 1983; citado por González, 1986).

Cuadro 6. Descripción de perfiles edafológicos. (Delhoume, 1983; en González, 1986).

CARACTERISTICA	BASE DESCRIPTIVA
1. Símbolo del horizonte	
2. Humedad:	Seco Ligeramente húmedo Húmedo Muy húmedo Saturado
Color:	Código munsell
Manchas:	Color Tamaño Naturaleza
Materia orgánica:	Con restos visibles No visibles pero se supone su existencia por características de color Sin materia orgánica aparente
Elementos secundarios:	Abundancia Naturaleza Forma
Textura de la tierra:	Fina Media Gruesa
Estructura:	Naturaleza Tipo
Porosidad:	Tipo Abundancia Morfología Orientación
Grietas:	Anchura Distancia entre ellas Orientación
Consistencia:	Fragilidad Plasticidad Pulverizable
Resistencia:	
Raíces:	Abundancia Tamaño
Actividad biológica:	Grado Naturaleza

Los perfiles edafológicos fueron ubicados en sitios representativos de cada área de estudio, los pozos excavados tuvieron una profundidad de 60 cm y 100 cm de largo por 100 cm de ancho. La colecta de muestras fue de igual forma a la descrita en los párrafos anteriores.

3.1.5. Hidrodinámica del suelo

Esta actividad consistió en determinar las características del suelo en base al comportamiento del agua dentro del suelo, en las diferentes capas superficiales del suelo (para este caso fueron de 0 a 60 cm). La caracterización se efectuó por el método de dispersión de neutrones. Este método de medición de humedad se basa en el principio de que cuando una fuente radioactiva emite una cantidad determinada de neutrones rápidos de alta energía al suelo, la mayoría de estos neutrones hacen coalición con el núcleo de hidrógeno de las moléculas de agua disminuyendo de esta forma su velocidad y su dirección es alterada en una acción de rebote, los neutrones que no lograron chocar con algún hidrogeno son absorbidos por otros núcleos más pesados o simplemente no regresan. Los neutrones rápidos rebotados son convertidos en neutrones lentos, estos al regresar a la fuente son detectados y registrados por el contador de pulso en forma de pulsaciones eléctricas, realizando así el conteo de neutrones de rebote en un tiempo determinado. Este conteo eléctrico es transformado posteriormente en humedad volúmica.

El procedimiento empleado para la medición de humedad fue utilizando tubos de aluminio de 1.5 m de largo con un diámetro interior de 1.9 pulg los cuales se introducen al suelo a profundidad deseada, en este caso fue a 80 cm como máximo, en los cuales se les inserta la sonda del dispersor de neutrones. El dispersor empleado fue el modelo NARDEUX tipo SOLO 20 (Figura 8).

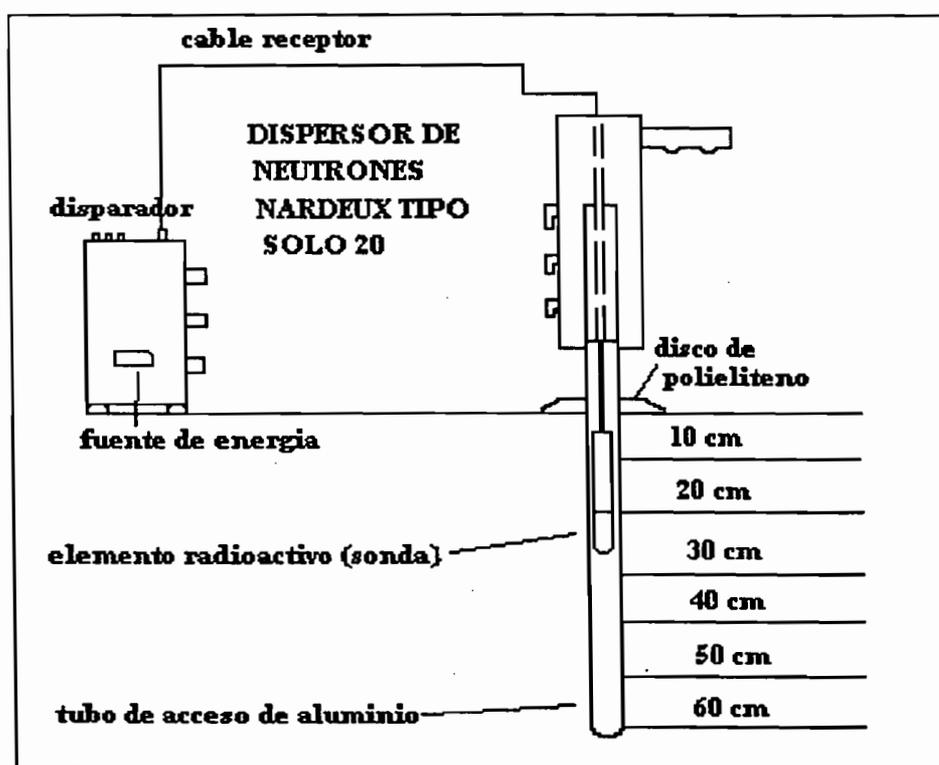


Figura 8. Medición de la humedad volúmica con un dispersor de neutrones.

3.1.6. VEGETACION.

Para la determinación de la cobertura vegetal se utilizó el mismo método de intercepción en línea utilizado en estados de superficie, ya que la vegetación es un estado de superficie. Su identificación fue en forma directa considerándose únicamente las especies más importantes.

3.2. METODOS DE LABORATORIO.

3.2.1. Análisis físico-químicos.

Los análisis realizados fueron a las muestras edafológicas tomadas en campo, cuyo total fue de 1190 muestras, y se practicaron siguiendo una secuencia sistemática programada como a continuación se explica:

3.2.2. Porcentaje de humedad e índice de yeso.

Por ciento de humedad.

Para determinar el porcentaje de humedad que contiene el suelo se utilizó el método gravimétrico. Este método se basa en la diferencia de peso entre una muestra de suelo húmedo y el peso en seco de esa misma muestra.

De la muestra de suelo se toma una porción de 100 gr de suelo húmedo, los cuales se depositan en una caja para su posterior secado en estufa a una temperatura de 55° C como máximo. Se deja en la estufa durante 72 hrs aproximadamente, se retiran y se efectúa el pesado en seco.

La obtención del porcentaje de humedad esta dada por la siguiente formula:

$$\% H = [(ph - ps) / (ps)] * (100)$$

Donde: %H = porcentaje de humedad

ph = peso del suelo en húmedo

ps = peso del suelo seco

En esta ecuación se considera eliminado el peso de la caja.

Por ciento en el índice de yeso.

Se utiliza la misma muestra que sirvió para humedad, se registra el peso seco a 55° C y se pasa a un segundo estufado pero ahora a 105° C dejándose reposar por 48 hrs.

El porcentaje en el índice de yeso se calcula mediante la perdida del agua de constitución que el yeso posee (Foucaut y Raoult, 1988) y se usa la misma ecuación de humedad sustituyendo el peso húmedo y el peso seco por peso seco a 55° y peso seco a 105° C respectivamente.

3.2.3. PH y conductividad eléctrica.

Agitado y Filtrado.

De las muestras secas a 55° C se toman 5 gr de suelo, seguidamente se meten a unos pequeños botellones de plástico de 200 ml, después se disuelve el suelo con 80 ml de agua destilada, es decir, a una relación de 1/16. Los botellones se acomodan en cajas de cartón, las muestras ya en las cajas se agitan por espacio de 30 min en forma mecánica

Las muestras ya bien diluídas pasan por un papel filtro de poro mediano para obtener muestras lo mejor posible limpias.

El agua obtenida sirve para medir su pH con un potenciómetro LUTRON PH 206 y la conductividad eléctrica con un conductímetro LUTRON CD 4301.

3.2.4. Aniones y cationes.

Para precisar el contenido de aniones y cationes que contiene el suelo se empleo el agua de muestra obtenida en el filtrado, pudiendo cuantificarse por los métodos que a continuación se describen:

Aniones.

La cantidad de aniones (cloruros y carbonatos) que contiene la muestra de agua se extrae mediante un sistema de flujo continuo y colorimetría. Este proceso se efectúa mediante la reacción de contacto de la muestra de agua, (de acuerdo a su contenido aniónico y en forma de coloración) con una solución química.

El proceso inicia cuando la muestra de agua, mediante pequeños conductos, pasa por el colorímetro. Este realiza la lectura del color, el cual es interpretado en voltaje por un multímetro digital, dicho voltaje es registrado en un programa de computo.

El reactivo utilizado para carbonatos es el de naranjo de metilo. El naranjo de metilo es utilizado como indicador de coloración dentro de una solución tampón que al contacto con una solución alcalina provoca la disminución de la coloración.

Para cloruros la solución de reacción empleada fue el tyocianato de mercurio, esta en presencia de cloruros forman un cloruro mercúrico soluble pero no ionizado, los iones del tyocianato liberados, en presencia de iones férricos, forman un complejo color rojo.

Este método se realiza con el auxilio de un TECHNICON AUTOANALIZER II y un colorímetro mediante el siguiente diagrama de flujo: (Figura 9)



Figura 9. Método de flujo continuo para determinación de aniones.

Cationes.

El calcio, magnesio, potasio y sodio se determinaron por medio de adsorción atómica con un espectrómetro realizado en el laboratorio del PRONAPA (CENID RASPA) en Gomez Palacio, Dgo.

3.2.5. Texturas.

La determinación de texturas solo se llevo a cabo con las muestras de los perfiles edafológicos, la técnica empleada fue la del hidrómetro. El hidrómetro utilizado fue el de Boyoucos ASTM 152-H escala de 0 a 60 gr/l.

El proceso comienza con la eliminación de materia orgánica con una solución de peróxido de hidrogeno al 6%. Seca la muestra de suelo, depositada en un recipiente con capacidad de 1 000 ml, se procede a añadir soluciones de Oxalato de Sodio, Metasilicato de Sodio y agua destilada. A esta mezcla bien diluida se le efectúan las primeras lecturas de

temperatura (T1) y densidad (L1). Luego de un tiempo en el que el suelo se asienta se le realizan las segundas lecturas de temperatura (T2) y densidad (L2).

Empleando las lecturas se realizan las correcciones y los cálculos para la determinación del porcentaje de elementos:

Para la corrección de temperatura y densidad se efectúa las siguientes relaciones:

$$TC = (T - 19.5) * (0.36)$$

$$LC = (TC + L)$$

Donde: TC = temperatura corregida

T = temperatura

LC = densidad corregida

L = densidad

El porcentaje de elementos se obtiene por las siguientes ecuaciones:

*** Arcilla + Limo = LIC * 2** en gr, por lo tanto:

100 gr ----- 100 %

gr Arcilla + Limo ---- X % de Arcilla + limo

$$\% \text{ Arena} = \%(\text{Arcilla} + \text{Limo}) - 100$$

$$\% \text{ Arcilla} = L2C * 2$$

$$\% \text{ Limo} = (\% \text{ Arena} + \% \text{ Arcilla}) - 100$$

4. RESULTADOS

Este capítulo está dividido en seis subcapítulos, correspondientes a los seis sitios de estudio. Cada subcapítulo, integra una introducción, una descripción local de cada sitio y un esbozo histórico y descriptivo del trabajo realizado en cada sitio. Esta descripción y las referencias históricas, son resultado de investigación bibliográfica, resultados de encuestas, datos obtenidos de cartografía y de resultados sustraídos de los trabajos campo.

Las áreas fueron ilustradas en la figura.6.

Con respecto a la presentación de datos históricos cabe mencionar que la imprecisión y la reducida información que aquí se plantea se debe a la muy escasa o nula información oficial impresa. En general la información recopilada proviene de las encuestas realizadas a personas pobladoras de la zona, a los mismos ejidatarios o propietarios de los sitios de estudio. Lo obtenido, aunque no muy preciso, es puesto a consideración al no existir más fuentes de información.

4.1 FOMENTOS HIDROPASTORALES DEL CHARCO SALADO

4.1.1. Introducción

Como se menciona en capítulos anteriores, la ganadería es una de las actividades de mayor importancia dentro de la reserva, la forma en que se practica (extensiva), implica que el ganado se desplace de una manera libre y sin control, consecuentemente se pueden observar zonas extensas afectadas por un sobre pastoreo, ocasionando la escasez de pastos en algunas temporadas del año (sobre todo en las de estiaje) y a que el ganado tenga que trasladarse de un lugar a otro cubriendo en ocasiones grandes distancias en busca de alimento.

El área de los fomentos se encuentra dentro de los límites del ejido Carrillo perteneciente al estado de Chihuahua cerca de los linderos del ejido San Felipe del Yermo y abarcan una superficie de 873 ha.

4.1.2. Historia y descripción del trabajo

En el año de 1986 el Gobierno del estado de Chihuahua a través de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), pone en funcionamiento un programa de "Mejoramiento de Agostadero" en la zona. Este proyecto se encuentra archivado y es realmente inaccesible, la poca información fue obtenida por Alberteau (1991) extraída de un pequeño resumen encontrado en el Departamento de Conservación de Suelos de la SARH en la ciudad Chihuahua.

El proyecto "Mejoramiento de Agostadero" se basó al hecho de que ésta zona es inminentemente productora de forraje y potencialmente aprovechable para el pastoreo de ganado.

Los suelos particularmente de esta área son químicamente pobres, con texturas arcillosas en los horizontes superficiales, combinada con una estructura masiva de escasa porosidad. Frecuentemente estos suelos poseen una organización superficial muy peculiar que favorece en mayor medida al escurrimiento que a la infiltración. Todas estas características limitan gradualmente las posibilidades de retención de humedad, reduciendo la reserva hídrica utilizable para la producción vegetal.

La SARH tratando de contrarrestar los efectos que inhiben la producción vegetal, aplicó dos sistemas culturales (Figura 10) combinados a la superficie del terreno:

Surcado Lyster: este consiste en formar dobles surcos trazados conforme el contorno natural del terreno, estos funcionan como captadores y retenedores del agua de lluvia, reduciendo el escurrimiento y sirviendo al mismo tiempo los surcos como distribuidores del agua.

Microcuencas: este método funciona sobre la captación del agua de escurrimiento y su almacenamiento in-situ para facilitar la penetración del agua provenientes de un área plana sin laborar llamada de captación o de escurrimiento en surcos hechos en una segunda área denominada de infiltración.

Una unidad de fomento en promedio tiene una longitud de 30 m, 15 m para el área de escurrimiento y 15 m para la infiltración (incluyendo el surcado Lyster). La orientación del sistema completo es en favor de la pendiente, ordenada la zona de escurrimiento en el primer sitio y en segundo lugar la infiltración.

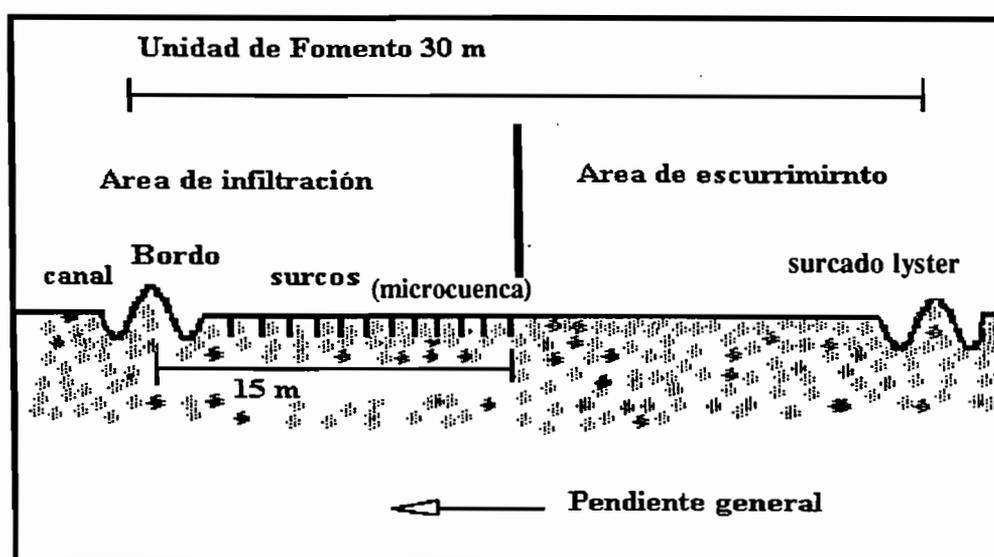


Figura 10. Combinación de dos sistemas (surcado Lyster y Microcuencas) para fomento hidropastoral.

El método de microcuenca esta basado en la formula de Anaya, Tovar y Macias (Velasco-Molina, 1991):

$$Db/Znt = [1 + 1/CR[Eca-P/P]]$$

Donde: Db=distancia entre bordos; Znt=distancia de la zona no trabajada; CR=coeficiente de escurrimiento; Eca=cantidad de agua captada por la vegetación; P=pluviosidad.

4.1.3. Descripción de la zona

La zona de fomentos se ubica en los límites entre las unidades de la playa norte y la playa sur, en la parte final del río la Vega, casi en su desembocadura hacia la laguna de Palomas (Figura 11).

El ambiente que rodea a la zona se puede dividir en cuatro subunidades:

1) **Área de dunas yesíferas:** estas son de origen eólico derivados de sedimentos lacustres.

Los suelos que prevalecen en esta zona son de buen drenado, profundos, de origen calcáreo y arenosos yesosos. En algunos lugares presentan horizontes de yeso pétreo, ligeramente salinos y sódicos. Los suelos son Regosoles calcáreos y Yermosoles gípsicos (Breimer, 1988).

La vegetación se reparte de la siguiente forma: en las partes altas es ocupada por *Larrea divaricata* localmente asociada con *Yucca sp.*; en lugares con presencia de yeso fósil se encuentra *Fouquieria splendens*; en las partes bajas de las dunas son cubiertas por *Sporobolus airoides*.

Los estados de superficie se identifican en mayor medida como costras de yeso de origen eólico, vegetación halófito con coberturas inferiores al 40%.

2) Area de transición entre duna y playa: el material parental de esta zona es de origen aluvial.

El suelo es profundo calcáreo y arcilloso, fuertemente salino y sódico, con un drenaje regular. Los suelos son Solonchaks órticos, Yermosoles lúvicos y Fluvisoles calcáreos, salinos y sódicos (Breimer, 1988).

La vegetación es escasa y muy dispersa, regularmente afectada por sequías y salinidad, generalmente formada por *Atriplex sp.*

Los estados de superficie dominantes son las costras de decantación y costra de yeso. La cobertura vegetal no sobrepasa el 30%.

3) Area de playa: en esta parte el material parental son aluviones.

Los suelos son moderadamente drenados, profundos de origen calcáreo y arcillosos, presentan horizontes yesosos y fuertemente salinos y muy sódicos y son Yermosoles lúvicos.

La vegetación son matorrales dominados por *Suaeda nigrescens* e *Hilaria mutica* con codominancia de *Prosopis glandulosa*. y *Atriplex sp.*

El estado superficial con mayor presencia es el de costra de decantación, la vegetación no alcanza a cubrir el 40%.

4) La Vega: material parental de origen aluvial.

Los suelos presentan un deficiente drenaje, son profundos, arcillosos y de origen calcáreo, fuertemente salinos y sódicos. son clasificados como Solonchaks órticos y Fluvisoles calcáreos salinos y sódicos.

La vegetación es dominada principalmente por *Sporobolus airoides* y algunos manchones de *Suaeda nigrescens* y menor presencia de *Hilaria mutica* y *Prosopis glandulosa*.

El estado superficial presenta alteraciones encontrándose costras de erosión, escurrimiento y de acumulación, la cobertura vegetal es hasta un 30%.

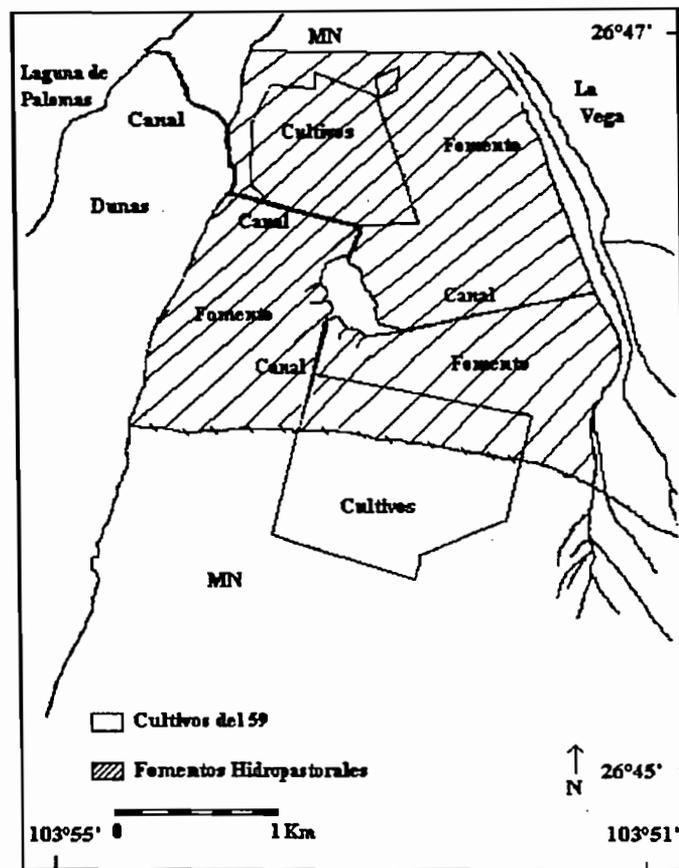


Figura 11. Area de Fomentos y Cultivos del 59.

4.1.4. Resultados de los transectos

4.1.4.1. Impacto del fomento sobre los estados de superficie y las características físico-químicas del suelo

El análisis global de la unidad de estudio de los fomentos hidropastorales y su comparación con su medio natural se ilustra en los Cuadros 7 y 8.

El cuadro 7 se basa en la comparación entre dos tipos de medios naturales; de playa y de transición duna-playa; los fomentos, ubicados en dos diferentes años: uno seco y otro lluvioso, este último cuantificado por Alberteau (1991).

El uso del término "medio, ambiente o área natural" es con el fin de establecer un parámetro comparativo en relación a sitios donde no se ha realizado ningún trabajo mecánico en el suelo; ya que de hecho el área ha estado, y está expuesta al pastoreo de ganado por varias temporadas, lo que priva la propiedad de ser considerada como una área natural original.

Cuadro 7. Por ciento de los estados de superficie del area de fomentos y sus medios naturales;. + P.gramíneas = pequeñas gramíneas.

Estados de Superficie (%)				
	Area de Fomentos		Area Natural (seco)	
	Lluvia	Seco	Playa	Transición Duna Playa
Decantación	24.23	31.61	41.48	27.68
Estructural	33.74	48.74	4.65	10.00
Costra de yeso	0.00	0.00	0.00	36.25
<i>Prosopis sp.</i>	2.98	0.08	11.41	0.25
<i>Atriplex sp.</i>	0.00	0.53	0.00	19.75
<i>Sueda sp.</i>	0.00	1.24	0.00	5.00
<i>Portulaca sp.</i>	1.41	0.00	0.73	0.00
<i>Pectis sp.</i>	0.68	0.00	0.00	0.00
<i>Parthenium sp.</i>	4.70	0.00	4.66	0.00
<i>Hilaria sp.</i>	1.34	0.00	10.77	0.00
<i>Sporobolus sp.</i>	9.89	17.36	0.81	1.07
<i>Chloris sp.</i>	7.39	0.00	18.61	0.00
P. gramíneas +	11.25	0.00	5.56	0.00
Indiferenciadas	2.36	0.00	1.35	0.00
Suelo desnudo	57.99	80.34	46.12	73.93
Vegetación	42.00	19.21	53.89	26.07
Mantillo	0.00	0.45	0.00	0.00

Este cuadro muestra las diferencias en el por ciento de vegetación que cubre la superficie del suelo en los fomentos entre los dos tipos de años; en el lluvioso se observa una cobertura de vegetación del 42%, mayor al 19.21% que posee el año seco, esto debido a la aparición o ausencia de las vegetación anual que surge únicamente en condiciones optimas de humedad. Los cambios en la formación de las costras superficiales se observan al haber incrementos en las costras de decantación y disminución en las del tipo estructural, además de la aparición de una costra más, la de erosión. Estos cambios van ligados a las variaciones en las condiciones climáticas, como lo son las precipitaciones, el viento, la temperatura, y al paso del tiempo, factores determinantes en la formación y modificación de las costras superficiales.

En el área de fomento, en forma local, se aprecian variaciones en los mosaicos de vegetación, mismas que permitieron dividir la zona en parcelas en función de las especies vegetales y de la cobertura que abarcan estas cada parcela (Figura 12). En general en toda la zona se puede observar un fuerte pastoreo, pues en una extensión bastante amplia solo se encuentran las bases de los macollos de pasto sin tallos (vegetación basal).

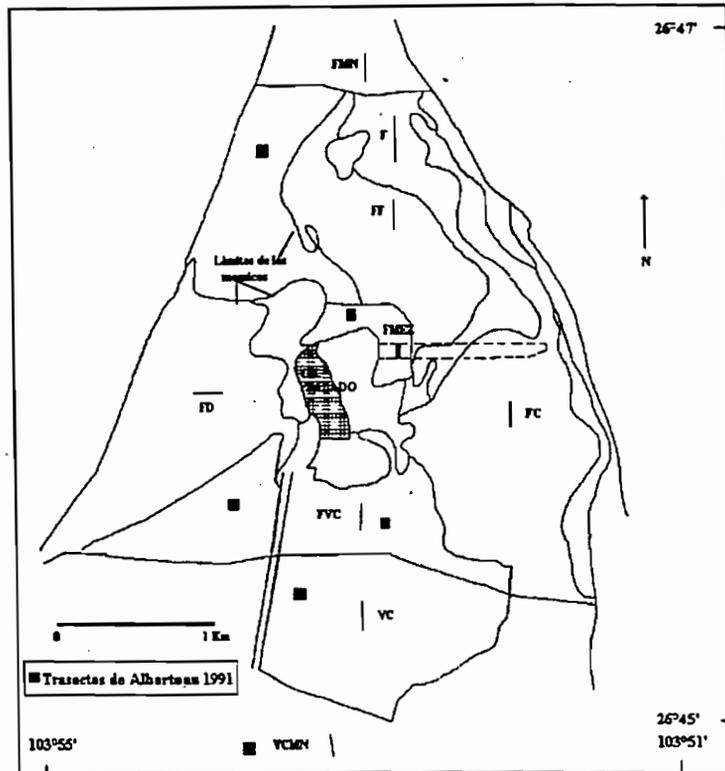


Figura 12. Ubicación de los transectos y límites de los mosaicos de vegetación. F, FF, FC, FVC, FD, FMEZ Y FMN=mosaicos de vegetación.

La especie vegetal que domina en el área en los dos años fue *Sporobolus airoides*, esta especie muestra un aparente incremento, un tanto confuso, en el año seco, la causa de esta disparidad es a razón de que en la evaluación hecha por Alberteau (1991) no considero algunas parcelas en donde el *Sporobolus* es la especie dominante, caso contrario al presente trabajo en el que se le dió prioridad a estas parcelas. La especie *Parthenium incanum* obtuvo una codominancia solo en el año lluvioso. Un efecto que provocó la disminución de la cobertura vegetal en fomentos, sobretodo de *Prosopis glandulosa*, fue el resultado del surcado, esto implicó el derribo de esta especie, misma que en la actualidad no se ha logrado regenerar debido a la falta de condiciones propicias, principalmente de humedad, para su restablecimiento.

En las áreas naturales se localiza un 46.13% de vegetación en playa, mayor al del área de fomento, y un 26.07 % en zona de transición duna-playa. La diferencia de las coberturas de suelo desnudo entre los dos tipos de medios naturales, de playa con 46.12 % y 73.93 % la zona de transición, puede ser debido también a las diferencias en las concentraciones de sales dentro del suelo, las cuales dificultan el establecimiento de vegetación; como es el caso del área de fomentos que se observa un incremento en la conductividad eléctrica, pH y la concentración de iones de cloruros y de los cationes de sodio, comparados con el área natural de playa, pero todas estas características físico-químicas no son superadas en valor a las mismas características del área de transición duna-playa (Cuadro 8). Esto último se explica por la ubicación cercana a la laguna de Palomas, la cual esta bajo la influencia de un acuífero salado (Brouste, 1992). Debido a que la zona de

transición está más cerca de la laguna se observa un patrón evolutivo en el que esa zona posee los más altos, de conductividad eléctrica, concentración de sales y el contenido de humedad. Por lo que la zona de fomentos representa el punto intermedio entre los dos ambientes naturales en el cual tiene valores en las características físico-químicas más bajos que en la zona de transición, y más altos que en el medio natural de playa.

En resumen podemos concluir que el proceso mecánico al que fue sometido el suelo, aunado a la influencia de la cercanía a la laguna de Palomas, tiene como respuesta algunos efectos negativos que hasta el momento no se han podido regenerar, como es el aumento de las áreas desprovistas de vegetación y el aumento en la concentración de sales minerales en la superficie del suelo.

Cuadro 8. Características físico-químicas de los suelos del área de fomento y sus medios naturales
%I.de yeso=índice de yeso; * = extracto al 1/16 en meq/l; **cv= coeficiente de variación.

Características Físicas y Químicas						
	Area de fomentos		Area Playa		Natural Transición Duna Playa	
	Media	CV**	Media	CV**	Media	CV**
	pH	8.50	0.03	8.02	0.03	7.72
CE (dS.m ⁻¹)	0.94	1.03	0.54	0.72	5.22	0.76
%Humedad	2.75	0.30	2.90	0.16	4.94	0.21
%I.de yeso	1.36	0.37	1.19	0.20	1.68	0.22
Carbonatos *	1.87	0.50	2.16	0.40	0.83	0.65
Cloruros *	5.04	1.49	1.46	1.90	38.01	1.01
Ca ++ *	1.23	1.47	0.95	0.57	5.23	0.60
Mg ++ *	0.28	0.53	0.25	0.23	1.09	0.56
K + *	0.14	0.39	0.19	0.34	0.16	0.34
Na + *	6.30	0.95	5.93	1.16	55.12	0.74

4.1.4.2. Organización del medio según el fomento

4.1.4.2.1. Organización del relieve

Utilizando un promedio de las unidades de fomento, se hizo un reconocimiento de estado en el que se encuentra el microrelieve dentro de ésta. Las unidades tienen un 0.1 % de pendiente en promedio, orientadas en el sentido de la pendiente. Las estructuras que componen al trabajo del fomento presentan un estado de relieve relativo al nivel promedio del terreno, cuantificado con la media móvil de las alturas, fue descrito de la siguiente forma: los bordos y los canales del sistema de microcuencas muestran rasgos de erosión aunque aún conservan un cierto nivel de diferencias de alturas entre si. También se puede observar que el área de infiltración sobrepasa un poco el nivel del área de escurrimiento lo que produce una deficiencia en el drenado del agua de esta última al área de infiltración (Figura 13). Los valores del relieve pueden resultar insignificantes, pero considerando la suavidad del relieve, éstas pequeñas variaciones si llegan a tener efectos en el escurrimiento del agua. Con respecto a la cuantificación en los surcos y las zanjas en los fomentos resultó un tanto ambiguo, ya que el nivel de erosión en estas dos estructuras es tal que provocan una confusión en la identificación de las mismas. Por tal situación, se optó por denominar zanja a los sitios bajos y surcos a los que sobrepasan a los anteriores, esto resultó más eficaz

debido a que en cierta forma aun se conserva una organización que permite definir los límites entre una y otra estructura, mas no su identificación (Figura 14).

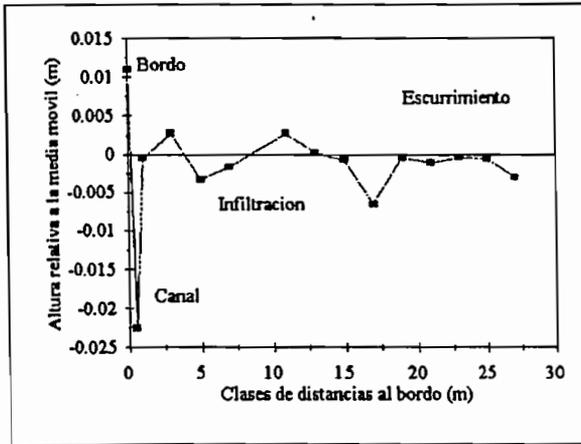


Figura 13. Corte promedio del la distribución del relieve en las unidades de fomento.

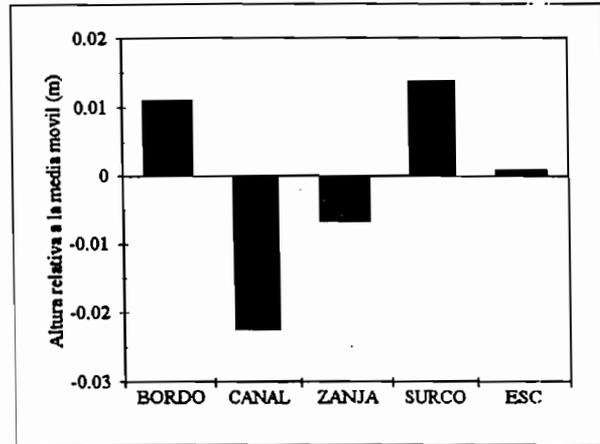


Figura 14. Estado del relieve de las estructuras de las unidades de fomento. ESC-zona de escurrimiento.

Desde 1986, año en que se realizaron los trabajos del fomento, hasta 1994 se registra un desgaste importante de las estructuras del mismo, sin embargo todavía conservan rasgos que permiten identificar el mismo patrón del trabajo efectuado.

4.1.4.2.2. La organización de los estados de superficie según el fomento

En forma local el tipo de estado de superficie que dominan en las unidades de fomento son: en las áreas desnudas las costras de erosión, de decantación y las del tipo estructural, y el *Sporobolus airoides* en el estrato vegetal; en la zona de escurrimiento se observa un incremento en el por ciento de frecuencia en costras de decantación, lo que confirma el hecho de que en esta parte el agua permanece estancada. La vegetación aparentemente se mantiene constante a lo largo de la unidad sin tener ninguna respuesta favorable en zona de infiltración (Figura 15); sin embargo, entre los límites de una unidad de fomento y otra se eleva un poco el porcentaje de frecuencia. El *Sporobolus airoides* tiende a mantener este mismo patrón pero con un leve incremento en la parte inicial de la zona de infiltración y un descenso entre los límites entre área de infiltración y el de escurrimiento.

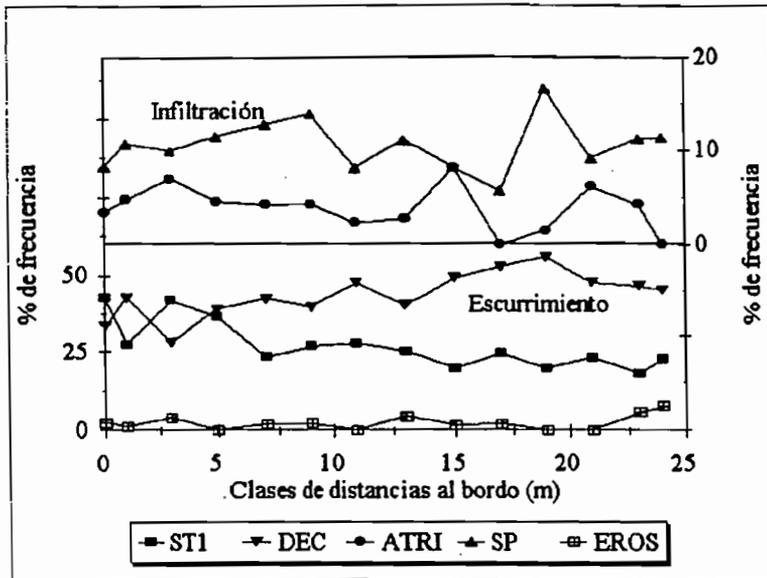


Figura 15. Corte promedio de los porcentajes de frecuencia de aparición de los estados de superficie en los fomentos. ST1-costra estructural 1; DEC-costra de decantación; ATRI-Atriplex sp.; SP-Sporobolus airoides; EROS-costra de erosión.

En las estructuras de zanja, canal y zona de escurrimiento las costras de decantación son las que mayor porcentaje de frecuencia poseen con 70.71 %, 69.32 % y 48.73 % respectivamente. En los bordos y surco dominan las costras de tipo estructural con 66.97 % y 51.22 % respectivos. La vegetación, y en particular el pasto *Sporobolus airoides*, se observa en mayor % de frecuencia en surcos con 18.9 %, en la zona de escurrimiento con 12.69 % y en bordos con 12.50 % (Figura 16).

Las distancias entre observaciones, las cuales asocian estados de superficie y elementos de relieve, varían en su tamaño, principalmente en respuesta a la alteración sufrida en el suelo y como un mecanismo natural de fragmentación y reorganización del medio, los cuales con el paso del tiempo, y la exposición a los mecanismos erosivos en el relieve, experimentan un proceso continuo en la misma fragmentación y reorganización del medio. Como ejemplo tenemos que en donde se realizó el surcado (área de infiltración), se observan distancias entre observaciones mas cortas, contrario a las distancias que se registran en la zona de escurrimiento (Figura 17).

El análisis en los estados de superficie nos permite concluir que el sistema empleado en esta zona no rindió muy buenos resultados puesto que lejos de incrementar la cobertura vegetal la disminuye, frente al estado natural de playa, sin embargo se incrementa la cobertura relativa de pasto *Sporobolus airoides* lo que resulta positivo como fuente de alimento para el ganado.

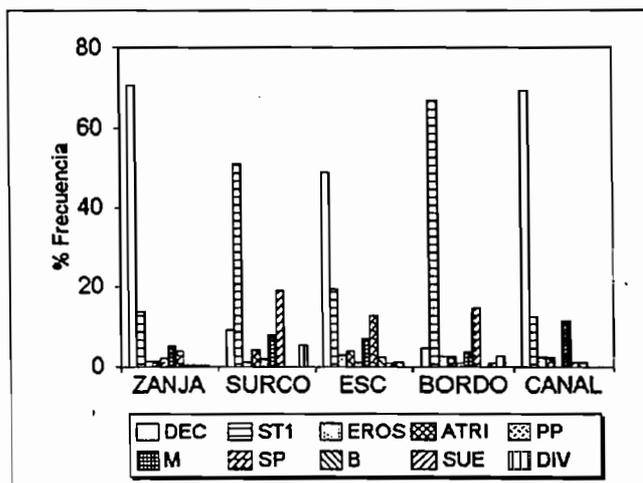


Figura 16. Porcentaje de frecuencia de aparición de los estados de superficie de las estructuras del fomento. DEC-decantación; ST1-costra estructural 1; EROS-costra de erosión; ATRI-*Atriplex sp.*; PP-*Prosopis sp.*; SUE-*Suaeda nigrescens*; SP-*Sporobolus airoides*; M-mantillo; B-decantación con bioderma; DIV-vegetación diversa.

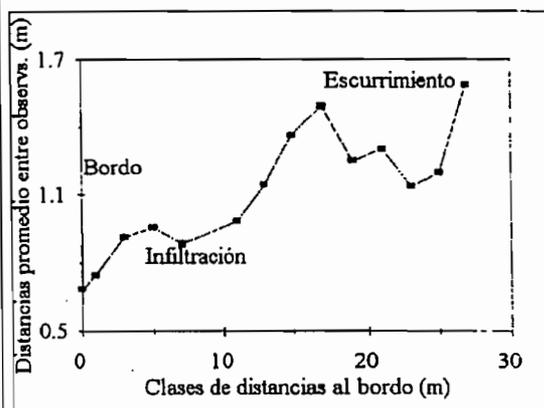


Figura 17. Corte promedio de las distancias entre sitios de observación en las unidades de fomento.

4.1.4.2.3. Organización de los parámetros físico-químicos

El objeto de establecer un área de infiltración en fomentos es el de facilitar el ingreso del agua de lluvia al suelo y aumentar de esta forma la oferta de humedad aprovechable para la vegetación. En el caso de los fomentos del sitio denominado Charco salado, en su área de infiltración logra contener más humedad; aunque por otro lado, sufre un ligero aumento en la conductividad eléctrica y en la concentración de sales de cloruro. En general, y a lo largo de la unidad de fomento, el pH, el índice de yeso y la concentración de sales de carbonatos se mantienen estables; solamente en la parte final del fomento, en donde hay señales de que se encharca más el agua, se registra un incremento más notable en la concentración de iones de cloruro, y consecuentemente en la conductividad eléctrica. (Figuras 18 y 19).

En las estructuras del fomento, en relación a la humedad; el surco y la zanja tienen un contenido un poco mayor que los demás elementos; pero en contraste, poseen mayor concentración de sales de cloruros, registrados en el extracto a 1/16: la zanja con un promedio de 4.71 meq/l y con 1.22 de coeficiente de variación y el surco con 6.34 meq/l media promedio y 1.47 de coeficiente de variación. Existe, además, un incremento muy fuerte en cloruros, lo que ocasiona la elevación en la conductividad eléctrica, a los 25 m, distancia que corresponde a la proximidad con el bordo de la siguiente unidad de fomento.

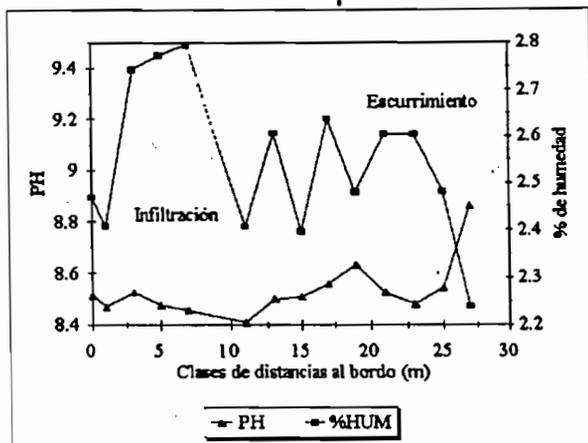


Figura 18. Corte promedio del porcentaje de humedad (HUM) y el potencial de hidrógeno (pH) en las unidades de fomento.

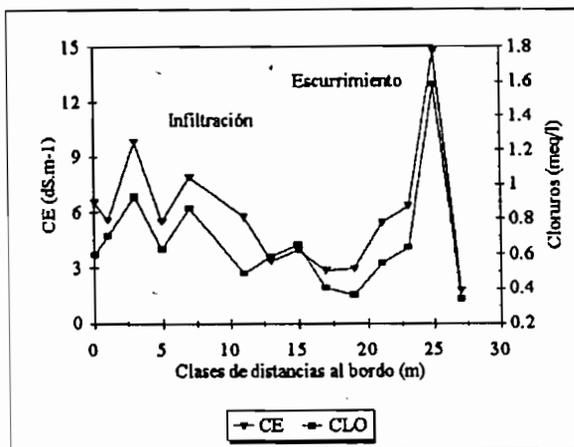


Figura 19. Corte promedio de la conductividad eléctrica (CE) y la concentración de cloruros (CLO) en las unidades de fomento.

Resumiendo, la vegetación aprovecha más las condiciones de humedad y se establece en mayor frecuencia en las zanjas del fomento. Aparentemente no parece haber algún efecto importante en los cambios de las características químicas del suelo en frente de la vegetación en las unidades de fomento ya que ésta se reparte con cierta uniformidad a lo largo de la unidad. Sin embargo, en la partes en donde la conductividad eléctrica disminuye se nota un leve incremento en la aparición de vegetación.

4.1.5. Comparación del fomento y su ambiente natural

4.1.5.1. Relación del relieve y los estados de superficie

Una comparación entre los rangos de nivel de los estados de superficie en el micro relieve, dio como resultado que en el área de fomento, los niveles, en muchos de los casos, resultaron con mayor amplitud que los que presenta el medio natural (Figura 20). La costra de decantación es la que mayor amplitud muestra entre las costras, es decir, que la decantación puede colocarse en partes bajas y en relieve, esto último sucede cuando en surcos o montículos de suelo tienen en su centro pequeñas hondonadas permitiendo de este modo la formación de pequeños charcos.

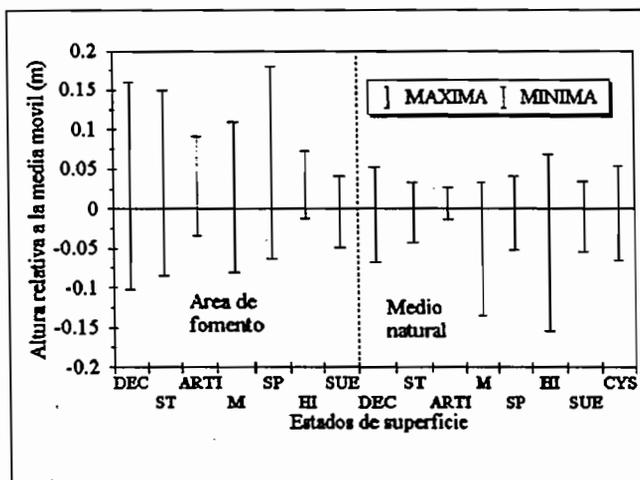


Figura 20. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en los fomentos y en su medio natural. DEC-decantación; ST-estructural; ARTI-Atriplex sp.; M-mantillo; SP-Sporobolus airoides; HI-Hilaria mutica; SUE-Suaeda nigrescens; CYS-costra de yeso.

La organización de los estados de superficie en relación al relieve, en general, la tendencia es similar entre los casos del fomento y del medio natural. Ambos casos presentan una organización semejante en cuanto al establecimiento de los estados de superficie en partes bajas o altas, diferenciándose entre si por la amplitud en los rangos que posee cada estado superficial en su respectiva área. La costra de decantación y el *Sporobolus airoides* son ejemplos claros, en el área de fomentos estos tiene una amplitud de rango de 25 cm entre sus niveles de relieve, en tanto que estos estados superficiales, en área natural, solo tiene 12 cm y 8 de amplitud, respectivamente. En *Hilaria mutica* sucede lo contrario, ya que posee mayor amplitud en estado natural que en fomentos, y esta se establece más en zonas de depresión que en sobreniveles. Estas variaciones de los estados de superficie, en relación al relieve en fomentos, son debidas a la irregularidad que tiene el relieve a causa de las alteraciones sufridas en la superficie del suelo por los sistemas de labranza.

Generalmente, en promedio, las costras de decantación se localizan en partes bajas o en lugares cuya pendiente es débil, y donde el agua pueda encharcarse. En los fomentos, estas costras pueden alcanzar 10 cm de fondo en comparación a los 7 cm que solo alcanza en el medio natural (Figuras 21 y 22). Las costras de tipo estructural tienen su mayor frecuencia de aparición en partes con cierto nivel mayor de relieve, aunque los sitios con niveles un poco mas altos, en la mayoría de los casos, están ocupados por vegetación, como el *Sporobolus airoides* que en fomentos crece en pequeños montículos de tierra alcanzando hasta 10 cm de altura, o el *Prosopis glandulosa* en donde los montículos en donde crece superan los 20 cm de nivel en el medio natural. La *Hilaria mutica* es un caso contrario, la especie habitualmente se desarrolla en sitios con relieves bajos de unos 5 cm promedio, también en área natural. Esta cuantificación del promedio en el porcentaje de frecuencia estados de superficie que aparece en los diferentes niveles del relieve, se hace posible extrayendo del nivel real del terreno el efecto de la pendiente mediante la media móvil, obteniendo una altura relativa a la media móvil.

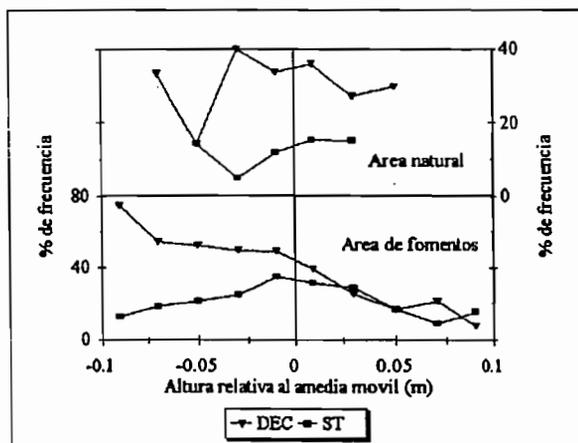


Figura 21. Relación del relieve con dos tipos de costras superficiales en fomentos y el medio natural. DEC-decantación; st-estructural.

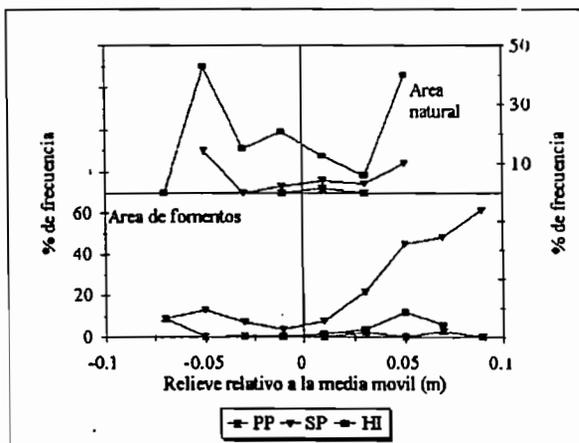


Figura 22. Relación del relieve con la vegetación en fomentos y el medio natural. PP-*Prosopis glandulosa*; SP-*Sporobolus airoides*; HI-*Hilaria mutica*.

La característica que particularmente encierra el área de fomento es la fuerte presencia de costras de decantación en las partes bajas y una presencia mayor de pasto *Sporobolus airoides* en las partes altas; el medio natural en las partes mas bajas dominan

tanto la decantación como el pasto de *Hilaria mutica* y en las partes altas las costras de decantación y las estructurales y en algunos casos pasto de *Hilaria* o arbustos de *Prosopis glandulosa*.

4.1.5.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos

El comportamiento de los parámetros físico-químicos enfrente del microrelieve parece tener algunos efecto en el fomento en relación a los que se observan en forma natural. La humedad en suelo parece alcanzar una estabilidad en su porcentaje al igual que el pH y la conductividad eléctrica, lo que no se advierte en el ambiente natural; sin embargo, el índice de yeso disminuye un 3 % promedio en los niveles del relieve, en comparación al % que tiene el medio natural. El contenido de iones de cloruros y carbonatos, en el estado natural se mantienen un tanto estables, contrario a los fomentos en donde en las partes bajas (del nivel 0 a 5 cm de profundidad abajo de al media móvil) los cloruros sufren un cambio muy radical que va de aumentar en los primeros centímetros a un descenso considerable en las partes mas bajas. (Figura 23).

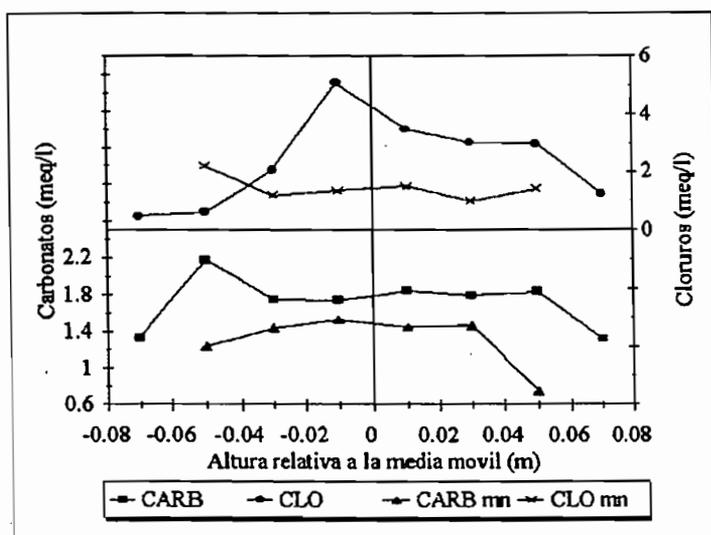


Figura 23 Relación del relieve y algunas característica químicas. Comparación entre los fomentos y el medio natural. CARB-carbonatos; CLO-cloruros; mn-medio natural.

El tipo de relieve que se encuentra en los fomentos tiende a homogeneizar valores de las característica físico-químicas , excepto en el contenido de sales las cuales incrementan su concentración en niveles cercanos al nivel cero y los disminuye en los más bajos. En el ambiente natural, las sales se mantienen mas estables debido a que en esta área la organización horizontal del suelo no sufrió alteración como en los fomentos.

4.1.5.3. Los estados de superficie y sus características físico-químicas.

Los estados de superficie mostraron características físico-químicas particulares y se localizan variaciones entre el área de fomentos y el medio natural, excepto el pH que se mantiene casi sin variaciones (Cuadro 9). En fomentos la conductividad eléctrica disminuye en las costras de decantación y aumenta en las estructurales, también se aprecia una

disminución en la humedad en casi la totalidad de los estados superficiales enfrente de los del medio natural. Las concentraciones de sales son las que mayor variación tienen entre los estados de superficie. En fomentos los iones de carbonatos en costras de decantación aumentan su concentración, pero se ve disminuidas en las estructurales. En fomentos casi todos los estados de superficie superan en concentración de cloruros a los del medio natural.

Cuadro 9. Características físico-químicas de los estados de superficie del área de fomento y el medio natural. PH-potencial de hidrógeno; CE-conductividad eléctrica; H.YESO-humedad en yeso; CARB-carbonatos; CLO-cloruros; MD-media; CV-coeficiente de variación; C.yeso-costra de yeso.

Características Físico-Químicas de los estados de superficie												
	pH		CE (dS.m ⁻¹)		Humedad (a 55°) %		I.de yeso (a 105°) %		CARBO meq/l		CLO meq/l	
Área de Fomentos												
	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV
Decantación	8.50	0.03	0.70	0.84	2.60	0.33	1.30	0.51	2.00	0.51	3.06	1.53
Estructural	8.48	0.03	1.08	1.08	2.55	0.38	1.33	0.22	1.62	0.38	6.36	1.43
<i>Sporobolus sp.</i>	8.57	0.02	0.45	0.76	2.82	0.19	1.50	0.13	1.37	0.34	2.14	1.73
<i>Hilaria sp.</i>	8.43	0.03	0.37	0.13	1.58	0.14	1.08	0.39	1.71	0.11	0.66	0.53
Medio Natural												
	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV
Decantación	8.06	0.32	0.55	0.31	2.94	0.17	1.14	0.32	2.38	0.43	1.59	0.66
Estructural	8.01	0.01	0.44	0.31	3.00	0.15	1.24	0.08	2.40	0.40	0.67	0.14
<i>Hilaria sp.</i>	7.97	0.03	0.43	0.42	2.89	0.17	1.23	0.09	1.85	0.33	0.81	1.00
C. yeso	7.69	0.03	4.72	0.64	4.81	0.16	1.63	0.16	0.55	1.00	32.1	1.00

De acuerdo a las características físico-químicas de los estados de superficie podemos hacer una evaluación del establecimiento de la vegetación. Y conociendo la tendencia de dirigirse los fomentos al medio natural de playa en estas características. En fomentos resalta una fuerte cobertura de pasto *Sporobolus*, debido a que este pasto resiste mayores concentraciones salinas que *Hilaria mutica*, siendo el caso para el área de fomentos, en donde hay mayor concentración de sales que en medio natural de playa.

Aunque en algunas costras el contenido de humedad se muestra un tanto favorable, la vegetación no surge ya que las concentraciones de sal son mas elevadas que las que presenta la misma vegetación tanto en fomentos como en el ambiente natural.

4.1.5.4. Evaluación del estado del fomento.

4.1.5.4.1 La fragmentación del medio.

Los estados de superficie suelen estar influenciados, en la mayoría de las ocasiones, por las variaciones del relieve que tiene el terreno en donde se desarrollan. En zonas en donde se ha realizado un trabajo mecánico al suelo, como el caso de los fomentos, la organización del microrelieve del lugar es afectado y por consiguiente también la de los estados de superficie. La figura 24 muestra como se distribuyen las distancias entre los sitios de observación (medición que relaciona estados de superficie y relieve). En el área de fomento se estima que alrededor del 60 % de la superficie tiene fragmentaciones menores a 1.5 m, en cambio en el medio natural, para esta misma longitud de fragmentación solo alcanza una superficie de 20 % aproximada en zona de transición duna-playa y un 30 % de

la superficie en playa. En esta misma figura se alcanza a observar una evolución entre las parcelas del fomento, las parcela FMEZ y FD, tienden a acercarse al tipo de fragmentación que tienen los medios naturales (MN), las demas (FVC, FF, F y FC), todavia conservan una fragmentacion con distancias muy cortas. El deterioro del medio es un factor que promueve un acercamiento al estado natural, y principalmente si nos referimos al relieve.

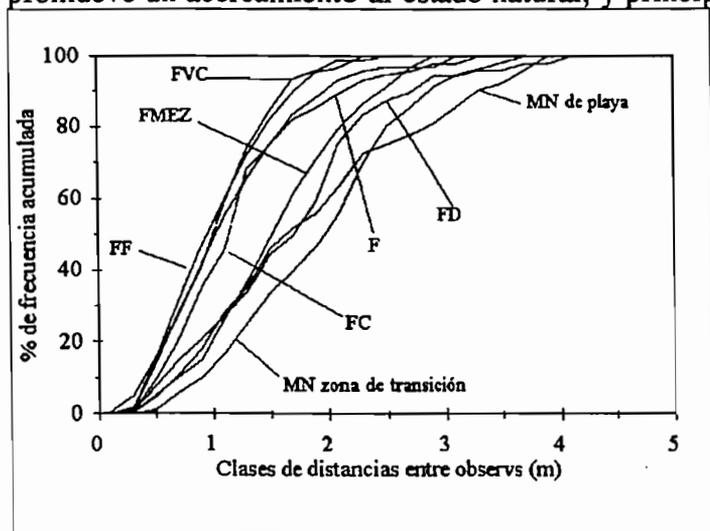


Figura 24. Histograma del porcentaje de superficie de las distancias entre los sitios de observación.

4.1.5.4.2. Relación de la fragmentación del medio con los estados de superficie y algunos parámetros físico-químicos.

Un análisis de correlación entre los estados de superficie con los porcentajes superficiales de las distancias de las fragmentaciones (Figura 25) nos permite comprobar la tendencia a reorganizarse las diferentes parcelas del fomento. Las parcelas FD Y FMEZ perdieron gran parte de su estructura fragmentaria que le proporcionó el trabajo del fomento, contrario a las parcelas FF, FVC, F y FC que todavía conservan un poco de ella. Las parcelas FF y FMEZ son casos especiales en donde, por ejemplo, la primera aun cuando conserva un tanto su estructura fragmentaria, es la que posee una mayor frecuencia de vegetación de todas las parcelas. Esto permite concluir que esta última parcela es la que alcanzo mayor éxito ya que presenta coberturas vegetales cercanas la del medio natural de playa (MNP). La parcela FMEZ muestra una fuerte aproximación al ambiente natural de playa en función a que tanto su estructura fragmentaria, como la vegetación se van acercando poco a poco a este ambiente. La parcela FD es un caso de total fracaso, ya que esta a pesar de haber perdido parte importante de su estructura no ha logrado recuperarse en su cobertura vegetal. Todos estos fenómenos de respuesta al deterioro de la fragmentación y la vegetación van también relacionados a algunos aspectos físico-químicos los cuales a su vez se interrelacionan a los anteriores, por ejemplo el hecho de que las parcelas FMEZ y FF sean las que tengan mayor frecuencia de vegetación va ligado a un contenido de humedad y una conductividad eléctrica cerca de los mismos valores que posee el medio natural de playa (Figura 26).

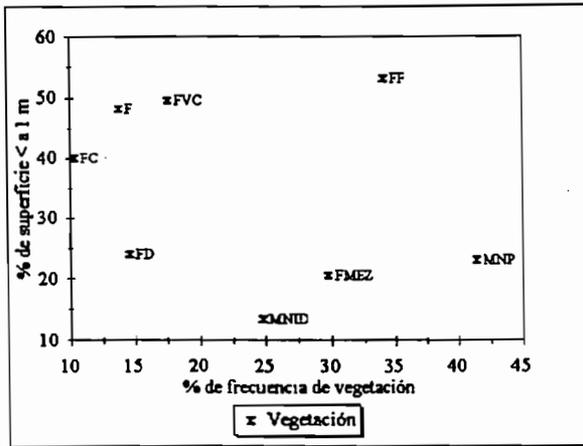


Figura 25. Correlación entre la vegetación y el porcentaje de superficie de sitios < a 1 m.

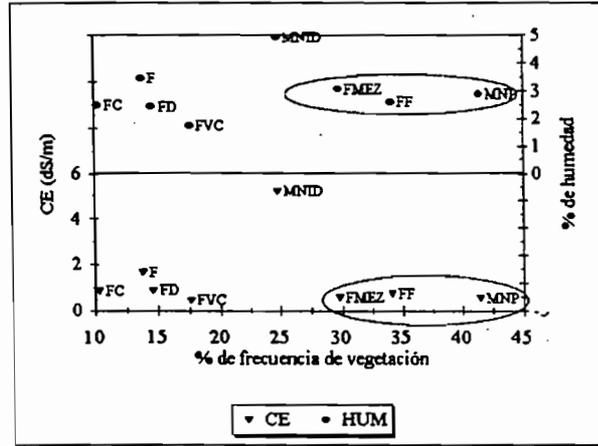


Figura. 26 Correlación de la vegetación y algunos parámetros físico-químicos.

4.1.6. Conclusiones de los fomentos hidropastorales del charco salado.

Podemos concluir que los trabajos de fomento hechos en 1986, no resultaron de gran impacto en relación al aumento en la producción de forraje para el ganado. El área aun posee un considerable porcentaje de suelo desnudo. El surgimiento y la organización de la vegetación está lejos de parecerse al arreglo del medio natural. Un aspecto que puede justificar en parte el trabajo, es el aumento en el porcentaje de pasto de *Sporobolus airoides*, aunque no logra sobrepasar el porcentaje de la vegetación total que tiene el medio natural. Las estructuras del fomento (bordos, canales, surcos y zanjas) estan muy desgastados a causa de la erosión, lo que hace pensar el sistema ha nulificado su funcionalidad. La debil pendiente que existe en el área (menores al .5%) explica que en la mayoría de los casos el área de escurrimiento supera en el nivel del terreno a la zona de infiltración, lo que posiblemente sea otra causa del fracaso del sistema.

La humedad, influenciada por las irregularidades del nivel del terreno, al infiltrarse o encharcarse, ejerce una serie de variaciones en algunas características físico químicas como lo muestra la figura 27. A causa de los mismos encharcamientos en el área de escurrimiento hay un cierto movimiento en los iones existentes.

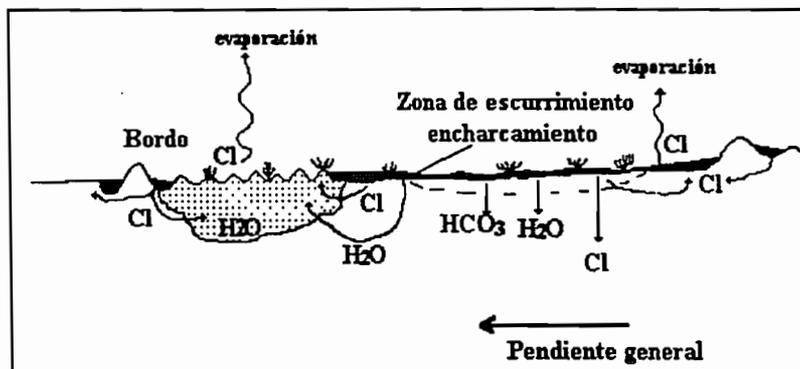


Figura 27. Efectos en las características físico-químicas del sistema de fomentos.

Todos estos argumentos nos dan como resultado que el sistema prácticamente sufrió un completo fracaso.

El estado general del fomento presenta una fuerte tendencia a reorganizarse mas a favor del estado natural de playa que al de la zona de transición duna-playa.

Se podría deducir que este sistema pudiera resultar funcional si se hubiera considerado la debilidad en la pendiente y su consecuente insuficiente capacidad de escurrimiento.

Tomando en cuenta los razonamientos anteriores, en concreto, se puede hacer la siguiente recomendación: disminuir las distancias del área de escurrimiento y el área de infiltración. Dar una orientación a los surcos del área de infiltración en favor de la pendiente para evitar los topes al escurrimiento y lograr que el agua realmente entre a esta zona y pueda infiltrarse. Realizar un sistema que delimite el área en bloques por medio de bordos, esto con la finalidad de evitar que el agua escape y por el contrario se mantenga mas tiempo en el sitio para permitir un mayor tiempo mismo que se reflejará en una mayor infiltración (Figura 28).

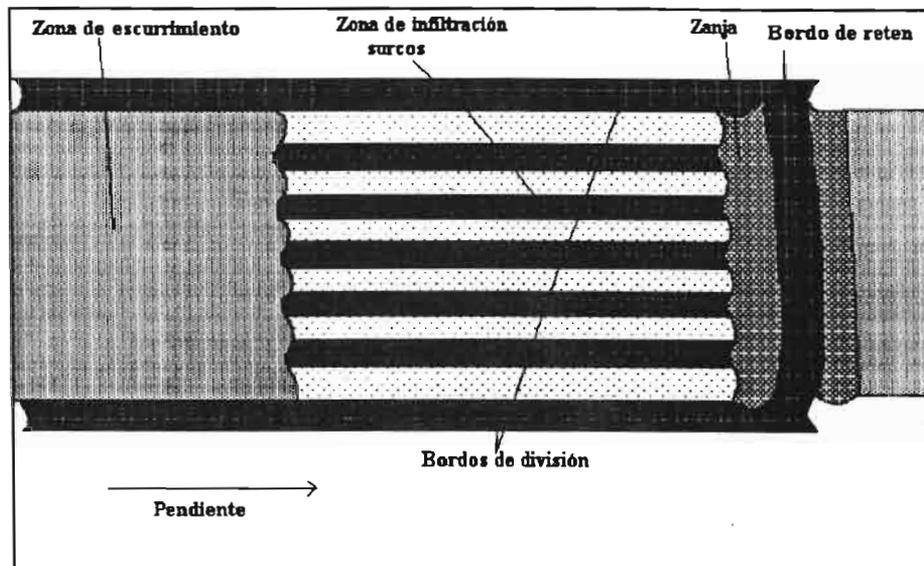


Figura 28 Modificación al sistema de fomento.

4.2. BORDOS DE FOMENTO

4.2.1. Introducción

Con el fin de aprovechar al máximo el agua, los pobladores del rancho de San Ignacio construyeron pequeños bordos para retener el agua de los escurrimientos provenientes de la lluvia. Estas pequeñas obras servirían para mejorar las condiciones de humedad del suelo para inducir el crecimiento de plantas, siendo el máximo interés el pasto forrajero para el ganado.

4.2.2. Historia y descripción del trabajo

El área de los bordos se incluyen dentro de los límites del rancho San Ignacio, este rancho cuenta con 20240 ha de extensión.

Los trabajos de los bordos localizados cerca al pequeño presón de El Cuatro, al igual que los bordos de Cerro Bola, se iniciaron en el año de 1986, fueron hechos con tractor agrícola trazando semicírculos de 50 metros de semicircunferencia orientados siempre a favor de la pendiente para facilitar el captaje del agua (Figura 29).

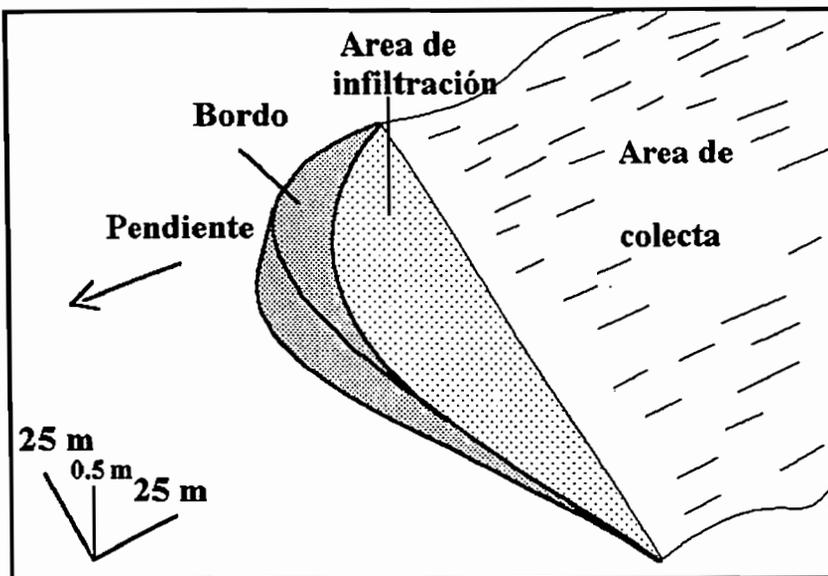


Figura 29 Bordo de fomento Hidropastoral.

Los bordos que están cercanos a las lomas Las Lolos, realizados en 1987, no fueron hechos para los mismos fines que los anteriores, debido a que se encuentran en una extensa zona de peladero con pendiente muy ligeras, esta zona representaba un sitio ideal para utilizarse como pista de aterrizaje clandestina. Se construyeron los bordos para evitar tal situación. Esto explica que no llevaran ningún orden y fueran dispuestos irregular, en cuanto a dimensiones, y sin orientarlos de acuerdo con la pendiente.

El objetivo de considerar estos bordos es el de poder comparar ambos trabajos (los bien planeados y los no planeados) para evaluar su efectividad, con respecto a la producción de pasto forrajero, además de los objetivos anteriormente tratados.

4.2.3. Descripción de la zona

El área se localiza a ambos lados del arroyo la Vega divididos en tres sitios; Bordos el Cuatro, con una superficie de 1243.4 ha; Bordos Cerro Bola abarcando 773.2 ha y Bordos las Lolos con 366.42 ha de superficie, de los tres sitios solo dos se estudiaron (Figura 30).

4.2.3.1. Bordos las Lolas: Esta parte constituye la parte más baja de la bajada inferior. El material depositado es de origen aluvial. El área es una zona de peladero con escasa presencia de mogotes.

El suelo tiene un deficiente drenado (Reyes, 1992), profundo, calcáreo, arcilloso, de fuerte a moderadamente salino y sódico a profundidad. Los suelos se clasifican como Yermosoles lúvicos y háplicos.

La vegetación de esta zona es la caracterizada como mogote (Montaña, 1988). Las especies que dominan esta asociación vegetal son *Prosopis glandulosa*, *Hilaria mutica*, *Flourenzia cernua*.

La costra de erosión hídrica, estructurales, costra de decantación con evolución a erosión, además de una costra de erosión de escurrimiento y acumulación son los estados superficiales que presenta la zona en forma repartida, la cobertura vegetal es inferior al 40%.

4.2.3.2. Bordos el Cuatro: los trabajos están situados en la parte central de la playa de la reserva. El material parental es de origen aluvial.

Los suelos tienen malos drenajes, moderadamente salinos y sódicos, presencia de un horizonte yesífero, en algunas partes llega a ser fuerte la salinidad y muy sódico, suelo arenoso arcillosos y profundos. Se clasifican como Yermosoles lúvicos y gypsic.

Esta área se caracteriza por su vegetación en manchas de *Hilaria mutica* y pequeños matorrales de *Suaeda negrescens* asociada con *Prosopis glandulosa*.

Los estados de superficie están compuestos por costras de erosión hídrica y estructurales, en algunos sitios domina la costra de decantación. El estrato herbáceo, principalmente halófilo, no llega a cubrir el 40% de la superficie.

4.2.3.3. Bordos Cerro Bola: en esta parte no se realizó ningún estudio por ser semejante el área y el tipo de trabajo al que se hizo en los bordos el cuatro, éstos se localizan en el extremo sur del arroyo la Vega sobre su costado este. El ambiente natural se ubica dentro de la misma descripción que se menciona en los cultivos de San Carlos.

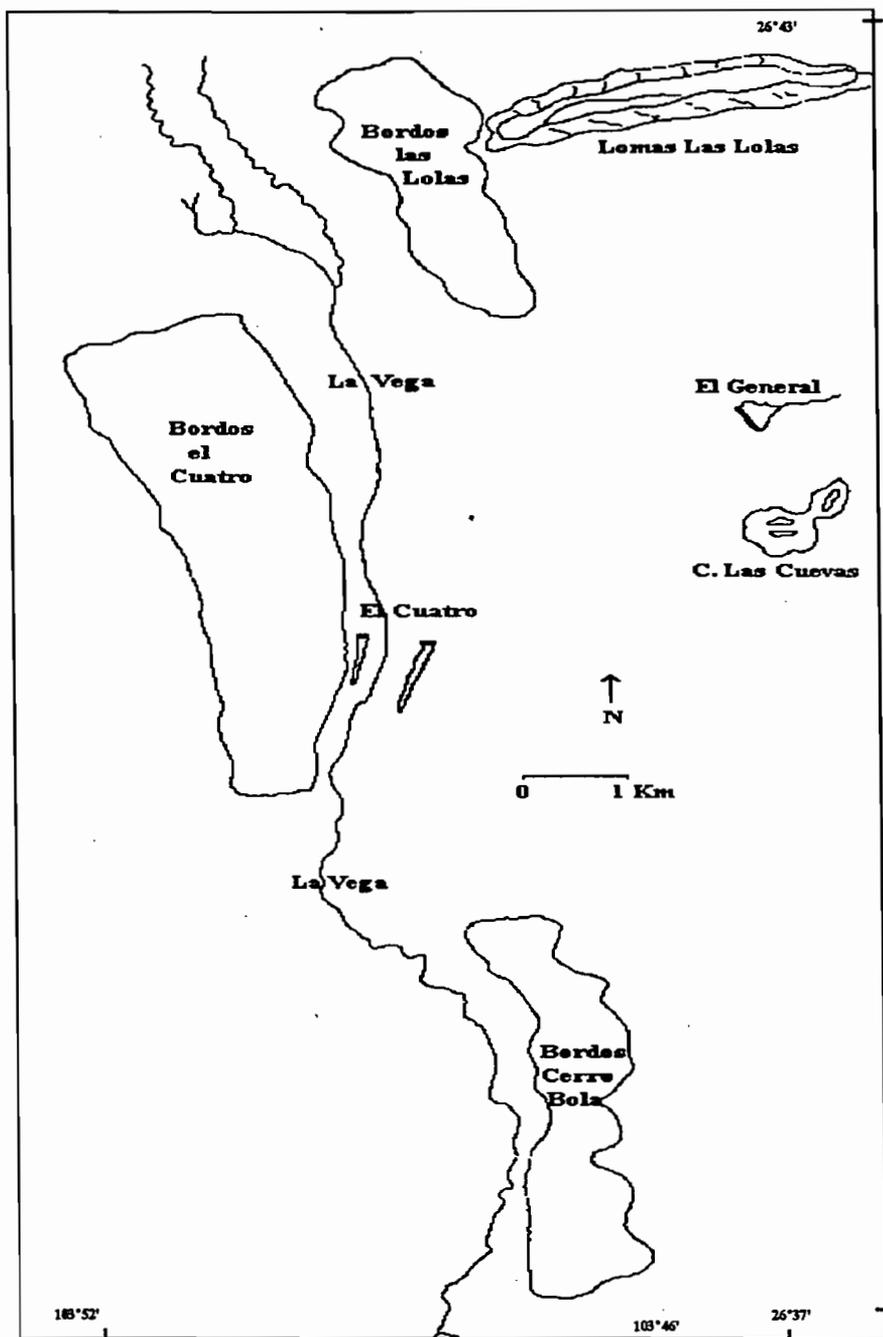


Figura 30. Ubicación de las áreas de bordos de fomentos hidropastorales

4.2.4. Resultados de los transectos

En esta parte se hace un análisis de dos tipos de bordos de fomentos, unos bien realizados (bordos el Cuatro) y los mal planeados (bordos las Lolos), que existen dentro de la reserva y se realiza una sencilla comparación entre ellos para evaluar la efectividad, y principalmente para el caso de los bordos el Cuatro.

4.2.4.1. Impacto de Los bordos de fomento sobre los estados de superficie y las características físico-químicas del suelo.

Al igual que en los fomentos de surcado Lyster del charco salado, el estado general que actualmente guarda este tipo de fomentos no es tan alentador. La cobertura del suelo desnudo superan entre un 5% y un 35% en los bordos el Cuatro y las Lolas, respectivamente, a la del medio natural. Las costras estructurales tienen un aumento considerable, sobretodo en bordos el cuatro. La vegetación disminuye más de un 50 % en su cobertura en los bordos las Lolas y las especies de importancia, desde el punto de vista forrajero, como *Hilaria mutica* que prácticamente desaparecen y son sustituidas por otras especies en ambos bordos. En tanto a su estado físico-químico, el sistema de bordos tiende a aumentar algunos de sus parámetros, como la conductividad eléctrica, la concentración de iones de cloruro y la humedad. (Cuadro 10).

Cuadro 10. Porcentaje de los estados de superficie y características físico-químicas del área de bordos y su medio natural (MN); * =meq/l del extracto 1/16; cv=coeficiente de variación.

Estados de Superficie (%)								
	B. las Lolas		B. el Cuatro		MN de mogote		MN de mancha	
					Las Lolas		El Cuatro	
Decantación	62.25		40.99		37.92		67.5	
Estructural	35.49		43.21		34.35		12.64	
Suaeda sp.	0.00		2.72		0.00		0.00	
Atriplex sp.	1.79		4.11		7.10		0.00	
Hilaria sp.	0.00		0.00		7.25		14.46	
Prosopis sp.	0.00		0.00		7.81		0.00	
Castella sp.	0.00		0.00		2.60		0.00	
Diversos	0.41		5.77		0.00		3.08	
Suelo desnudo	97.74		84.21		72.27		80.13	
Vegetación	2.20		12.61		24.76		17.54	
Mantillo	0.06		3.18		2.97		2.33	
Características Físicas y Químicas								
	B. las Lolas		B. el Cuatro		MN de mogote		MN de mancha	
	Media	CV	Media	CV	Media	CV	Media	CV
pH	9.03	0.07	8.09	0.06	8.06	0.06	7.93	0.02
CE (dS.m ⁻¹)	0.59	0.50	0.55	0.89	0.44	0.26	0.31	0.15
%Humedad	2.92	0.40	6.48	0.68	2.28	0.27	3.66	0.23
%I. de yeso	0.81	0.28	1.58	1.16	1.04	0.16	1.23	0.29
Carbonatos*	1.81	0.43	1.15	0.56	2.16	0.41	1.16	0.37
Cloruros *	2.14	1.06	1.40	1.16	1.02	0.31	0.69	0.20
Ca ⁺⁺ *	0.74	0.41	1.79	1.40	1.14	0.50	0.94	0.38
Mg ⁺⁺ *	0.18	0.31	0.25	0.60	0.28	0.31	0.21	0.28
K ⁺ *	0.33	0.50	0.26	0.73	0.15	0.29	0.66	0.27
Na ⁺ *	4.83	0.81	3.46	0.71	2.76	0.42	1.28	0.58

Este análisis global permite concluir que el agua que los bordos logran retener, no es suficiente para el establecimiento de vegetación deseable, pudiendo ser una causa el aumento en el contenido de sales, y la formación de costras de decantación que generalmente presenta aluviones finos (arcillas) y materiales cementantes que compactan las costras y evita la germinación de especies vegetales.

4.2.4.2. Organización del medio según los bordos de fomento

4.2.4.2.1. Bordos el Cuatro

4.2.4.2.1.1. Organización del relieve

Los bordos el Cuatro están localizados en un área con pendientes inferiores al 1%, pero en promedio una estructura de bordo tiene pendientes de 1.25%. Los bordos en general se observan fuertemente erosionados. En el año en que se realizó la medición del relieve (1994) el nivel de los bordos tenían apenas 4 cm de altura de los 15 cm mínimos que teóricamente poseían (Velasco-Molina, 1991) (Figura 31).

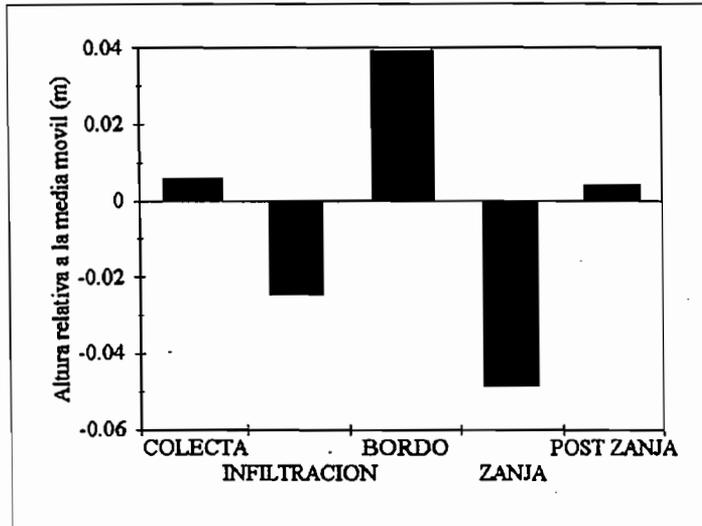


Figura 31 Alturas relativas de los elementos de los bordos el Cuatro.

El grado de erosión en estos bordos tiene que ver, un tanto, con el sentido en que se encuentren en relación a la pendiente general del terreno, ya que los escurrimientos del agua, en ocasiones, pasan por encima del bordo, acelerando el proceso erosivo.

4.2.4.2.1.2. Organización de los estados de superficie según los bordos el Cuatro

El promedio de la repartición de los estados de superficie a lo largo de este sistema de bordos (Figura 32), indica que en distancias detrás del bordo, las costras de decantación son las que mayor porcentaje de cobertura tienen, debidos a que en esta zona se logran acumular y almacenar sedimentos llevados por el agua, mismos que al ser depositados en la superficie del suelo y secarse forman estas costras. Particularmente, hasta los 3 m detrás del bordo se localiza la mayor cobertura de vegetación de todo el sistema del bordo. En bordos, la dominancia es para las costras estructurales. En la parte posterior al bordo se localizan, principalmente en los primeros metros, una mayor cobertura en las costras estructurales y conforme se va haciendo más larga la distancia hacia el bordo las costras de decantación van sustituyendo a las estructurales, esto ocurre por el efecto de un mayor escurrimiento de agua provenientes del bordo en los primeros metros después de este, los cuales se van atenuando conforme la distancia se va haciendo más larga. La vegetación, en esta última parte del sistema, tiene un importante incremento en los primeros metros reduciéndose de la misma forma como avanza la distancia.

La fragmentación en el terreno se manifiesta de la siguiente forma: las distancias entre los sitios observados (relación relieve-estado de superficie) anteriores al bordo van de los 1.5 m decreciendo conforme se acercan al bordo y acrecentándose en tanto se alejan. Esto responde a el efecto de corte del suelo al levantar el bordo y a la influencia que ejerce este antes (almacén) y después de este (escurrimiento).

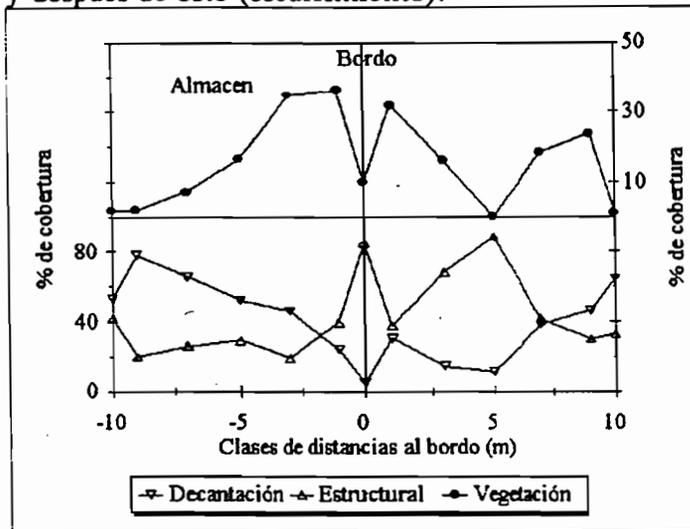


Figura 32 Corte promedio de la distribución en las coberturas de los estados de superficie en el sistema de bordos de fomentos el Cuatro.

En forma localizada, las partes con mayor porcentaje de vegetación son la parte de almacén antes del bordo y la zanja con 33% y 28% promedio respectivamente, sin llegar a igualar al estado natural.

La organización de los estados de superficie en los bordos son el resultado de la influencia que ejerce el bordo sobre estos. Por ejemplo, el establecimiento de mayor cobertura vegetal antes del bordo, es por la acción del mayor contenido de humedad en esta parte, misma que es aprovechada por la vegetación. Otro efecto es la formación de costras de decantación.

4.2.4.2.1.3. Organización de los parámetros físico-químicos

El fomento hidropastoral de bordos, es exitoso considerando que los contenidos de humedad, que en cuyo caso se localizan valores importantes antes del bordo e inmediato a este alcanzando incluso más de 12% en su contenido, y por lograr una estabilización en el índice de yeso el cual solo presenta un incremento en la parte del bordo llegando un poco menos del 14%. El pH se mantiene estable, en el bordo, en las partes cercanas a el y se incrementa en tanto se aleja de este. La conductividad eléctrica aumenta en forma irregular. En la parte cercana al bordo se observan incrementos que culminan en la parte de almacenaje, disminuyendo conforme la distancia al bordo se acrecenta. Los iones de cloruros y de carbonatos parecen evolucionar según el mismo patrón, en los costados cercanos al bordo tienden a aumentar en sus concentraciones, disminuyendo al irse alejando. (Figuras 33 y 34)

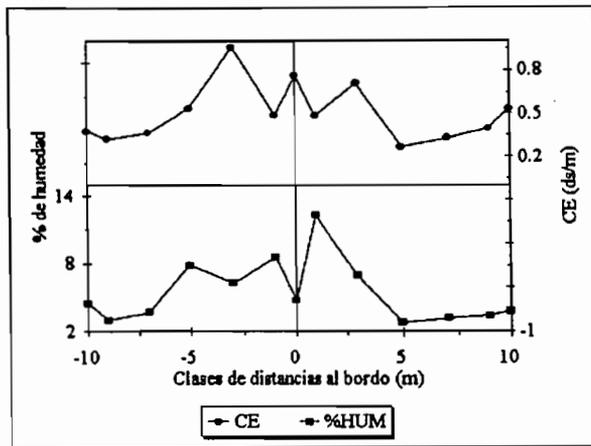


Figura 33. Corte promedio de la distribución de la conductividad eléctrica (CE) y el porcentaje de humedad (%HUM) en los bordos el Cuatro.

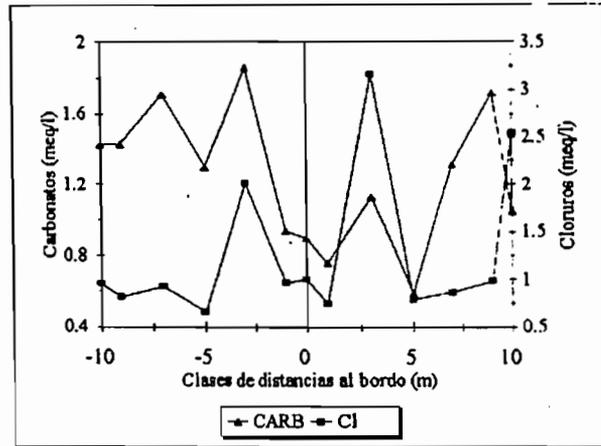


Figura 34. Corte promedio de la distribución de los contenidos de cloruros (CLO) y carbonatos (CARB) en los bordos el Cuatro.

El comportamiento físico-químico que registra este sistema se origina:

Primero, en las partes del bordo por el intercambio de materiales al realizar el movimiento de la tierra, lo que provocó que los horizontes de abajo, en donde regularmente se concentran más los yesos y las sales, quedaran finalmente distribuidos en las partes superficiales del bordo.

Y segundo, en las partes extremos del bordo por causa de los contenidos de humedad que pueden influir en los movimientos en las sales minerales.

4.2.4.2.2. Bordos las Lolos.

4.2.4.2.2.1. Organización del relieve

La pendiente general de la zona de los bordos las Lolos es también inferior al 1 % y localmente los bordos tienen como pendiente un 0.26 %. La orientación de estos bordos, paralela a la pendiente, provocó que los bordos sufrieran que en los del Cuatro, puesto que aún conservan un promedio de 10 cm de altura sobre el nivel general del terreno (Figura 35).

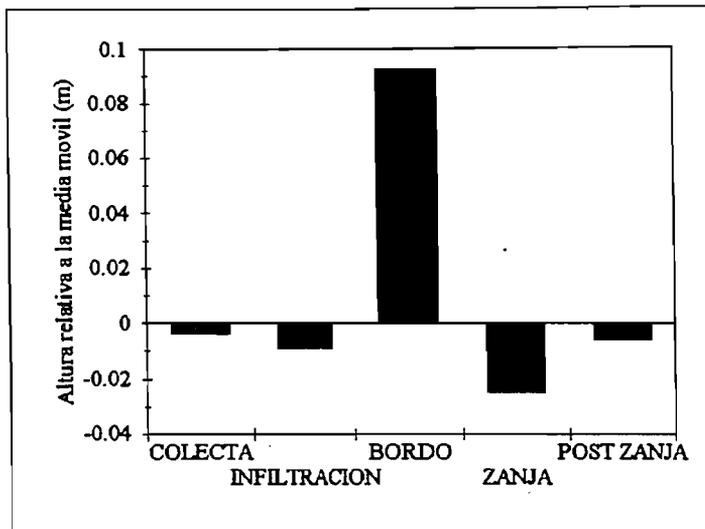


Figura 35. Alturas relativas de los elementos de los bordos las Lolos.

La posición de los bordos hizo que se mantuvieran en mejor condición pero los costados de este muestran una cierta tendencia a acercarse al nivel general del terreno debido a que en estas partes el agua escurre y erosiona la superficie del suelo.

4.2.4.2.2.2. La organización de los estados de superficie según los bordos de fomentos las Lolos

La repartición de los estados de superficie en estos bordo es caracterizada por la dominancia casi total por las costras de decantación en proceso de erosión, a excepción en el bordo en donde dominan las del tipo estructural. La vegetación se hace presente solo a unos metros antes del bordo y en forma muy escasa. Esta organización se presenta a causa de la mala orientación de los bordos evitando la función de retener el agua de escurrimiento. También es muy notoria la presencia de elementos gruesos, como lo son grabas y pequeñas rocas promediando cerca del 12% de la cobertura total en los bordos.

4.2.4.2.2.3. Organización de los parámetros físico-químicos.

En estos bordos las características físicas y químicas se observan con menos variaciones que en los bordos el cuatro, el índice de yeso y el pH casi no varían a lo largo del sistema; la humedad también se mantiene estable, solo en los primeros metros antes del bordo, tiene un salto en donde se eleva de 2.8% a 3.6% de contenido en el suelo. La conductividad eléctrica se comporta en forma irregular en todo el sistema alcanzando su valor máximo en el bordo. Los iones de carbonatos mantienen una tendencia a incrementar de la parte posterior a la anterior del bordo, sin observar un cambio importante en el bordo, sus valores de concentración. En cloruros, al igual que los otros parámetros anteriores, se mantiene estable, solo registra un fuerte ascenso en su concentración en la parte del bordo. (Figuras 36 y 37)

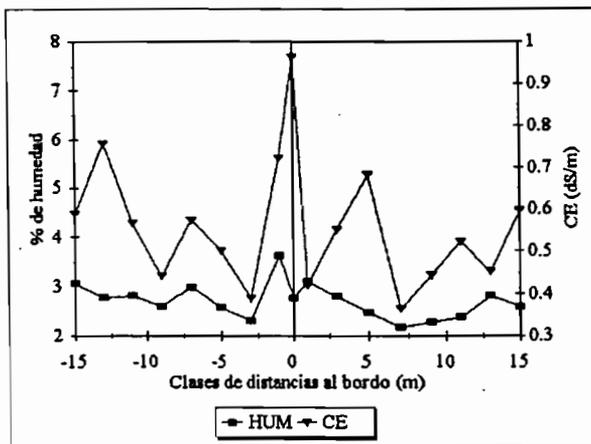


Figura 36. Corte promedio de la distribución de la conductividad eléctrica (CE) y el porcentaje de humedad (HUM) en los bordos las Lolos.

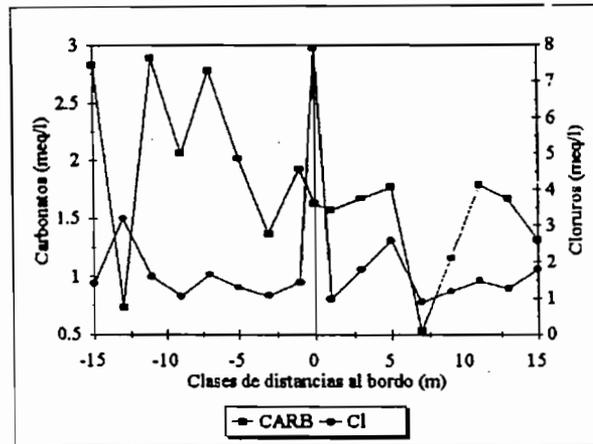


Figura 37. Corte promedio de la distribución de los contenidos de cloruros (CLO) y carbonatos (CARB) en los bordos las Lolos.

En estos fomentos, el bordo también jugó un papel importante en la organización de los componentes físico-químicos, es en las partes cercanas a el, y en este mismo, donde se presentan la mayores variaciones.

4.2.5. Comparación de los bordos y el ambiente natural.

4.2.5.1. Relación del relieve y los estados de superficie.

La reorganización de los estados de superficie en el área de bordos en común se ve afectada principalmente en las partes cercanas al bordo en donde se alteró el relieve original.

Un análisis de los rangos de amplitud que muestra cada estado de superficie tanto en área natural y el área de fomentos de bordo puede explicar lo anterior (Figura 38). Por ejemplo, las costras de decantación, en el área natural alcanzan mayores amplitudes que en el fomento de bordos, repartidas de igual forma tanto en zonas bajas como en partes altas. Contrario a los fomentos, que solo se limitan, en mayor forma, a los sitios bajos y cercanos al nivel 0. Las costras estructurales presentan una amplitud similar en ambos casos, solo que en los bordo se carga más a las partes con niveles altos. La vegetación en el área natural se establece principalmente en partes con niveles regulares a altos, y en los fomentos la repartición es a ambos lados del nivel.

La relación que guardan los estados de superficie en los fomentos de bordo, con los del estado natural, está en función de la alteración sufrida al relieve original y a la influencia del mismo bordo. Los bordos modifican el esquema que presentan los estados de superficie en forma natural, como en el caso de la vegetación de mancha, que regularmente se establece en pequeñas depresiones o en lugares con niveles debajo de la pendiente general del paisaje. En los fomentos, la vegetación prácticamente se localiza o en los extremos de los niveles, ya sea en los más bajos o en los de mayor nivel, excepto en la parte del bordo.

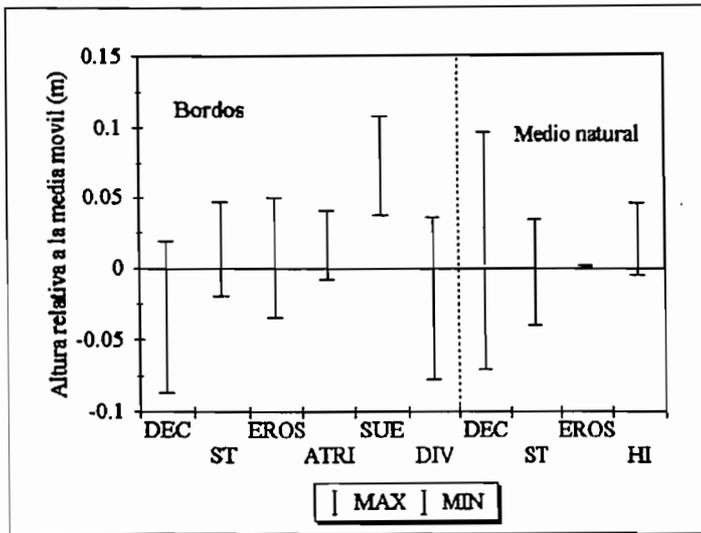


Figura 38. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en bordos de fomento y su medio ambiente. DEC-decantación, ST-estructural, Eros-erosión, ATRI-*Atriplex sp.*, SUE-*Suaeda nigrescens*, HI-*Hilaria sp.*, Div-vegetación diversa.

4.2.5.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos.

Prácticamente, las características tanto físicas como químicas no observan ninguna respuesta en relación al relieve, únicamente se logra un cambio importante en las partes altas. Esto se debe a que el bordos fue la única alteración el relieve existiendo un intercambio de materiales lo que contribuyó a la redistribución y aumento en los valores de algunos parámetros químicos.

En lo que respecta a la humedad se mantiene estable en ambos sitios, solamente se ven incrementos considerables en las partes bajas. El índice de yeso, en bordos, es menos variable en el relieve que en el medio natural. El pH solo muestra un cambio en los fomentos a los 2 cm de altura sobre la media móvil, al igual que los iones de carbonatos. Estos se mantienen estables en casi todos los niveles y en el medio natural. La conductividad eléctrica y los iones de cloruros se observan estable tanto en el ambiente natural como en bordos, únicamente en las partes altas en bordos se localiza un incremento considerable (Figuras 39).

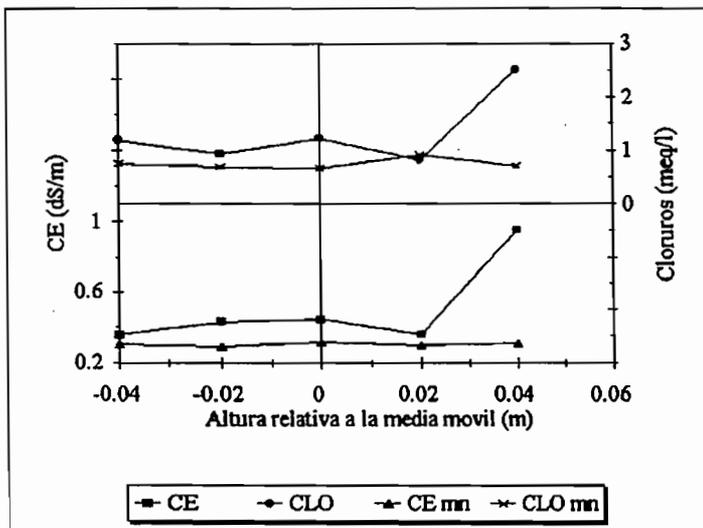


Figura 39. Relación del relieve y algunas características químicas. Comparación de los bordos y el ambiente natural (mn). CE-conductividad eléctrica; CLO-cloruros.

4.2.5.3. Los estados de superficie y sus características físico-químicas.

El análisis de los estados de superficie y sus características químicas sirve para dar un diagnóstico de las modificaciones que el suelo presenta en reacción a la influencia del bordo (Cuadro 11).

En fomentos de bordos el, pH es un parámetro que las costras de decantación se ve más elevado en relación de los valores que tiene el medio natural, mientras que en las costras estructurales y de erosión el valor baja. La conductividad eléctrica y el contenido en los iones de carbonatos y cloruros, también tienen un incremento en estas mismas costras en fomentos de bordo.

La vegetación en fomentos de bordos se desarrolla en suelos que poseen contenidos más elevados en bordos que en el medio ambiente en todos los parámetros. El pH es un parámetro que no presenta muchas variaciones.

Estas características se presentan en forma muy semejantes en ambos tipos de bordos (el Cuatro y las Lolas), el cual podemos definir como un patrón de comportamiento común.

Cuadro 11 Características físico-químicas de los estados de superficie de los bordos y su medio ambiente. CE-conductividad eléctrica; I. de yeso-índice de yeso; CARB-carbonatos; CLO-cloruros; MD-media; CV-coeficiente de variación.

Características Físico-Químicas de los estados de superficie												
	pH		CE (dS.m ⁻¹)		Humedad (a 55°) %		I. de yeso (a 105°) %		CARB meq/l		CLO meq/l	
Bordos el cuatro												
	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV
Decantación	8.27	0.06	0.41	0.13	2.19	0.19	0.97	0.19	1.98	0.23	0.99	0.28
Erosión	7.74	0.02	0.45	0.29	2.55	0.38	1.12	0.16	2.20	0.52	0.98	0.41
Estructural	8.00	0.03	1.18	0.68	5.38	0.21	1.18	0.06	1.21	0.05	1.40	0.60
<i>Atriplex sp</i>	7.65	0.13	1.22	0.50	7.09	1.69	1.50	0.25	0.56	0.49	1.05	0.36
<i>Suaeda sp</i>	7.88	0.03	1.52	0.74	7.10	0.52	1.52	0.25	2.96	0.42	2.73	0.64
Medio Natural												
Decantación	7.96	0.02	0.32	0.16	3.74	0.21	1.23	0.08	1.30	0.35	0.65	0.20
Erosión	8.16	0.04	0.37	0.33	4.13	0.47	2.12	1.47	1.04	0.28	0.88	0.35
Estructural	7.85	0.02	0.32	0.11	4.04	0.20	1.14	0.03	1.08	0.40	0.81	0.17
<i>Hilaria sp</i>	8.00	0.18	0.33	0.05	3.66	0.77	1.06	0.24	1.21	0.51	0.64	0.11
Bordos las Lolas												
Decantación	9.03	0.07	0.60	0.50	2.94	0.41	0.83	0.26	1.81	0.42	2.22	1.06
Erosión	9.02	0.07	0.42	0.09	2.62	0.17	0.61	0.47	1.80	0.45	1.28	0.04
Estructural	9.00	0.07	0.96	0.60	2.76	0.18	0.80	0.23	1.63	0.55	7.90	0.42
Medio Natural												
Decantación	8.27	0.06	0.41	0.13	2.19	0.19	0.97	0.19	1.98	0.23	0.99	0.28
Erosión	7.74	0.02	0.45	0.29	2.55	0.38	1.12	0.16	2.20	0.52	0.98	0.41
<i>Atriplex sp</i>	8.44	0.06	0.49	0.35	2.46	0.12	1.12	0.08	2.65	0.43	1.09	0.30
<i>Prosopis sp</i>	8.07	0.06	0.48	0.28	2.07	0.15	0.98	0.16	2.26	0.38	1.21	0.23

Este análisis nos ayuda a concluir el porque del mal funcionamiento de este sistema de bordos. El aumento en las concentraciones de sales en la mayoría de los estados superficiales en bordos, explica el por que de la sustitución del pastos forrajeros por vegetación más

halofitas (*Atriplex sp* o *Suaeda sp*) y la imposibilidad de surgimiento en lugar de las costras por las mismas circunstancias de salinidad.

4.2.6. Conclusión de los bordos de fomento

La evaluación realizada a este método permite comprobar el mal funcionamiento del mismo, aunque el bordo facilita una acumulación de humedad, esta no es aprovechada por vegetación deseable (pastos), si no por el contrario se establece un tipo diferente a la misma organización vegetal original. Como se dijo anteriormente, entre otras causas, este fenómeno produce el aumento en las concentraciones salinas en los primeros 20 cm del suelo por causas de la influencia de bordo sobre la humedad y esta última en el movimiento de las sales por efectos de la lixiviación y evaporación (Figura 40).

Una recomendación para este tipo de métodos es el de construirlos en base a un estudio de salinidad del suelo, es decir, podrían resultar más efectivos si se ubicaran en sitios con concentraciones menos salinas, más en zona de bajadas inferiores que en playa.

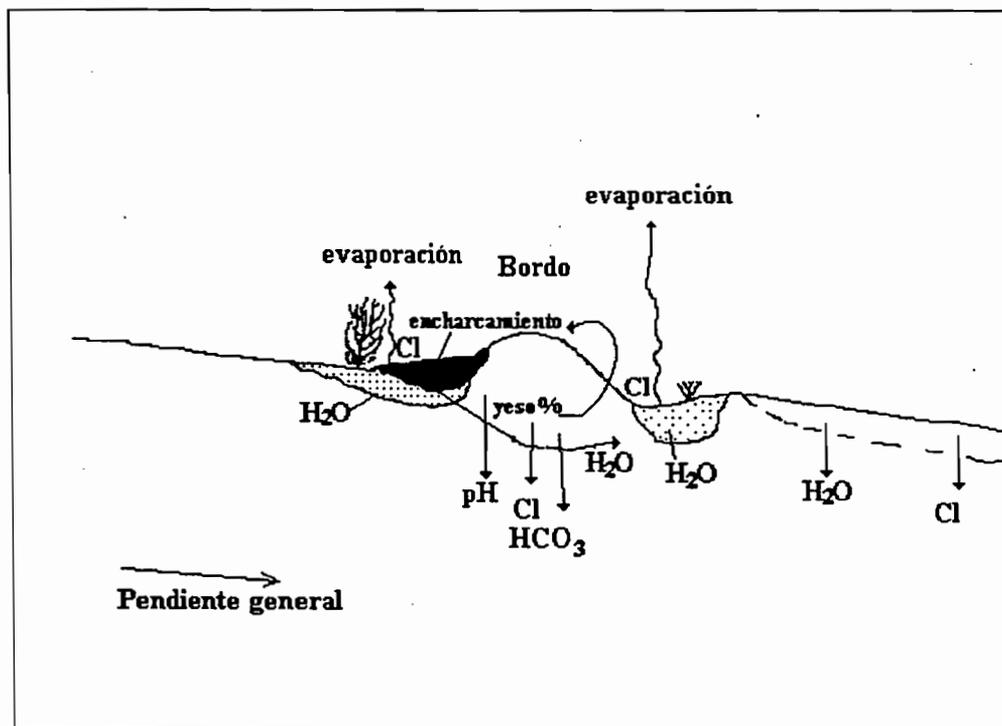


Figura 40. Efectos en las propiedades físico-químicas en una estructura de bordos de fomento.

4.3. CULTIVOS DE SANTA MARIA

4.3.1. Introducción

Esta zona de cultivo es la más antigua de la que se tiene conocimiento dentro de la reserva, y esta localizada en la parte oriental de esta, en la zona de conglomerados de caliza, muy cercana al preson el Cipriano en un ramal de arroyo de las Lilas. Abarcando aproximadamente unas 300 ha (Figura 41).

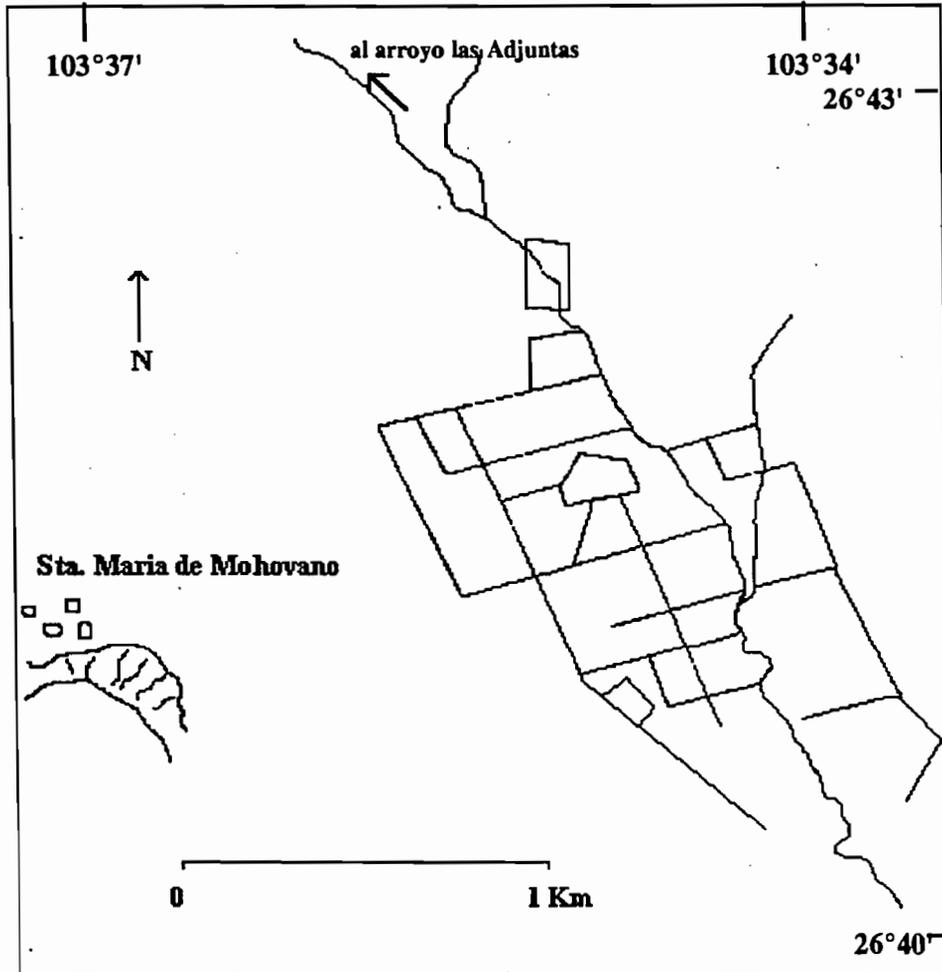


Figura 41. Localización de los cultivos de Santa María.

4.3.2. Historia y descripción del trabajo

El sitio se encuentra dentro de lo que fue la Hacienda de Mohovano, según los datos reportados por Barral (1995), la hacienda fue adquirida en 1907 por el Sr. Federico G. Ritter. En cuanto a la fecha de establecimiento de los cultivos no se encuentra registrado ningún dato. Se puede suponer que estos fueron realizados en algún periodo antes de la Revolución mexicana, ésto basado en información sustraída de un documento del registro publico de la propiedad del Partido de Mapimí que data de 1925, el cual hace mención de la existencia de dos presones (Cipriano y el Macho), en la actualidad aun se utilizan, y por la presencia de una red de canales que cruzan los campos de cultivo, y de unas compuertas (en pie aunque casi

destruidas) ubicados en el arroyo que atraviesa el área de los cultivos por la parte central. El sitio se extiende aproximadamente unos 1800 m a lo largo del arroyo.

Por la ubicación en el tiempo de los cultivos se deduce que las labores fueron realizadas por medios rústico, fuerza humana y la utilización de animales.

En la actualidad el área pertenece al ejido Vicente Guerrero (Las Lilas) fundado en 1939 y sufriendo numerosos cambios hasta quedar finalmente constituido en 7805 ha. Recientemente se han destinado pequeñas extensiones de terreno para el cultivo de frijol y maíz (10 ha aproximadamente) sin lograr cosechas favorables.

4.3.3. Descripción de la zona

El área natural que rodea a la parte que fue laborada es una zona de bajada en la que las calizas dominan en las partes donde la pendiente es mayor al 2%. En las partes de menor pendiente el aluvión es el material dominante.

Los suelos son de buen drenaje, profundos a poco profundos, rocosos y gravosos, calcáreo, y algunas partes con horizontes superficiales de limo o de arenas con arcilla. Se clasifican como Regosol calcáreo, Xerosol háplico y Yermosol rocoso (Breimer, 1988).

La vegetación es un matorral abierto de *Larrea divaricata* y *Fouquieria splendens* asociadas con *Yucca spp.*

Los estados de superficie varían entre elementos gruesos como roca y grava, en algunas partes con altos porcentajes de estos, y costras de erosión y decantación. La cobertura vegetal puede llegar hasta un 60%.

4.3.4. Resultado de los transectos

4.3.4.1. Impacto de los cultivos sobre los estados de superficie y las características físico-química del suelo

Esta zona de cultivos, a pesar de su antigüedad aún presenta ciertas alteraciones en su medio, pero, muestra un gran acercamiento, en algunas características físico-químicas y estados de superficie, al del estado natural (Cuadro 12).

En relación a los estados de superficie, la zona de cultivos, presenta porcentajes similares, tanto de vegetación como de suelo desnudo, al de su ambiente natural pero que sin embargo no están muy distantes. Una diferencia que les distingue, es la cantidad en el porcentaje de costras de decantación. El área de cultivos tiene mayor decantación debido a que esta se localiza en una depresión de la zona de bajada inferior y posee valores de pendiente mucho menores que el área natural, estando esta última en plena zona de bajada inferior, por lo que la pendiente es mayor y el estado de superficie dominante son los elementos gruesos (grabas y pequeñas rocas) asociados a costras de erosión.

En cuanto a las características físicas y químicas las variaciones entre ambas zonas son muy reducidas. El pH y el contenido de humedad se mantienen muy cercanos en las dos zonas. La conductividad eléctrica en el medio natural es un tanto mayor que en cultivos, esto por la presencia de mayor contenido en el índice de yeso y la concentración de cationes de calcio. En cultivos hay un incremento en el contenido de carbonatos y los cloruros se mantienen casi igual en ambos sitios.

Cuadro 12. Porcentaje de los estados de superficie y características físico-químicas de los cultivos de Santa María y su ambiente natural. %I.de yeso=índice de yeso; *=extracto al 1/16 en meq/l; CV=coeficiente de variación.**

Estados de superficie (%)				
	Area de cultivo		Medio natural	
Decantación	83.36		45.35	
Estructural	7.14		9.24	
Gruesos	1.50		34.79	
<i>Castella sp</i>	0.28		0.30	
<i>Prosopis sp</i>	2.36		3.50	
Cactaceas	0.00		0.13	
Suelo desnudo	92.00		89.39	
Vegetación	2.65		3.93	
Mantillo	5.35		6.68	
Características Físicas y Químicas				
	Area de cultivo		Medio natural	
	Media	CV**	Media	CV**
pH	8.31	0.03	8.24	0.06
CE (dS.m ⁻¹)	0.24	0.21	0.92	1.09
% Humedad	3.82	0.15	4.17	0.28
% I.de yeso	1.61	0.10	2.24	0.93
Carbonatos*	1.01	0.30	0.85	0.55
Cloruros *	0.76	0.29	0.77	0.28
Ca ⁺⁺ *	0.72	0.17	8.76	1.20
Mg ⁺⁺ *	0.17	0.12	0.26	0.60
K ⁺ *	0.17	0.26	0.19	0.36
Na ⁺ *	0.89	0.56	0.94	0.65

Salvo por las pequeñas variaciones en las concentraciones de carbonatos y calcio, podemos predecir una reincorporación del área a su medio natural. Otro indicador de esto es la propia vegetación, aunque muy escasa, la cual en el ambiente natural solo sobresale un 1.28% del área de cultivos, pero en la misma importancia de proporcionalidad entre las especies principales en ambos sitios.

4.3.4.2. Organización del medio según los cultivos

Esta parte del trabajo no se pudo desarrollar por verse algo incierta, la razón por la cual no se tomara en consideración es el impedimento de hacer un diagnostico de organización por el hecho de no encontrar las estructuras de labranza en el terreno (surcos, zanjas, bordos), los cuales son puntos de referencias para dar con un modelo de comportamiento según dichos trabajos.

4.3.5. Comparación del cultivo con su medio ambiente

La relación que se trata de establecer en esta parte resultó un tanto limitante por las diferentes condiciones que presenta tanto el área de cultivos como su ambiente natural; por

ejemplo, localmente ambas zonas tienen una pendiente general similar, sin embargo la diferencia altitudinal entre ellas es considerable debido a que los cultivos están dentro de una depresión y el medio natural en porciones más elevadas del terreno. Esto permite pensar la posible variabilidad en el contenido de materiales constituyente dentro del suelo en ambos sitios.

4.3.5.1. Relación del relieve y los estados de superficie

La comparación hecha a los niveles en los que se encuentran los principales estados de superficie (Figura 42), indica un rango de variación de 10 cm en los niveles de ubicación en el terreno en las costras de decantación en los dos sitios de estudio. Tendiendo más a las partes bajas en el ambiente natural que en cultivos. Las costras estructurales muestran mucho mayor amplitud (hasta 20 cm en el ambiente natural y de 8 cm en cultivos). La baja amplitud en esta costra en cultivo puede deberse a que en esta parte se logra una estabilidad mayor a causa de la ubicación del área en una depresión. En forma local, las pendientes en cultivos son mucho más suaves que en el medio natural con microrelieves no muy accidentados. Esto puede reducir un tanto la fuerza de inercia en los escurrimientos. Al contrario, en el medio natural existen pendientes fuertes al tener un microrelieve más accidentado (Figura 43).

La vegetación muestra que en ambas partes se ubican preferencialmente en niveles superiores a los 5 cm, siendo el *Prosopis glandulosa* el estado de superficie que mayor frecuencia tiene en este nivel y en general, la especie vegetal dominante en toda el área.

En ambas zonas las costras de decantación dominan de los niveles bajos hasta el nivel general, y hasta en 3 cm más arriba en cultivos. En el ambiente natural los niveles altos están ocupados en su mayoría por grabas o pequeñas rocas y en menor escala por costras estructurales.

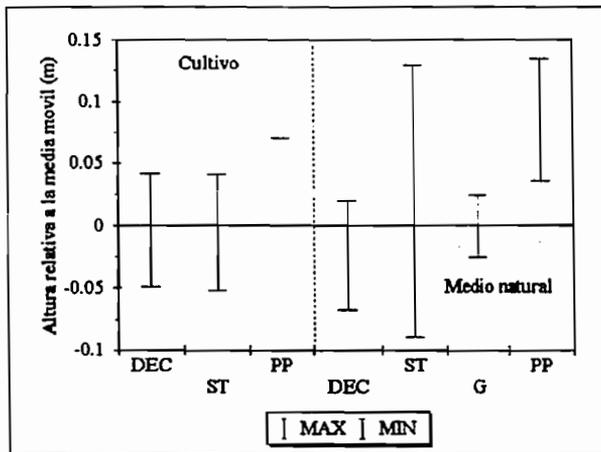


Figura 42. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en los cultivos de Santa María y su medio ambiente. DEC-decantación, ST-estructural, G-elementos gruesos; PP-*Prosopis glandulosa*.

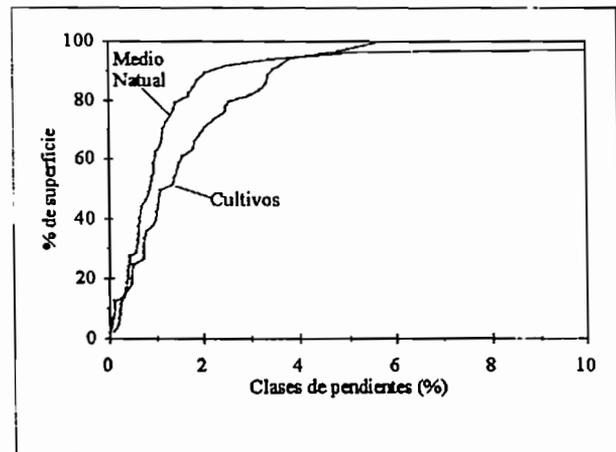


Figura 43. Histograma de pendientes.

A pesar de encontrarse ambos sitios en situaciones adversas, en cuanto al microrelieve y la pendiente local, la organización de los estados de superficie retornan a un comportamiento de organización similar.

4.3.5.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos.

Al parecer y como una posible respuesta a las antiguas labores de cultivo se observa una estabilidad en todos los parámetros observándose en casi todos valores más reducidos en cultivos.

En el medio natural, en los niveles cercanos al 0 relativo, el pH tiende a elevarse y la conductividad eléctrica disminuye (Figura 44). La humedad y el índice de yeso en el ambiente natural se elevan en los niveles superiores al general, solo en los niveles más altos la humedad disminuye.

Los iones de carbonatos en cultivos poseen mayores contenidos que en ambiente natural (Figura 45), teniendo concentraciones un poco mayores en las partes bajas del nivel. Los cloruros en ambos sitios poseen casi las mismas concentraciones estables en todos los niveles.

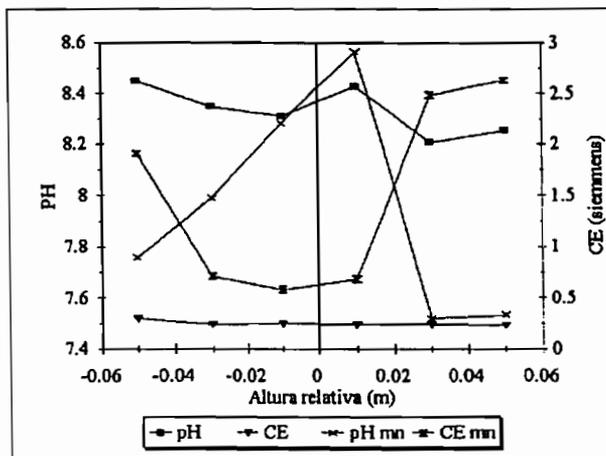


Figura 44. Relación del potencial de hidrogeno (pH) y la conductividad eléctrica (CE) con el relieve del terreno. mn-medio natural.

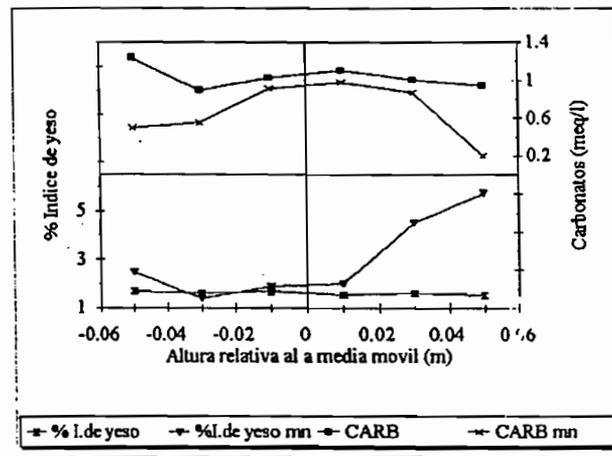


Figura 45. Relación del porcentaje del índice de yeso (I. de yeso) y la concentración de carbonatos (CARB) con el relieve del terreno. mn-medio natural.

Esta relación del relieve con las características físico-químicas permite percibir aun algunos efectos de las labores del cultivo al observarse una conducta de estabilidad en los valores físico-químicos en la zona de cultivos en todos los rangos del nivel del relieve.

4.3.5.3. Los estados de superficie y sus características físico-químicas.

El cuadro 13 permite diferenciar el estado físico-químico de los estados de superficie en los dos sitios. Se vuelve a distinguir un mayor % en el índice de yeso en el ambiente natural en todos los estados de superficie que muestra el cuadro y un mayor contenido de humedad. Las costras en cultivos tienen mayor concentración de carbonatos que en el medio natural.

La comparación que se presenta con *Prosopis glandulosa*, representa solo punto de apoyo, debido solo se tomo una muestra en cultivos, pero que sin embargo se utiliza como referencia para su diferenciación con el medio natural. Lo que se logra observar es un mayor contenido en el índice de yeso y en la conductividad eléctrica, y no distinguirse variaciones importantes en las concentraciones de cloruros y carbonatos. Esto reafirma la posible presencia en el medio natural de otros tipos de materiales.

Cuadro 13 Características físico-químicas de los estados de superficie en los cultivos de Santa María y su medio ambiente. CE-conductividad eléctrica; I. de yeso-índice de yeso; CARB-carbonatos; CLO-cloruros; MD-media; CV-coeficiente de variación; *-valor único.

Características Físico-Químicas de los estados de superficie												
	pH		CE (dS.m ⁻¹)		Humedad (a 55°) %		I.de yeso (a 10°) %		CARBO meq/l		CLO meq/l	
Area de Cultivo												
	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV
Decantación	8.31	0.03	0.24	0.22	3.82	0.15	1.61	0.10	1.02	0.29	0.76	0.29
Estructural	8.43	0.03	0.27	0.26	3.85	0.20	1.58	0.10	1.16	0.20	0.89	0.31
<i>Prosopis sp</i>	8.31	*	0.21	*	3.73	*	1.56	*	0.51	*	0.57	*
Medio Natural												
Decantación	8.16	0.06	0.89	1.03	4.92	0.24	2.32	1.05	0.91	0.50	0.85	0.34
Estructural	8.57	0.03	0.24	0.21	3.75	0.16	2.94	0.72	1.06	0.29	0.79	0.17
<i>Prosopis sp</i>	7.54	0.01	2.51	0.01	3.92	0.38	5.79	0.22	0.53	0.63	0.50	0.10

4.3.5.4 Evaluación del estado de los cultivos.

4.3.5.4.1. El estado del relieve.

El área de cultivos tiene una pendiente general menor al 1%.

De los trabajos mecánicos que se le hicieran al suelo antiguamente, no se encuentra ningún vestigio, no hay muestra de surcos o zanjas. En forma aislada, cortando su continuidad, se encuentran partes de lo que fuera la red de canales que distribuían el agua a las diferentes parcelas. En promedio los bordos de los canales actualmente tienen una altura de 40 cm aproximadamente y en longitud varían entre 30 m, 40 m, o más, ya que estos bordos cubrían el largo y ancho de toda esta zona.

Eliminando la pendiente del terreno a través de la sustracción de la media móvil de la altura a las alturas totales del terreno, se obtiene un relieve relativo del terreno. En el caso del relieve relativo de los cultivos de Santa María la tendencia es a un microrelieve no muy accidentado, más bien plano, incluso el área natural tiene microrelieves más accidentados.

La desaparición por completo de los trabajos realizados en el área da como resultado una zona con un microrelieve estable. Los pequeños escurrimientos hacia el ramal del arroyo las Lilas pudieron ser determinantes en el mismo proceso erosivo a través del tiempo y que en la actualidad dan al lugar una característica de un lugar relativamente plano.

4.3.5.4.2. La fragmentación del medio.

En el área las costras de decantación son el estado de superficie de mayor dominancia, con promedios de más del 80% de frecuencia a lo largo del transecto representativo realizado en el área. Las costras estructurales y de erosión aparecen en menores porcentajes en zonas localizadas de escurrimiento. Esta organización se debe a la condición casi plana del terreno.

La vegetación se reparte en forma irregular y con muy bajos porcentajes de coberturas. El *Prosopis glandulosa* es la especie que mayor frecuencia tiene en el área de cultivo alcanzando en su frecuencia un 18% en algunos puntos de medición hechos en el transecto.

La relación del porcentaje de superficie y las clases de distancias es muy similar en ambos sitios. Casi no existen fragmentaciones inferiores a 1 m en ninguno de los dos sitios.

Esto concluye que el efecto del laboreo hacia la fragmentación superficial del terreno *desapareció* y que ahora actúa un tipo de organización muy parecida a la que se observa en el medio natural (Figura 46).

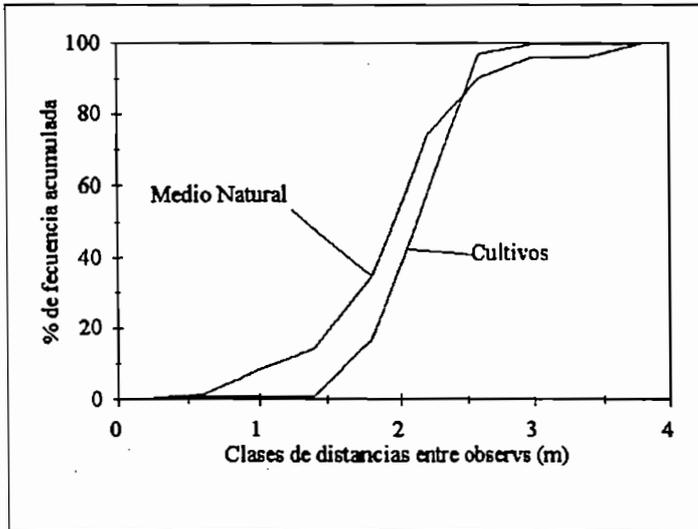


Figura 46 Histograma de las distancias entre los sitios de observación.

4.3.6. Conclusiones de los cultivos de Santa María.

El estudio del área de cultivos de Santa María en relación a los estados de superficie y al relieve, podemos concluir que los cultivos han tomado la dirección a una organización ya muy cercana al la del ambiente natural. Con respecto a los parámetros físico-químicos, todavía se alcanza a observar una cierta organización en todos los niveles del relieve, comportamiento que lo diferencia de los sitio en naturales. Esto muestra que los efectos en las características físico-químicas del suelo de los viejos cultivos todavía están presentes.

4.4. CULTIVOS DEL 59

4.4.1. Introducción

Dadas las desfavorables condiciones climáticas y las características del suelo, la agricultura en la región representa una actividad marginal. En el año de 1958 una gran inundación provocada por precipitaciones ocurridas durante los meses de septiembre y octubre, (121.5 y 125.5 mm respectivamente), mismas que representaron mas del 66% de las lluvias del año, permitieron el establecimiento de parcelas de cultivo. Esto muestra que ésta actividad está limitada, en la mayoría de las ocasiones, a que las condiciones climáticas lo permitan.

El área en donde se realizaron estas labores se encuentra ubicada en la parte norte de la reserva y su entorno natural por ser el mismo que el de los fomentos hidropastorales del Charco Salado, se enuncia en la descripción del área en el capítulo 4.1.3.

4.4.2. Historia y descripción del trabajo

La gran inundación de 1958, la cual cubrió extensas partes desde Carrillo hasta San Ignacio. La laguna de Palomas llego a alcanzar un nivel de 4 metros de altura.

Aprovechando estas condiciones se logro implantar 376 ha de cultivo, en una zona virgen considerada inapropiada para el cultivo con deficiencias hídricas y altas concentraciones salinas en el suelo.

Se sembraron alrededor de 214 ha de algodón al sureste y 162 ha de trigo al noroeste del Charco Salado, bajo sistema de riego en 1959. Este sistema consistió en una red de tres canales los cuales transportaban el agua del Charco Salado a las parcelas por medio de dos motobombas. Uno de los canales unía el Charco Salado con la laguna de Palomas, otro lo unía con la Vega, y el tercero, considerado el principal, se extendía 1.5 Km hacia el sur.

Tanto el preson Charco salado como los canales fueron construidos con un Bulldozer ese mismo año, logrando repartir los cultivos a ambos lados del charco.

El terreno fue nivelado y laboreado, la siembra se efectuó sobre surcos. El terreno se subdividió en bloques, estos eran delimitados por una organización de pequeños canales.

La mano de obra requirió de alrededor de 100 peones, la preparación del terreno ocupo tres tractores agrícolas. La fertilización y el control fitosanitario fueron muy escasos.

Finalmente la producción fue, por un lado para el algodón satisfactoria ya que se logro una cosecha de 2 a 3 toneladas por ha suficientes para cubrir los gastos invertidos, y por otro lado insatisfactoria para el trigo el cual no pudo lograr una buena producción debido al aumento en las concentraciones salinas en el agua de riego como consecuencia a la gran cantidad de agua que se evaporaba.

El sitio actualmente se encuentra repartido de la siguiente manera: las 162 ha que se sembraron de trigo, hoy cubiertas totalmente por los trabajos realizados en 1986 de fomentos (Figura 11) pertenecen al territorio del ejido Carrillo. Las 214 ha de algodón, de las que un 30% aproximadamente también fueron cubiertas por el fomento, son parte del ejido de San Felipe del Yermo, este ejido con una extensión de 7088 ha.

4.4.3. Resultados de los transectos

4.4.3.1. Impacto de los cultivos sobre los estados de superficie y las características físico-químicas del suelo

Se considero solamente parte de la parcela de algodón que no fue afectada por el fomento y su referencia natural es la de playa por ser el sitio más próximo a esta zona.

En este caso los cultivos presentan una particularidad contraria a los trabajos anteriormente tratados, esta zona posee menor cobertura de suelo desnudo y mayor vegetación. Las costras de decantación, como comúnmente ocurre, tienen mayor importancia en el medio natural que en cultivos, que en este último son las costras estructurales las que más dominan (Cuadro 14).

El tipo de vegetación que se estableció en el área de cultivos es muy similar al del ambiente natural, en este último lugar *Chloris virgata*, *Prosopis glandulosa* e *Hilaria mutica* son las especies de mayor importancia, en tanto que en cultivos *Hilaria mutica* representa un gran porcentaje de cobertura.

En el aspecto físico-químico de varios contenidos medidos muestran que en cultivos la conductividad eléctrica, la concentración de iones de cloruros y carbonatos son menores, en comparación a los del medio ambiente, al igual que el contenido de humedad. En el ambiente natural se observa un mayor contenido de cationes de sodio.

Estos resultados globales muestran una recuperación más allá al del acercamiento a un ambiente natural, desde el punto de vista del recubrimiento en la cobertura vegetal, aunada a una mejor condición de salinidad del suelo, lo que posiblemente ayudo, un tanto más que un posible aumento en el contenido de humedad, a un mayor incremento en la reconquista natural de la zona, comprobando con esto que en parte la labranza puede llegar a mejorar las condiciones para el desarrollo de vegetación en este tipo de suelos, siempre y cuando se tenga un buen drenaje, principalmente.

Cuadro 14 Porcentaje de los estados de superficie y características físico-químicas de los cultivos del 59 y su ambiente natural. + P.gramíneas-pequeñas gramíneas; %I.de yeso-índice de yeso; *=extracto al 1/16 en meq/l; CV**= coeficiente de variación.

Estados de Sperficie (%)		
	Area de Cultivos	Medio Natural
Decantación	18.99	41.48
Estructural	16.99	4.65
<i>Prosopis sp</i>	0.35	11.41
<i>Portulaca sp</i>	0.18	0.73
<i>Pectis sp</i>	11.65	0.00
<i>Parthenium sp</i>	0.41	4.66
<i>Hilaria sp</i>	38.73	10.77
<i>Sporobolus sp</i>	0.00	0.81
<i>Chloris sp</i>	5.35	18.61
P.gramíneas +	5.15	5.56
Indiferenciadas	2.19	1.35
Suelo desnudo	35.99	46.12
Vegetación	64.01	53.89

Características Físicas y Químicas				
	Area de Cultivos		Medio Natural	
	Media	CV**	Media	CV**
pH	8.42	0.01	8.02	0.03
CE (dS.m-1)	0.35	0.13	0.54	0.72
%Humedad	2.62	0.34	2.90	0.16
% I.de yeso *	1.49	0.16	1.19	0.20
Carbonatos *	1.50	0.16	2.16	0.40
Cloruros *	0.62	0.33	1.46	1.90
Ca ⁺⁺ *	0.99	0.17	0.95	0.57
Mg ⁺⁺ *	0.32	0.21	0.25	0.23
K ⁺ *	0.29	0.36	0.19	0.34
Na ⁺ *	0.98	0.07	5.93	1.16

4.4.3.2. Organización del medio según los cultivos

El desarrollo de esta parte del plan de trabajo se encuentra en el mismo caso que los cultivos de Santa María, de las estructuras de la labranza, solo existe la red de pequeños canales que conducían el agua de riego y delimitaron el área en parcelas. Estos no se tomaron en consideración por estar muy separados entre si. Los surcos y las zanjias de la labor desaparecieron por completo.

4.4.4. Comparación del cultivo con su medio ambiente

4.4.4.1. Relación del relieve y los estados de superficie

La reorganización de los estados de superficie en relación al relieve, muestran que las amplitudes en los rangos del nivel son más fuertes en cultivos que en el medio natural. Existe una tendencia a niveles más bajos en los cultivos en los estados superficiales a excepción de las costras estructurales (Figura 47).

Las costras de decantación, en área de cultivo, se muestran en sitios preferentemente bajos, con una amplitud de casi 17 cm. En el ambiente natural solo tiene 7 cm de amplitud. En costras estructurales, las amplitudes se muestran casi iguales en ambos sitios, orientadas a los niveles un poco más altos en el medio natural.

En el caso de la especie de *Hilaria mutica*, en cultivos, alcanza 17 cm de amplitud, al igual que en el ambiente natural, solo que en este último lugar se encuentran en niveles más bajos que en cultivos. Esto muestra una tendencia a igualarse.

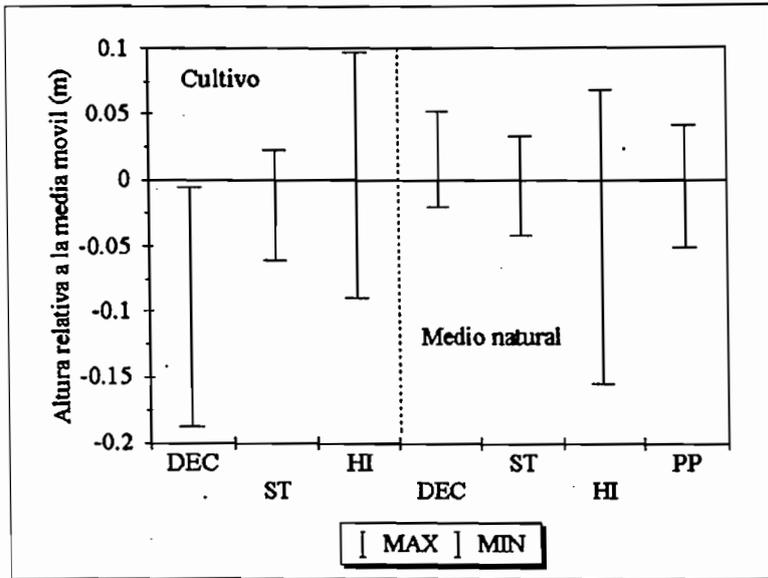


Figura 47. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en los cultivos de 1959 y su medio natural. DEC-decantación; ET-estructural; HI-*Hilaria mutica*; PP-*Prosopis glandulosa*.

La repartición de los estados de superficie en los diferentes niveles del terreno es ilustrada en la figura 48. En el medio natural, los niveles más altos corresponden a una frecuencia de *Hilaria mutica* y de *Prosopis glandulosa* en los dos casos, y como una forma natural ya reconocida, las manchas de *Hilaria mutica* se posan sobre pequeñas depresiones compartiendo muy poco espacio con las costras de decantación y de erosión. En cultivos las zonas bajas están ocupadas en mayor proporción por costras de decantación y de erosión.

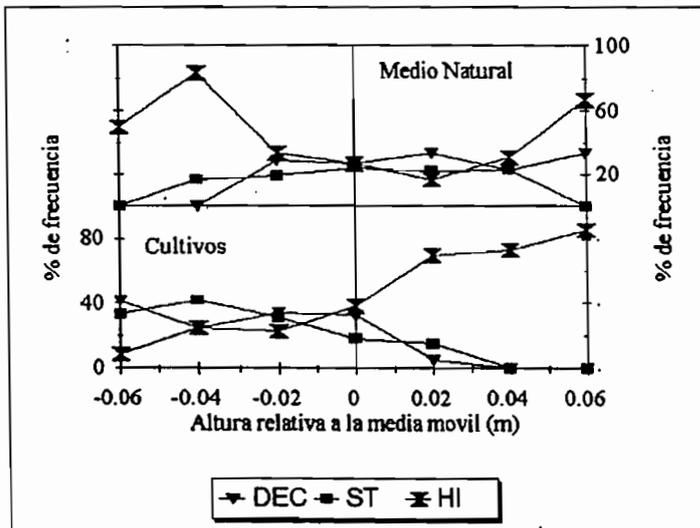


Figura 48. Relación del relieve con los estados de superficie en los cultivos de 1959 y su medio natural. DEC-decantación; ET-estructural; HI-*Hilaria mutica*.

El restablecimiento de la vegetación en el área de cultivos ha sido muy favorable, pero la organización de manchas que presenta el estado natural parece no encontrarse en esta zona, si no por el contrario, se desarrolla en pequeños montículos en los que agrupa varios macollos de *Hilaria mutica*, esto posiblemente es un efecto del antiguo trabajo mecánico realizado.

4.4.4.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos

químicos

En esta ocasión se vuelve a presentar la característica de estabilidad en la repartición de los parámetros físico-químicos en la zona de cultivo. Además, los valores de conductividad eléctrica, de cloruros y carbonatos, del contenido de humedad, son menores en cultivos que en el área natural. Solamente el pH y el % en el índice de yeso poseen valores más elevados en cultivo que en el medio natural (Figuras 49 y 50).

En el ambiente natural, las concentraciones de cloruros y de carbonatos y la conductividad eléctrica no observan un comportamiento que permita caracterizar al relieve con respecto a estos parámetros.

En el ambiente natural, la humedad se logra conservar un poco más alta en los niveles con mayor altura, lo que explica el alto porcentaje de frecuencia de la vegetación en estas partes.

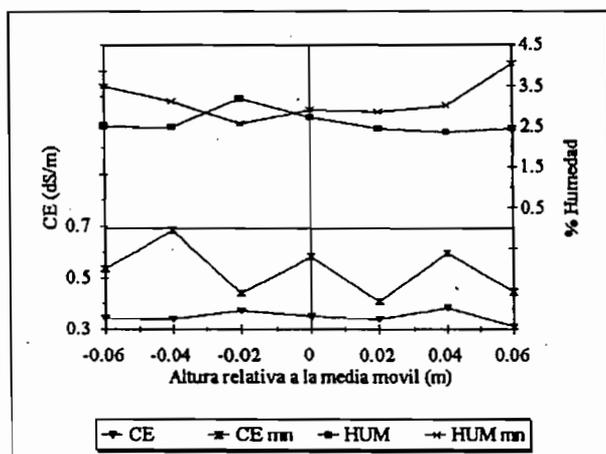


Figura 49. Relación de la conductividad eléctrica (CE) y la humedad (HUM) con el relieve del terreno.

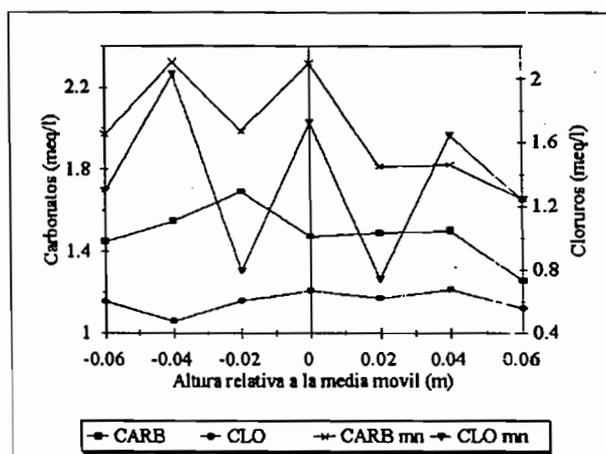


Figura 50. Relación de las concentraciones de iones de cloruros y carbonatos con el relieve del terreno.

Nuevamente la característica de regularidad en los valores físico-químicos en el relieve da otro punto de apoyo para decir que aun persisten los efectos de laboreo en las características físico-químicas en el suelo.

4.4.4.3. Los estados de superficie y sus características físico-químicas

El Cuadro 15 ratifica el menor contenido de los valores físico-químicos en cultivos, y en forma más notoria en los estados de superficie.

Cuadro 15 Características físico-químicas de los estados de superficie en los cultivos de 1959 y su medio ambiente. CE-conductividad eléctrica; I. de yeso-índice de yeso; CARB-carbonatos; CLO-cloruros; MD-media; CV-coeficiente de variación; *-valor único.

Características Físicas y Químicas de los estados de superficie												
	ph		CE (dS.m ⁻¹)		Humedad %		I.de yeso (a 55°) %		CARBO meq/l		CLO meq/l	
Area de cultivos												
	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV
Decantación	8.47	0.01	0.35	0.10	2.57	0.23	1.46	0.19	1.60	0.15	0.60	0.21
Estructural	8.39	0.02	0.34	0.10	2.54	0.18	1.54	0.09	1.45	0.14	0.52	0.25
Hilaria sp	8.42	0.01	0.35	0.12	2.76	0.44	1.48	0.19	1.48	0.18	0.67	0.35
Medio Natural												
Decantación	8.07	0.03	0.55	0.31	2.95	0.17	1.14	0.32	2.38	0.43	1.16	0.68
Estructural	8.01	0.01	0.44	0.31	3.00	0.15	1.24	0.08	2.39	0.40	0.67	0.14
Hilaria sp	7.97	0.03	0.43	0.42	2.89	0.18	1.23	0.09	1.85	0.33	0.81	1.00

Estos resultados nos ayudan a concluir que en el área de cultivos los contenidos salinos más bajos, permitieron el mejor desarrollo de la vegetación. Posiblemente, se logro, en esta parte que la infiltración del agua fuera mayor, lo que originó un descenso de sales hacia capas más profundas. Tal vez la causa de la mayor infiltración se debió al efecto de los antiguos surcos y a la subdivisión que presentan las parcelas delimitadas por canales. Estos no permiten que se escape el agua hacia otras partes, logrando así una infiltración mayor.

4.4.4.4. Evaluación del estado de los cultivos

4.4.4.4.1. El estado del relieve

El área de cultivos se localiza en una parte plana con pendientes menores al 0.5%.

Al igual que en los cultivos de Santa María, aquí también se borro cualquier evidencia de las estructuras de la labor, únicamente, como ya se menciona, se encuentra una red de canales, que hacen posible la subdivisión parcelaria.

4.4.4.4.2. La fragmentación del medio

A lo largo del transecto representativo de la zona se observa una dominancia general de *Hilaria mutica*. Donde esta no tiene gran porcentaje de cobertura, la sustituye en importancia las costras de decantación. El *Prosopis glandulosa* se manifiesta en forma muy escasa en los cultivos, caso contrario al la zona natural en donde esta especie se observa más frecuentemente.

La fragmentación del medio, en ambos sitios, mantiene en su mayoría superficies con más de 1 m de longitud, las dos áreas muestran una tendencia casi igual, los cultivos presenta superficies un poco más estrechas que el medio natural, ocasionadas por los pequeños montículos formados por *Hilaria mutica*, los que posiblemente sean rasgos de los antiguos surcos.(Figura 51).

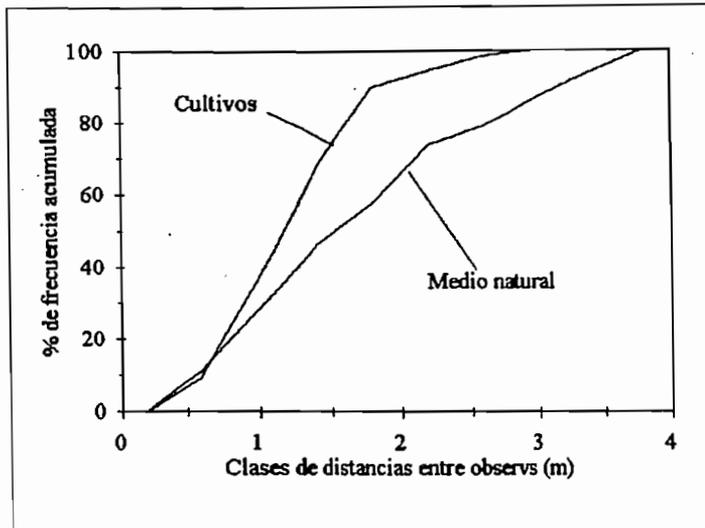


Figura 51. Histograma de las distancias entre los sitios de observación.

La asociación de microrelieves relativamente altos con *Hilaria mutica* hacen sospechar de un efecto que pudo ser heredado por los surcos, más no se tiene la plena seguridad en relación a que no se encuentra ninguna organización entre los montículos, además de que en ocasiones esto pueden tener longitudes mayores a los de un surco.

4.4.5. Conclusiones de los cultivos de 1959

La menor concentración salina en el suelo, permitió un restablecimiento de la cubierta vegetal, alcanzando niveles, incluso, superiores al del ambiente natural, sin embargo hubo una sucesión en relación a las especies dominantes. Por ejemplo, en el área natural *Chloris virgata*, *Prosopis glandulosa* e *Hilaria mutica* son las especies más importantes en el mismo orden respectivo, en tanto que en los cultivos *Hilaria mutica* ocupa el primer lugar en importancia y *Pectis angustifolia* sustituye al segundo lugar del área natural.

En cuanto a las características físico-químicas, el efecto de los cultivo aun persiste, por la presencia de un comportamiento que se esta tomando común en áreas con alguna practica cultural al suelo, y es el de la homogeneización de estos parámetros en realicen a los niveles del relieve en el terreno.

El tipo de práctica cultural hechas en ese año, sin duda, no tuvieron efectos negativos en la posterior reconquista del medio, quizá, los restos de las antiguas cosechas del cultivo al ser dejadas, aportaron nutrimentos al suelo, contribuyendo al restablecimiento del lugar.

La subsecuente practica de fomentos, sobre las áreas de cultivos, pareció influenciar negativamente en la reconquista, al igual que en las zonas naturales no cultivadas.

4.5. CULTIVOS DE SAN CARLOS.

4.5.1. Historia y descripción del trabajo

A pesar de las condiciones tan opuestas para el establecimiento de cultivos, los pobladores locales buscan los medios para poder desarrollar esta actividad con el fin de poder mejorar sus condiciones de vida. Cualquier oportunidad que el clima ofrece, particularmente refiriéndose a las precipitaciones, es aprovechada por los campesinos de la región para poner en práctica el implantamiento de cultivos.

4.5.2. Historia y descripción del trabajo

El área se encuentra dentro del ejido "granja Morelos" (llamado también Yermo), considerado como uno de los ejidos más extensos de la República Mexicana con 151510 ha. Este se fundó en el año de 1960.

Inicialmente, el ejido se dedicaba a la agricultura, por tal motivo en 1963 se construyó un presón de almacenamiento de agua para fines de riego en respuesta a las gestiones realizadas anteriormente por los ejidatarios al gobierno de la República. En los últimos años, la incorporación de nuevas personas al ejido, dedicados principalmente a la ganadería, ha ocasionado serios conflictos entre los ejidatarios dedicados a la agricultura y los ganaderos por el uso del agua del presón.

En particular y en lo que concierne a la agricultura, se mantiene, aunque no muy constante. Los principales tipos de cultivos son los del maíz, frijol, melón y sandía, también se siembra en ocasiones sorgo, trigo; calabaza.

El tipo de implementos utilizados para las labores van desde el uso de bestias hasta los tractores agrícolas, dependiendo de los recursos con que cuente el campesino que pretende sembrar. La fertilización de las tierras se efectúa en muy escasas ocasiones al igual que el control de plagas y enfermedades.

Esta zona cuenta con 314 ha con cerco de alambre de púas destinadas al cultivo y se dividen de la siguiente forma (Figura 52):

- 1) con 16.5 ha ; último año de cultivo: 1992; tipo: maíz.
- 2) con 10.25 ha; último año de cultivo: 1985; tipo: maíz.
- 3) con 97.5 ha ; último año de cultivo: 1992; tipo: maíz.
- 4) con 0.67 ha; último año de cultivo: 1986; tipo: frijol.
- 5) con 1.8 ha; último año de cultivo: 1985; tipo: melón.
- 6) con 21.6 ha; último año de cultivo: 1986; tipo: maíz.

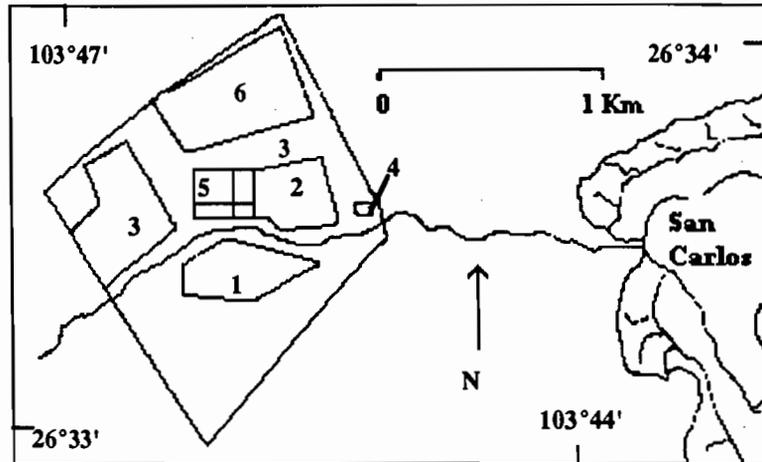


Figura 52. Ubicación de los cultivos de San Carlos. 1 y 3=parcelas de 1992; 2 y 6=parcela de 1985; 4=parcela de 1986; 5=parcela de 1985.

Los cultivos en esta zona son de riego, el agua se suministra del presón de San Carlos por medio de gravedad y se distribuye entre las parcelas por una red de pequeños canales y borderías que repartía el agua a las diferentes parcelas.

4.5.3. Descripción de la zona

El ambiente natural es el de playa con pendientes muy inferiores al 1%.

Suelo generalmente bien drenado, profundo, de origen calcáreo, arcilloso, moderadamente salino y sódico a profundidad, en las partes más baja el drenado puede ser deficiente y la salinidad y sodicidad llega a ser fuerte. Se clasifican como Xerosoles lúvicos y Yermosoles.

La vegetación esta organizada, ya sea como manchas de *Hilaria mutica* alternadas con *Prosopis glandulosa* y *Atriplex sp.* o matorral de *Larrea divaricata* y *Cordia gregii*.

El estado superficial dominante es el de decantación. En algunos sitios con tendencia a erosionarse. La vegetación llega a cubrir hasta un 50% de la superficie total.

4.5.4. Resultados de los transectos

4.5.4.1. Impacto de los cultivos sobre los estados de superficie y las características físico-químicas del suelo

El cuadro 16 muestra el estado general en que se encuentra el área de cultivo comparado con un ambiente natural cercano.

El área, a pesar de contar con parcelas relativamente viejas (10 años como máximo), no ha tenido una recuperación en su cobertura vegetal. Actualmente solo tiene un 2.30% comparado con el 24.06% que en forma local mostró el ambiente natural cercano a esta zona de cultivo. Las especies vegetales nativas desaparecieron prácticamente en los cultivos, surgiendo en estos especies anuales. El mantillo, o capa de materia vegetal seca, se observa elevado por encontrarse en el lugar restos de las pasadas cosechas.

El suelo desnudo incrementó su superficie en los cultivos, principalmente por las costras estructurales llegando a un 28.24%.

Un caso muy particular se manifiesta en las características físico-químicas en el área de cultivos, casi la totalidad de los parámetros muestran valores ligeramente inferiores a los del estado natural. El pH tienen un leve incremento, al haber también una elevación en el % en el índice de yeso.

El liviano decremento en los parámetros químicos seguramente fueron resultado del efecto de los riegos aplicados a los cultivos. Estos ayudaron a la lixiviación de las sales y su consecuente descenso a capas inferiores del suelo

Cuadro 16. Porcentaje de los estados de superficie y características físico-químicas de los cultivos de San Carlos y su ambiente natural. %I.de yeso-índice de yeso; *=extracto al 1/16 en meq/l; CV=coeficiente de variación.**

Estados de superficie (%)				
	Medio natural		Area de cultivo	
Decantación	51.53		45.05	
Estructural	15.64		28.24	
Gruesos	4.90		10.55	
<i>Hilaria sp</i>	18.69		0.00	
<i>Prosopis sp</i>	2.92		0.06	
<i>Castella sp</i>	1.30		0.00	
<i>Oopuntia sp</i>	0.69		0.00	
<i>Agave sp</i>	0.21		0.00	
<i>Euphorbia sp</i>	0.00		0.61	
<i>Sporobolus sp</i>	0.00		0.03	
Diversas	0.25		1.61	
Suelo Desnudo	71.97		83.85	
Vegetación	24.06		2.30	
Mantillo	3.97		13.85	
Características Físicas y Químicas				
	Medio natural		Area de cultivo	
	MEDIA	CV	MEDIA	CV
pH	8.37	0.05	8.53	0.01
CE (dS.m ⁻¹)	0.33	0.16	0.27	0.71
%Humedad	1.88	0.32	1.70	0.71
%I. de yeso	1.11	0.13	1.22	0.35
Carbonatos *	1.34	0.28	1.13	0.32
Cloruros *	0.70	0.49	0.51	0.82
Ca ⁺⁺ *	0.89	0.34	0.88	0.27
Mg ⁺⁺ *	0.26	0.19	0.28	0.25
K ⁺ *	0.19	0.47	0.20	0.25
Na ⁺ *	1.28	0.38	0.56	0.56

4.5.4.2. Organización del medio según los cultivos.

4.5.4.2.1. Parcelas 1 Y 2 (1992)

Estos primeros cultivos se caracterizan por tener en sus estructuras de trabajo: surcos, zanjas y bordos. Estos últimos dividen a las parcelas en subparcelas de 9 m para una mejor distribución y aprovechamiento del agua.

4.5.4.2.1.1. Organización del relieve

Las subparcelas tienen localmente una pendiente promedio menor al 1%. Las estructuras del trabajo son las mejor conservadas en toda la zona, a pesar de que se les observa rasgos de erosión. Los bordos se elevan 12 cm arriba del nivel general, los surcos 2 cm y las zanjas bajan del nivel 3 cm en promedio (Figura 53).

En la parte final de cada subparcela se encuentra la zona más baja de estas, precisamente antes del bordo y antes de la siguiente subparcela. Esta se forma, en parte, por la misma orientación que tiene la pendiente en cada subparcela.

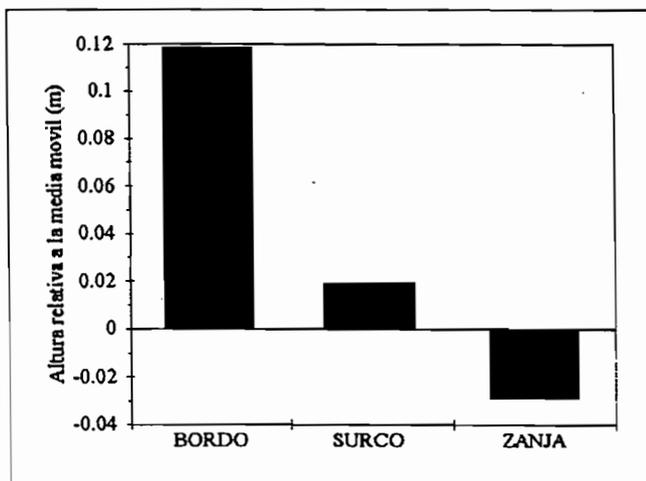


Figura 53. Estado del relieve de las estructuras de los cultivos de 1991.

4.5.4.2.1.2. La organización de los estados de superficie

Las costras estructurales y la decantación son los tipos de estados de superficie más comunes en el sitio. A lo largo de las subparcelas estos se distribuyen uniformemente, debido principalmente a la misma uniformidad en el microrelieve representada por las estructuras del trabajo. En surcos y bordos las costras estructurales son las de mayor cobertura, y las zanjas son cubiertas principalmente por costras de decantación.

La escasa vegetación se reparte constantemente a lo largo de la subparcela, excepto en la parte final de esta, donde aumenta su frecuencia. (Figura 54)

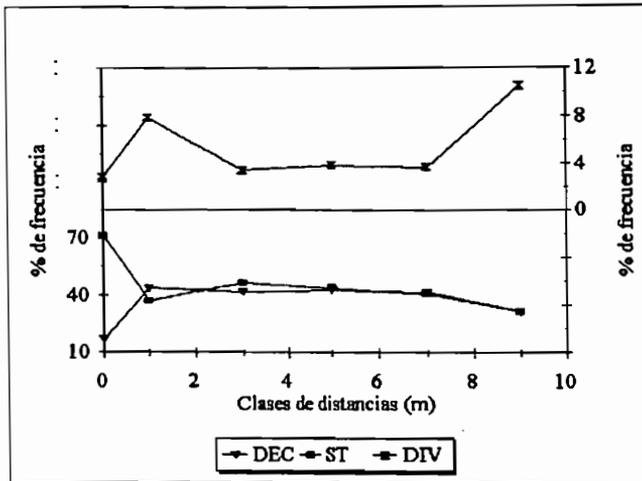


Figura 54. Corte promedio del porcentaje de frecuencia de aparición de los estados de superficie en las subparcelas de los cultivos de 1991. DEC-decantación; ST-estructural; DIV-vegetación diversa.

4.5.4.2.1.3. Organización de los parámetros físico-químicos

químicos

La mayoría de los parámetros se comportan de forma muy regular. El cambio que sufren a lo largo de las subparcelas es imperceptible, solo la conductividad eléctrica que señala un muy leve decremento en su valor, y la humedad que aumenta un poco al final de cada subparcela (Figura 55).

Estas dos ligeras variaciones permiten advertir un proceso, aunque muy lento y poco significativo, del movimiento de las sales el cual se deduce que va en relación al flujo del agua en favor de la pendiente.

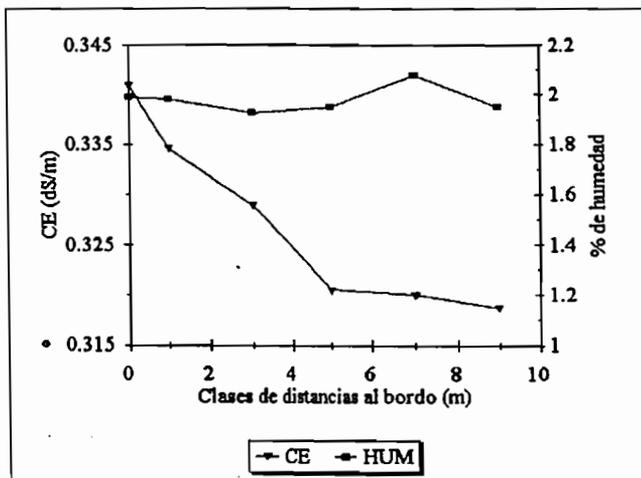


Figura 55. Corte promedio de la conductividad eléctrica (CE) y el porcentaje de humedad en las subparcelas de los cultivos de 1991.

Dentro de las estructuras no se observan variaciones importantes entre estas, las medias de los valores físico-químicos, correspondientes de cada estructura, se encuentran muy cercanos entre sí.

4.5.4.2.2. Parcela 6 (1986)

Este segundo caso de parcela únicamente presenta los bordos de división subparcelar, separados igualmente cada 9 m. Los surcos ya no se encuentran, seguramente derribados mecánicamente.

4.5.4.2.2.1. Organización del relieve

En esta parcela las subparcelas poseen una pendiente muy ligera (0.4%). Los bordos, única estructura existente, se encuentran erosionados, se elevan unos 7 cm del nivel general del terreno (Figura 56). Las parcelas mantienen una superficie preferentemente plana.

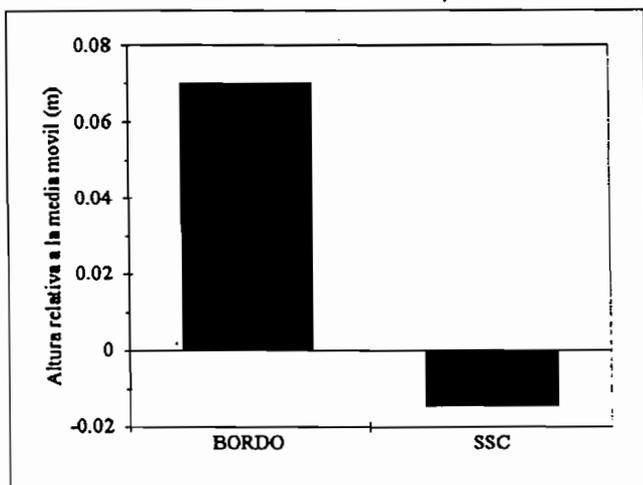


Figura 56. Estado del relieve de las estructuras de los cultivos de 1986. SSC-área sin surcado.

4.5.4.2.2.2. Organización de los estados de superficie

Las costras de decantación y estructurales se reparten uniformemente a lo largo de las subparcelas ocupando las primeras mayor superficie en el sitio. En bordos las estructurales tienen mayor presencia.

La decantación llega a dominar en el lugar hasta en un 70% debido a lo plano del terreno resultado del derribo de los surcos.

La vegetación se hace presente solo en la parte central de las subparcelas en forma muy reducida (Figura 57).

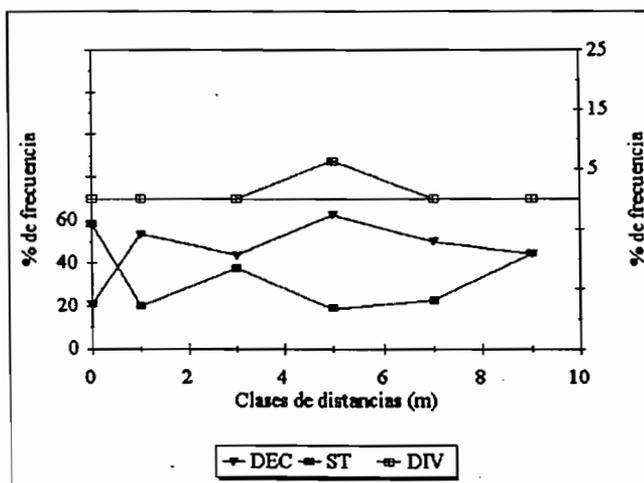


Figura 57. Corte promedio del % de frecuencia de aparición de los estados de superficie en las subparcelas de los cultivos de 1986. DEC-decantación; ST-estructural; DIV-vegetación diversa.

4.5.4.2.2.3. Organización de los parámetros físico-químicos

Este caso, al igual que el anterior, no registra grandes variaciones dentro de las subparcelas. Únicamente los carbonatos, y los cloruros, muestran un sensible aumento en su concentración justamente antes del bordo, causando por consiguiente en ese mismo sitio el aumento en la conductividad eléctrica (Figura 58).

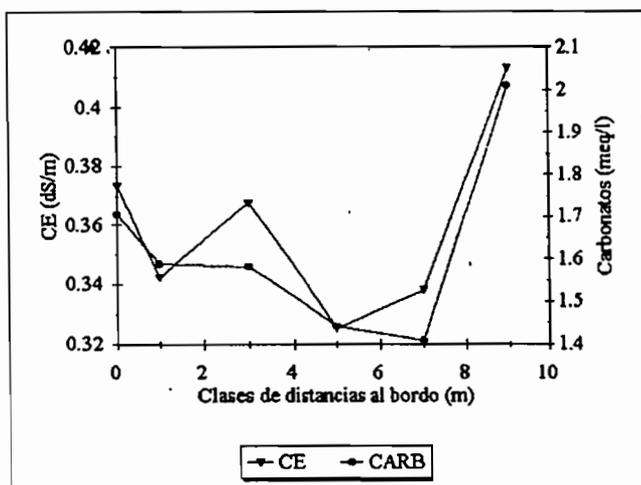


Figura 58. Corte promedio de la conductividad eléctrica (CE) y la concentración de cloruros (CLO) en las subparcelas de los cultivos de 1986.

El bordo, única estructura de esta parcela, incrementa un poco las concentraciones de carbonatos, en tanto que con los cloruros las disminuye, en relación al resto de la superficie de la parcela.

4.5.4.2.3. Parcela 4 (1986)

Esta parcela presenta un trabajo simple, por ser una parcela pequeña exclusivamente se realizaron surcos con sus respectivas zanjás, sin tener una subdivisión en particular con bordos.

4.5.4.2.3.1. Organización del relieve

Esta parcela tiene una pendiente muy ligera, de tan solo del 0.5%. Las estructuras de la labor se encuentran muy deterioradas, los surcos no llegan a 1 cm de altura y las zanjás tampoco rebasan el centímetro bajo el nivel general (Figura 59).

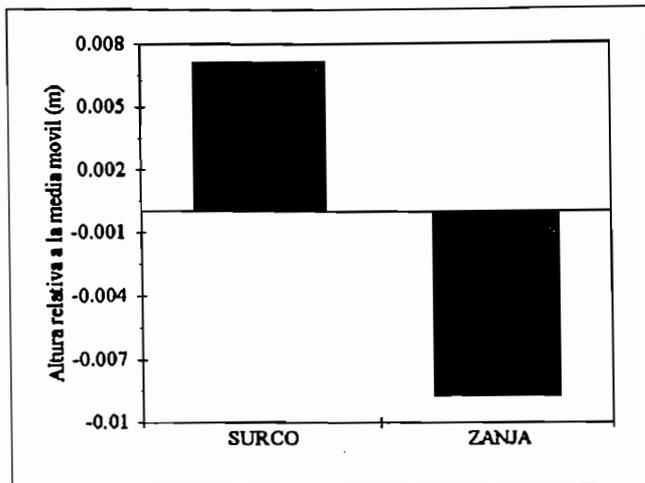


Figura 59. Estado del relieve de las estructuras de los cultivos de 1986.

4.5.4.2.3.2. Organización de los estados de superficie

La repartición en las costras superficiales es muy regular en toda la parcela, la costra estructural, domina en zonas donde los surcos no tienen tanto grado de erosión, estructura que se caracteriza por tener este tipo de costras. La decantación aparece más en partes deterioradas donde los surcos bajan hasta el nivel de las zanjas, siendo en esta estructura donde tiene una mayor presencia (Figura 60).

La vegetación es muy escasa y solo en dos zonas localizadas de la parcela se aprecia la aparición de esta, en cuyos casos solo alcanzan un 30% máximo de importancia en su frecuencia.

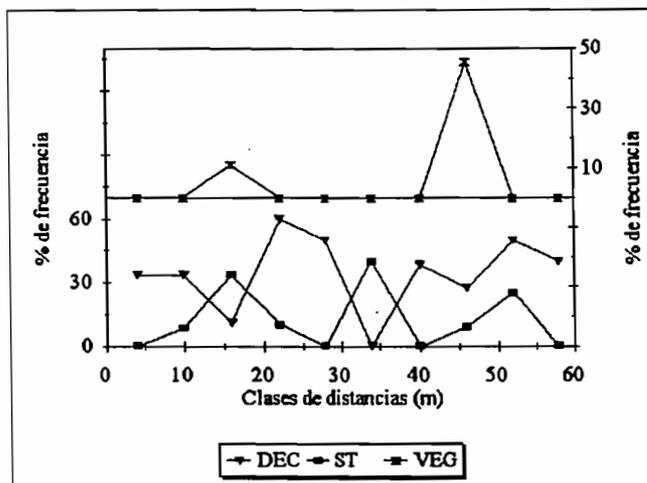


Figura 60. Distribución del porcentaje de frecuencia de aparición de los estados de superficie en los cultivos de 1986. DEC-decantación; ST-estructural; DIV-vegetación diversa.

4.5.4.2.3.3. Organización de los parámetros físico-químicos

También en este caso no se observa grandes cambios en su organización superficial de estos parámetros a lo largo de 15 m representativos de la parcela.

Las tendencias que se pueden apreciar es un incremento en la concentración de iones de cloruros correspondiente a una zona en donde la humedad también expresa un crecimiento en su porcentaje. (Figura 61)

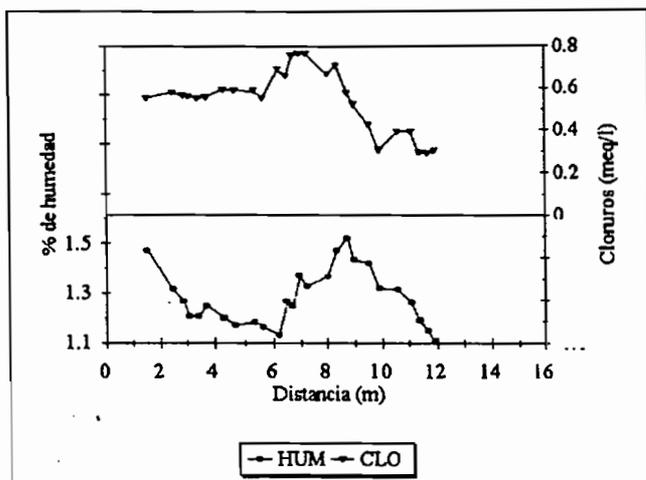


Figura 61. Distribución de la conductividad eléctrica (CE) y la concentración de cloruros (CLO) en las subparcelas de los cultivos de 1986.

También las estructuras de esta parcela mantiene una muy cercana igualdad en sus características físico-químicas.

4.5.4.2.4. Parcela 5 (1985)

Esta parcela presenta el mismo caso que la parcela anterior y se diferencian en su trabajo por el tamaño de los surcos, los que en esta última eran más altos, debido al tipo de surcado que demanda el cultivo de melón (de hasta 40 cm de altura).

4.5.4.2.4.1. Organización del relieve

La pendiente que tiene esta parcela es del 0.5%. Los surcos ya muestran rasgos de erosión, estos solo tienen 3 cm de altura mientras que las zanjas alcanzan hasta 7 cm bajo el nivel general del terreno (Figura 62). En general la parcela presenta variaciones del relieve muy regulares, debido a la marcada continuidad en los surcos y las zanjas, mismos que resultan fácilmente identificables.

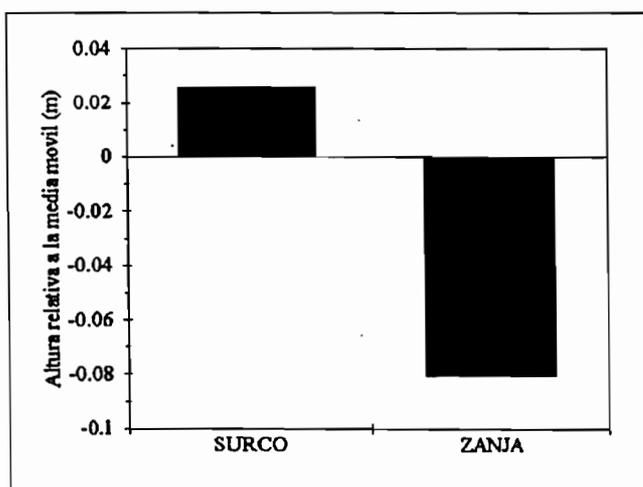


Figura 62. Estado del relieve de las estructuras de los cultivos de 1985.

4.5.4.2.4.2. Organización de los estados de superficie

El estado superficial (Figura 63) que se presenta con mayor cobertura es el de las costras estructurales. Estas son característica de sitios con niveles relativamente altos, como es

el caso de los surcos. Las costras de decantación tienen menor presencia por razones de que en la base de las zanjas, lugar más común de esta costra, tienen espacios más reducidos, en comparación con otros tipos. Solo logran aumentar su importancia al principio de la parcela en donde existe mayor erosión en los surcos lo que permite su formación.

La vegetación es un estado superficial, que como en las demás parcelas, no representa gran importancia.

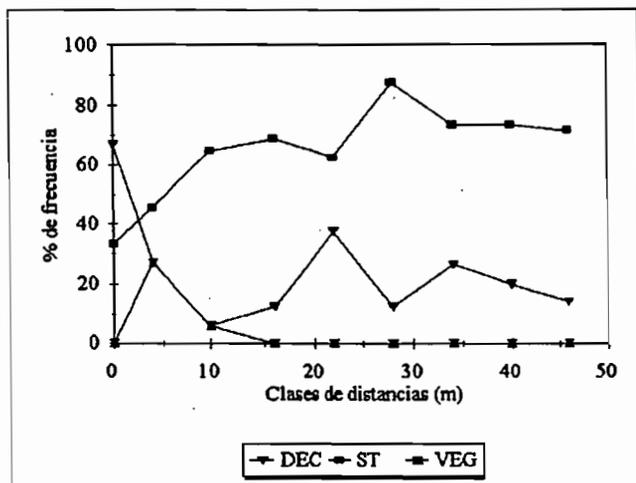


Figura 63. Distribución del % de frecuencia de aparición de los estados de superficie en los cultivos de 1985 DEC-decantación; ST-estructural; DIV-vegetación diversa.

4.5.4.2.4.3. Organización de los parámetros físico-químicos

Esta parcela, aún más que las anteriores, tiene una repartición muy uniforme en los parámetros a lo largo de los últimos 12 m de la parcela. Los valores muestran una tendencia de estabilidad tan marcada que es difícil observar variaciones notables en las zonas promedio, únicamente en forma puntual se podría hacer una diferenciación. (Figura 64).

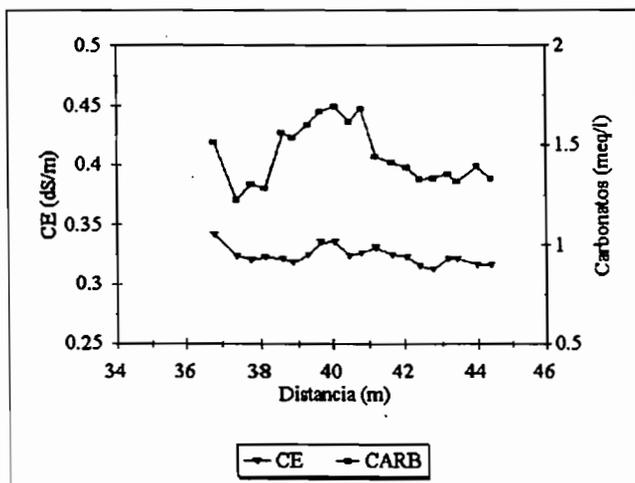


Figura 64. Distribución de la conductividad eléctrica y la concentración de carbonatos en los cultivos de 1985

En los surco se localiza un leve incremento en la concentración de los iones de carbonatos, los demás parámetros encuentran similitud entre las estructuras de esta parcela.

4.5.5. Comparación de los cultivos y su medio natural

4.5.5.1. Relación del relieve y los estados de superficie

En el análisis de la reorganización de los estados de superficie, en relación al rango en el relieve en el que se desarrollan, nuevamente se ve vinculado con el efecto de las estructuras del cultivo. Toda el área de cultivos, comparado con el ambiente natural, muestra mayores amplitudes. La comparación del cultivo con el medio natural indica, que las costras pueden alcanzar hasta 40 cm de amplitud en cultivos correspondientes a las diferencias en los niveles en el relieve tanto de surcos como de las zanjas, comparados a los 12 cm que como máximo tienen en el medio natural. La vegetación, al contrario tiene mayor amplitud de relieve en el ambiente natural que en los cultivos, ya que en este último la vegetación preferentemente se aloja en las zanjas, lo que limita sus posibilidades de tener rangos altos en niveles, contrario al medio natural en donde la vegetación crece en niveles relativos altos. (Figura 65).

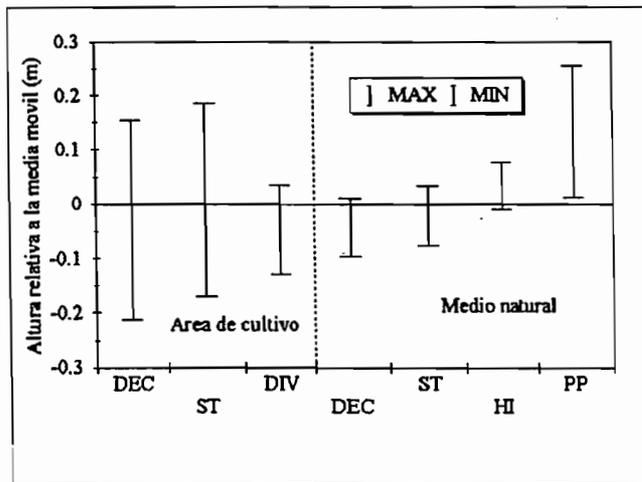


Figura 65. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en los cultivos de San Carlos y su medio natural. DEC-decantación; ST-estructural; HI-*Hilaria mutica*; PP-*Prosopis glandulosa*.

Según la figura 66, en cultivos las zonas medias bajas están dominadas por las costras de decantación y en las más bajas se reparte la importancia de frecuencia entre las costras y la vegetación. Las partes sobre el nivel general están totalmente dominadas por las costras estructurales. En ambiente natural, en las partes bajas las costras de decantación tiene mayor frecuencia y en los niveles altos la vegetación es la de mayor presencia.

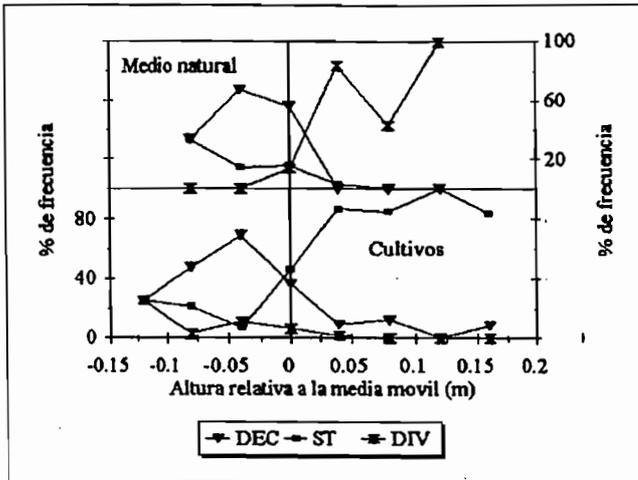


Figura 66. Relación del relieve con los estados de superficie en los cultivos de San Carlos y su medio natural. DEC-decantación; ST-estructural; DIV-vegetación diversa.

4.5.5.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos

Esta comparación, no parece mostrar grandes variaciones. La conductividad eléctrica mantiene una estabilidad muy marcada. Aunque esta es más elevada en los cultivos. El pH tiene más variaciones en cultivos, disminuyendo sus valores, que en el medio natural. Lo mismo ocurre con la humedad, solo que esta tiene un sensible aumento sobre todo en las partes bajas del cultivo. Los contenidos de cloruros presentan más estabilidad según el relieve en cultivos. En el medio natural, ocurre que en las partes altas se incrementa considerablemente. Los contenidos de carbonatos en ambos sitios son similares en las zonas bajas y muy cercano al nivel general. En las partes altas, de cultivos, tienden a elevarse los contenidos, caso contrario al de el medio natural. (Figuras 67 y 68).

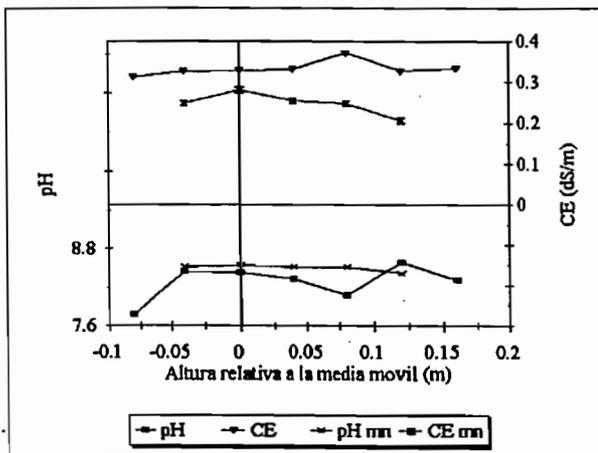


Figura 67. Relación del relieve con el potencia de hidrogeno (pH) y la conductividad eléctrica (CE) en los cultivos de San Carlos y su ambiente natural (mn).

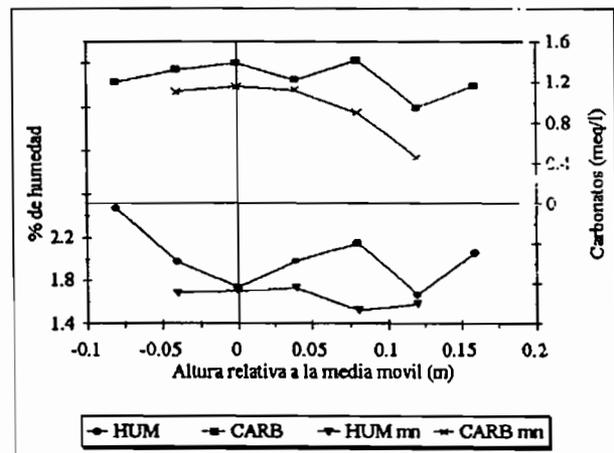


Figura 68. Relación del relieve con la concentración de iones de carbonatos (CARB) y el porcentaje de humedad (HUM) en los cultivos de San Carlos y su ambiente natural (mn).

La estabilidad en las características físico-químicas se presentan de igual forma en estos cultivos que en los anteriores trabajos, sin embargo, este caso presenta a los carbonatos y el pH con mayores variaciones en cultivos que en el ambiente natural.

4.5.5.3. Características físico-químicas de los estados de superficie

En cultivos, las costras de decantación tienen un ligero aumento en la conductividad eléctrica, en la concentración de cloruros y carbonatos, y en el porcentaje de humedad,. Por el contrario el pH y el porcentaje en el índice de yeso tienen un descenso muy leve.

En cuanto al posible establecimiento de vegetación en el área de cultivos, no parece haber una correspondencia muy específica en relación a la concentración de los iones ni en la conductividad eléctrica, ya que incluso, en el ambiente natural la vegetación se establece en sitios con mayores valores en estos parámetros que en los cultivos, como lo demuestra el Cuadro 17.

Cuadro 17. Características físico-químicas de los estados de superficie en los cultivos de San Carlos y su medio ambiente. CE-conductividad eléctrica; I. de yeso-índice de yeso; CARB-carbonatos; CLO-cloruros; MD-media; CV-coeficiente de variación.

Características Físico-Químicas de los estados de superficie												
	pH		CE (dS.m ⁻¹)		Humedad (a 55°) %		I.de yeso (a 105°) %		CARBO meq/l		CLO meq/l	
Área de Cultivos												
	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV
Decantación	8.43	0.04	0.33	0.18	1.82	0.31	1.12	0.12	1.32	0.28	0.70	0.34
Estructural	8.31	0.05	0.33	0.15	1.89	0.33	1.07	0.18	1.34	0.26	0.66	0.37
Medio Natural												
Decantación	8.52	0.02	0.25	0.15	1.58	0.28	1.26	0.40	1.20	0.28	0.44	0.51
Estructural	8.54	0.01	0.25	0.15	1.48	0.21	1.07	0.19	1.02	0.33	0.49	0.55
<i>Prosopis sp</i>	8.56	0.02	0.27	0.11	1.63	0.31	1.29	0.25	1.18	0.39	0.86	1.15
<i>Hilaria sp</i>	8.53	0.01	0.38	1.35	1.91	0.42	1.17	0.32	1.02	0.26	0.47	0.69

4.5.5.4. Evaluación del estado de los cultivos

4.5.5.4.1. La fragmentación del medio

La fragmentación que se presenta en las parcelas de cultivo, al ser comparadas con el medio natural (MN) (Figura 69); refleja que en las áreas cultivadas recientemente (parcelas 1 y 3) la fragmentación, lógicamente es más acentuada. Sin embargo, en la parcela 5, que es la más antigua; la fragmentación de la superficie del suelo, también refleja un grado elevado, comparándolo con el medio natural. Este último caso puede explicarse debido a que el tipo de estructuras realizadas en la parcela 5 indican distancias más cortas de rompimiento de la superficie del suelo, ya que más del 70% de las fragmentaciones ocurrieron en distancias menores de 1 m.

Las parcelas que muestran menor fragmentación son las parcelas 4 y 6, explicable por ser de las parcelas más antiguas, además de que en la parcela 6 hubo una modificación en sus estructuras quedando el terreno casi plano. Estas dos últimas parcelas son las que más se asemejan al tipo de fragmentación del medio natural. La parcela 4 aún conserva el 50% de su

superficie con fragmentaciones menores a 1 m, en tanto la parcela 6 y el medio natural presentan un 10%.

Estos resultados demuestran la baja recuperación de esta zona en general, en las parcelas más recientes, no ha transcurrido el tiempo necesario para su restauración.

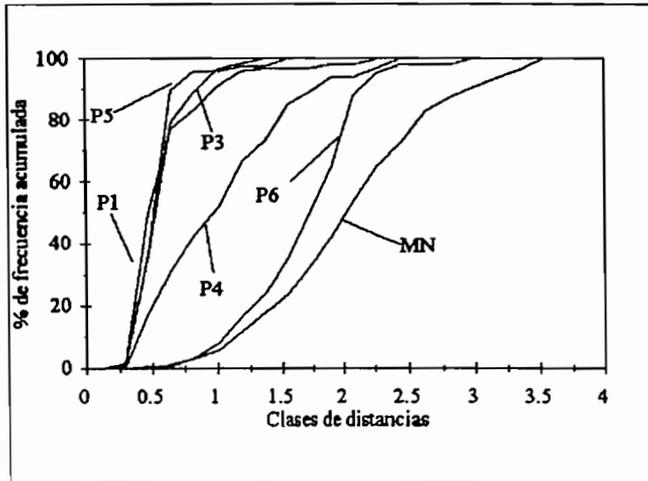


Figura 69. Histograma de las clases de fragmentación del terreno.

4.5.5.4.2. Relación de la fragmentación del medio con los estados de superficie y algunos parámetros físico-químicos.

La figura 70 muestra el estado de la fragmentación relacionándola con la cobertura vegetal en las diferentes parcelas de cultivo y su medio natural. Al parecer, no se observa ninguna conexión que indique un efecto de recuperación en la vegetación con la reorganización en la fragmentación del medio. Las parcelas, a pesar de su diferencia en el estado de la fragmentación, no muestran ningún incremento importante en la presencia de la vegetación.

De igual forma no se distingue una respuesta o variación importante en las conductividades eléctricas a los diferentes estados de fragmentación. La humedad guarda alguna relación importante con el estado de la fragmentación, en las parcelas con fragmentaciones más conservadas contienen mayor contenido de humedad que en las que han sufrido desgaste, debido al aumento de infiltración. Estas dos últimas características no muestran ningún efecto en la vegetación, ya que en ninguna parcela existe una presencia de vegetación importante (Figura 71).

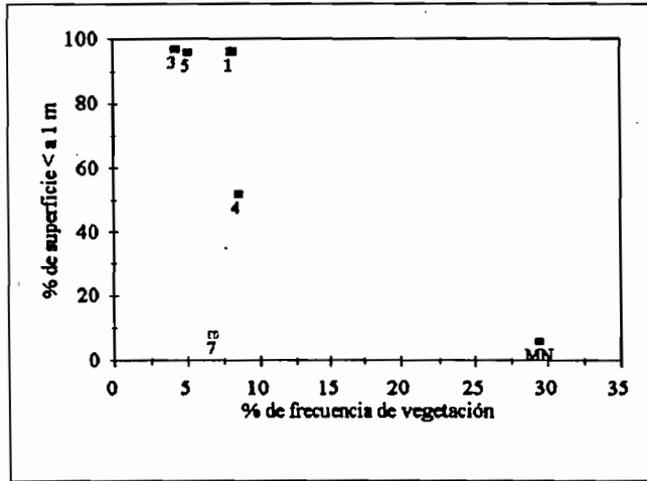


Figura 70. Correlación entre la vegetación y el porcentaje de superficie < a 1 m.

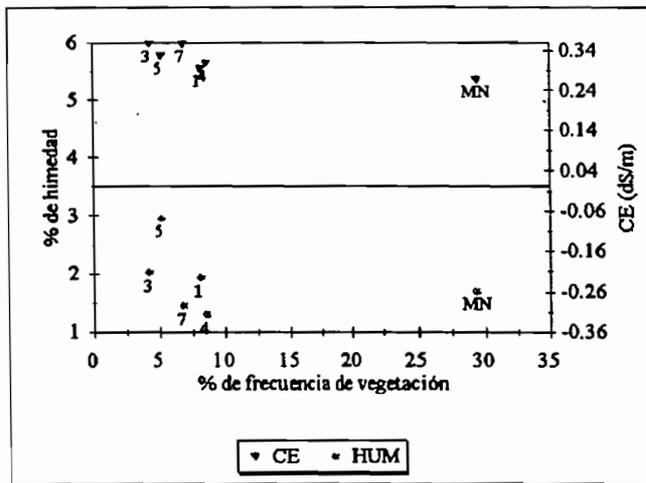


Figura 71. Correlación entre la vegetación, la conductividad eléctrica (CE) y la humedad (HUM).

4.5.6. Conclusiones de los cultivos de San Carlos.

El área de los cultivos de San Carlos prácticamente no ha tenido una recuperación significativa, todavía conserva las modificaciones causadas por las labores del mismo cultivo.

La escasa vegetación que aparece en las diferentes parcelas son especies anuales, en su mayoría.

Las características físico-químicas no muestran indicios de una reorganización específica puesto que mantienen una uniformidad en longitud y en los niveles del relieve.

4.6. CULTIVOS DE CERRO BOLA

6.1. Introducción

El interés por la ubicación de una parcela de cultivo en esta zona (figura 72) es el de utilizar el exceso de agua que se logra acumular en temporada de lluvia, aprovechando las condiciones favorables de humedad del suelo que se presentaron como consecuencia de un año anterior muy lluvioso.

4.6.2. Historia y descripción del trabajo

Esta zona se encuentra, al igual que los cultivos de San Carlos, en el ejido Granja Morelos, por lo que su descripción histórica corresponde a la de San Carlos.

En particular a la apertura de esta zona, se implantó gracias a un crédito otorgado en los años de 1992 y 1993 por BANRURAL (Banco Rural) de Tlahualilo. Se logró el desarrollo de 193 ha de cultivos de temporal en esta zona.

La cronología del uso y el tipo de cultivo de esta parcela en particular es como se explica a continuación:

En 1992 se siembra avena logando una cosecha regular.

En 1993 se siembra maíz sin lograr una cosecha favorable.

En 1994 se prepara en parte la tierra, se nivela y se dejan los bordos que distribuyen el agua, pero no se realiza surcado, abandonando el sitio desde entonces hasta la fecha.

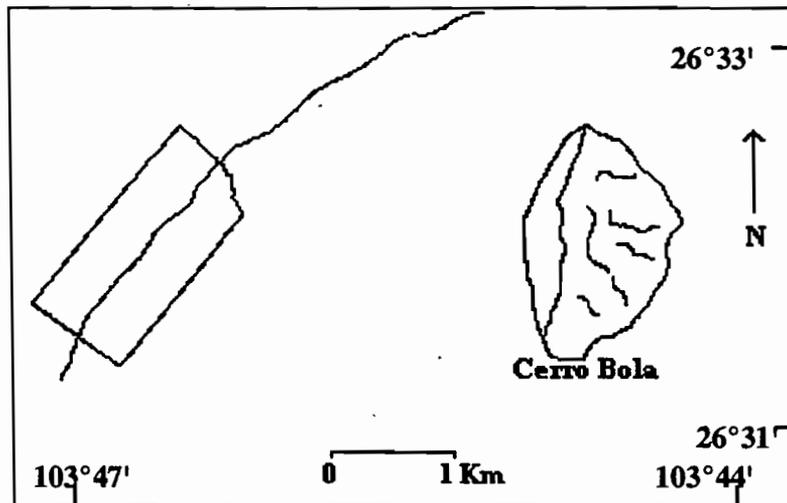


Figura 72. Ubicación de los cultivos de Cerro Bola.

4.6.3. DESCRIPCION DE LA ZONA

Esta parte de la playa, es la parte de unión entre el arroyo la India y la Vega, se destino en un tiempo a cultivo.

El área posee material proveniente de aluviones, el suelo es deficientemente drenado y en algunos sitios presentan micrihorizontes superficiales de limo y arcilla. Es moderadamente salino y sódico a profundidad, calcáreo. Se distingue en algunas partes un estrato de sedimentación en el perfil. Se clasifican como fluvisol calcáreo y yermosol háplico.

La vegetación esta constituida de matorrales de *Prosopis glandulosa* alternando con *Hilaria mutica* en un regular patrón complejo.

El estado superficial del área presenta un microrelieve accidentado, presencia de costras de decantación. La vegetación puede llegar hasta un 80% en su cobertura, en arrollos o lechos de riacuelos.

4.6.4. Resultado de los transectos

4.6.4.1. Impacto del cultivo sobre los estados de superficie y las características físico-químicas del suelo

Inicialmente podemos deducir una fuerte diferencia en el porcentaje de suelo desnudo entre el estado natural y la zona de cultivo, en donde las costras de decantación son las que dominan en ambas partes. La cobertura de la vegetación en este último sitio es muy escasa, limitándose a un 5.68% de su superficie total en contraste del 46.24% que existe en el medio natural (Cuadro 18).

La conductividad eléctrica, el % en el índice de yeso y el contenido de humedad, se ven menores en el área de cultivos que en el natural. La concentración de carbonatos y cationes de sodio tienen un aumento considerable en cultivos. En el ambiente natural se percibe una alta concentración en los cationes de calcio.

Cuadro 18. Porcentaje de los estados de superficie y características físico-químicas de los cultivos de Cerro Bola y su ambiente natural. %I.de yeso-índice de yeso; *=extracto al 1/16 en meq/l; CV=coeficiente de variación.**

Estados de Superficie (%)		
	Area de cultivos	Medio natural
Decantación	32.49	37.78
Estructural	47.29	11.25
<i>Xantium sp</i>	2.21	6.96
<i>Sporobolus</i>	0.00	36.30
<i>Atriplex sp</i>	2.39	0.00
<i>Prosopis sp</i>	0.07	2.97
<i>Hilaria sp</i>	0.30	0.00
Diversas	0.70	0.00
Suelo desnudo	79.78	49.03
Vegetación	5.68	46.24
Mantillo	14.55	4.73

Características Físicas y Químicas				
	Area de cultivos		Medio natural	
	MEDIA	CV**	MEDIA	CV**
pH	7.98	0.02	7.63	0.03
CE (dS.m ⁻¹)	0.32	0.09	0.87	0.91
%Humedad	3.87	0.08	4.36	0.15
%I. de yeso	1.34	0.10	1.89	0.41
Carbonatos *	1.49	0.15	0.78	0.57
Cloruros *	0.56	0.17	0.55	0.31
Ca ⁺⁺ *	0.70	0.36	9.97	1.13
Mg ⁺⁺ *	0.22	0.23	0.42	0.51
K ⁺ *	0.12	0.15	0.23	0.15
Na ⁺ *	1.43	0.33	0.78	0.48

4.6.4.2. Organización del relieve según los cultivos

4.6.4.2.1. Organización del relieve

La zona de cultivos tiene una condición que lo sitúa en un caso especial. El área, después del último ciclo agrícola, se sometió a un trabajo de nivelación, lo que propició a la destrucción de los surcos. Las únicas estructuras que todavía se conservan son los bordos que subdividen el área por parcelas aproximadamente cada 40 m, y sus respectivas zanjas ubicadas en forma contigua.

Los bordos actualmente tienen una altura promedio de 11 cm y las zanjas bajan 22 cm del nivel general del terreno.

Utilizando una parcela promedio observamos que localmente las parcelas tienen pendientes de 0.1%. Se distingue la presencia de una pequeña depresión en el centro de cada parcela, según la figura 73.

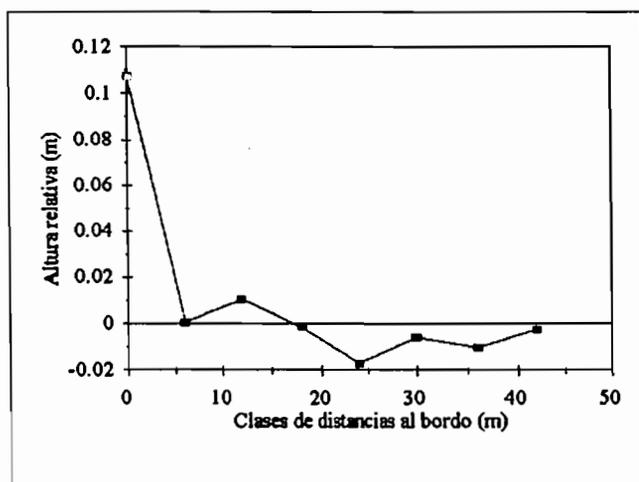


Figura 73. Corte promedio de la distribución del relieve en las parcelas de los cultivos de Cerro Bola.

La condición del relieve en esta zona presenta un estado relativamente sin alteración, sin embargo, existen algunas influencias que lo alteran un poco, como es el hecho de que esta zona está propensa a inundaciones y a severos agrietamientos por un proceso acelerado en la pérdida de humedad del suelo, proceso que se ve favorecido en suelos manejados mecánicamente.

4.6.4.2.2. La organización de los estados de superficie según los cultivos.

La vegetación en el área se encuentra únicamente en los límites entre la zona de cultivos y el ambiente natural, y en unas dos o tres franjas a lo largo de una zanja. Por lo que no se puede hacer una evaluación promedio de las parcelas.

Las costras de decantación logran dominar a lo largo de las parcela, y en las zanjas llegan a tener más de un 55% de frecuencia. Solamente en los bordos las costras estructurales llegan a dominar con casi 50% de frecuencia. Estas mismas tienen una repartición regular a lo largo de las parcelas con un 20% de frecuencia, apareciendo principalmente en los sitios con agrietamiento (Figuras 74 y 75).

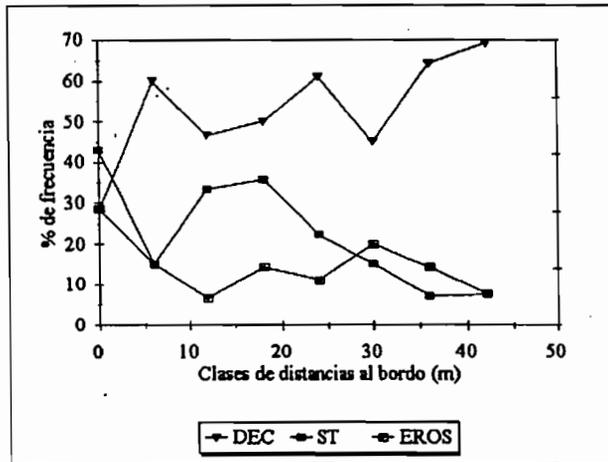


Figura 74. Corte promedio del porcentaje de frecuencia de aparición de los estados de superficie en las parcelas de cultivo de Cerro Bola. DEC-decantación; ST-estructural; EROS-erosión.

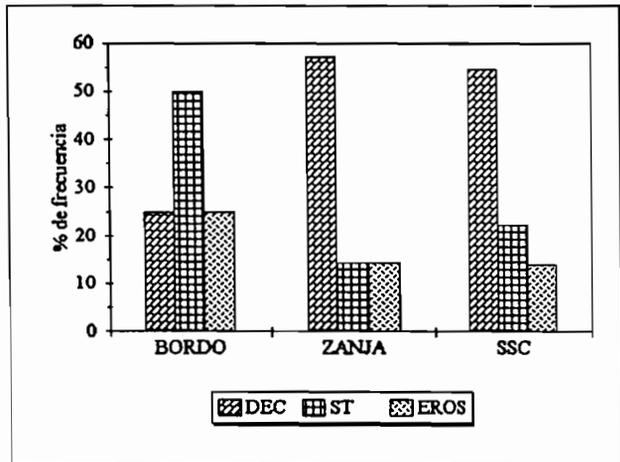


Figura 75. Porcentaje de frecuencia de aparición de los estados de superficie en las estructuras de los cultivos de Cerro Bola. DEC-decantación; ST-estructural; EROS-erosión; SSC-sin surcar.

En comparación a los anteriores sitios de estudio, este lugar ha tenido menos tiempo para poder reintegrarse como un sistema natural, salvo por el derribo de los surcos, las estructuras se encuentran con un nivel muy bajo de erosión y la vegetación al parecer no ha tenido, ni el tiempo ni las condiciones necesarias para su resurgimiento.

4.6.4.2.3. Organización de los parámetros físico-químicos.

Las estructuras de bordo, zanja y la franja de cultivo (sin surcos), en promedio tienen valores muy cercanos entre si, pero en la franja de cultivo en forma localizada definen variaciones a lo largo de esta que en ocasiones son tan leves que se toman imperceptibles.

Las variaciones que muestran las parcelas en sus parámetros físico-químicos en su longitud, se debe a la irregularidad de la superficie del terreno. Los agrietamientos son un factor que ayuda a que la humedad se pierda más fácilmente.

Las concentraciones de sales en este sitio no muestran grandes variaciones reflejandose esto en la estabilidad regular que muestra la conductividad eléctrica (Figura 76).

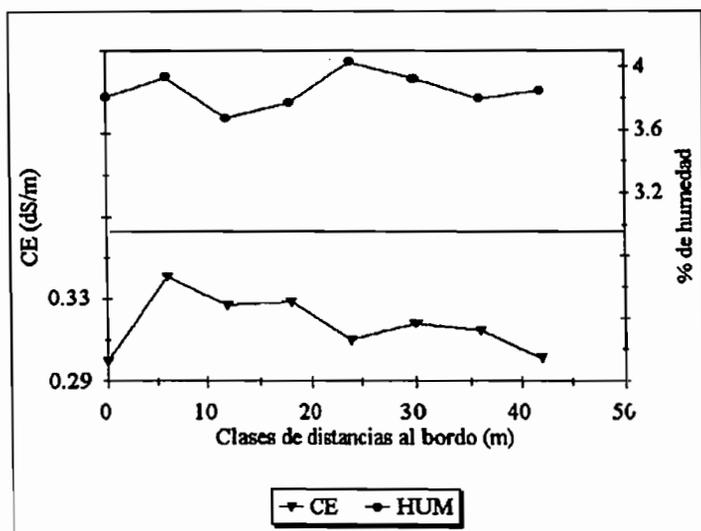


Figura 76. Corte promedio del porcentaje de humedad (HUM) y la conductividad eléctrica (CE) en las parcelas de cultivo.

4.6.5. Comparación de los cultivos con su ambiente natural

4.6.5.1. Relación del relieve y los estados de superficie

Este análisis de las amplitudes en cultivos y en medio natural nos indica una gran variabilidad en los niveles del relieve que posee cada estado superficial (Figura 77).

La variabilidad en el relieve en el medio natural se origina prácticamente por la razón de que esta parte se encuentra dentro de la zona de inundación en donde los escurrimientos del agua van desgastando el suelo protegiéndose únicamente las partes en donde se desarrolla el *Sporobolus airoides* lográndose formar pequeños montículos. Por otra parte en los cultivos esta variabilidad va en función de los agrietamientos y al movimiento de bloques de tierra a causa de la expansión de las arcillas, al momento de encontrarse saturadas de humedad, y su acelerado proceso de evaporación que origina una brusca contracción en estas mismas, acción que se facilita al encontrar un suelo frágil como consecuencia del proceso mecánico al que fue sometido. Este estado particular en el relieve tiene un efecto importante en la organización en los estados de superficie.

Las costras de decantación contienen las mayores amplitudes en relieve en ambos sitios (hasta 35 cm), repartidos en mayor proporción en lugares de bajo nivel. Aunque la proporción hacia los lugares con relieves altos es menor no le resta importancia ya que alcanzan más de 10 cm arriba del nivel general. En cambio las costras estructurales no desarrollan tanta amplitud como las de decantación, en cultivos tienen una amplitud de 20 cm repartidos de igual forma tanto en sitios bajos como en altos.

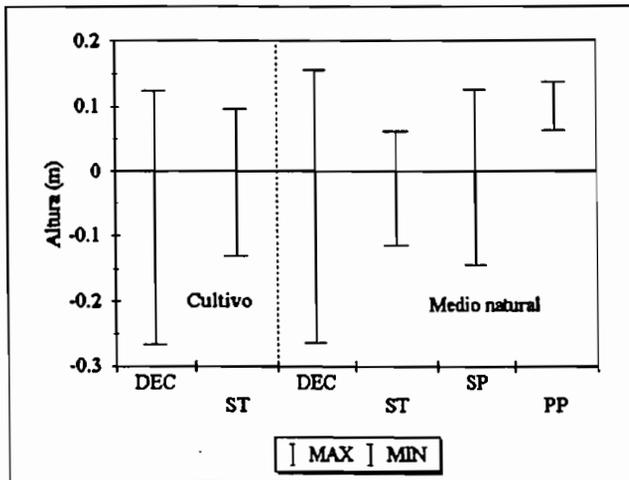


Figura 77. Máximos y mínimos de los niveles del relieve de los estados de superficie en los cultivos de Cerro Bola y su medio natural. DEC-decantación; ST-estructural; SP-*Sporobolus airoides*; PP-*Prosopis glandulosa*.

En promedio, los cultivos las costras de decantación tienen una dominancia en todos los niveles del relieve, excepto en las partes con mayor altura donde las estructurales llegan a dominar. En el medio natural, en las partes abajo del nivel general, la decantación tiene mayor frecuencia y sobre este nivel el *Sporobolus airoides* ocupa la totalidad los niveles (Figura 78).

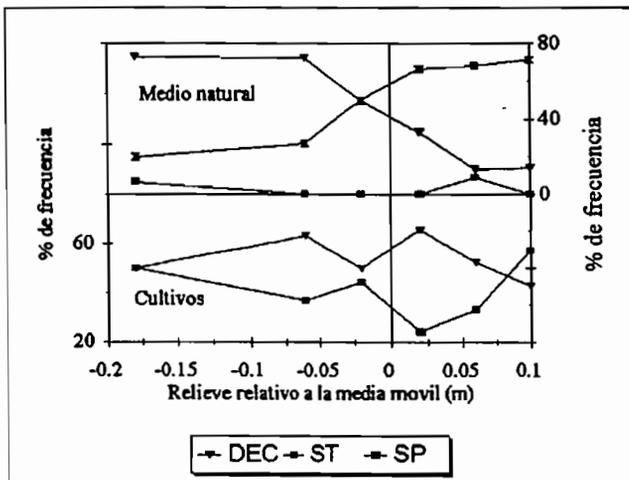


Figura 78. Relación del relieve con los estados de superficie en los cultivos de Cerro Bola. DEC-decantación; ST-estructural; SP-*Sporobolus airoides*.

4.6.5.2. Relación del relieve con algunos parámetros físico-químicos

El comportamiento de homogeneidad de los parámetros en los diferentes niveles del relieve también se hace patente en el caso de los cultivos de Cerro Bola.

Los parámetros que mayor logran esta estabilidad son el del contenido de humedad, el porcentaje en el índice de yeso, la conductividad eléctrica y la concentración de carbonatos, aunque este último presenta un aumento en sus concentraciones en todos sus niveles en relación a los niveles del ambiente natural. Al igual que lo hace el pH, los demás parámetros, contrario a los anteriores disminuyen. Solo los contenidos de cloruros del extracto 1/16 mantienen similitud en ambos sitios en todos sus niveles, con una pequeña variación en las partes altas, donde los cultivos se incrementan en su concentración (Figuras 79 y 80).

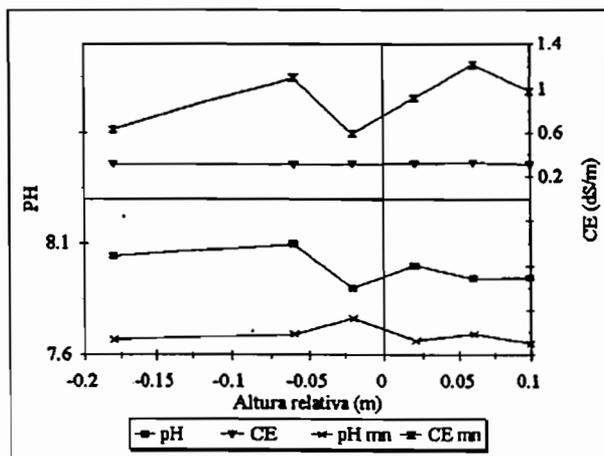


Figura 79. Relación del relieve con el potencia de hidrogeno (pH) y la conductividad eléctrica (CE) en los cultivos de Cerro Bola y su ambiente natural (mn).

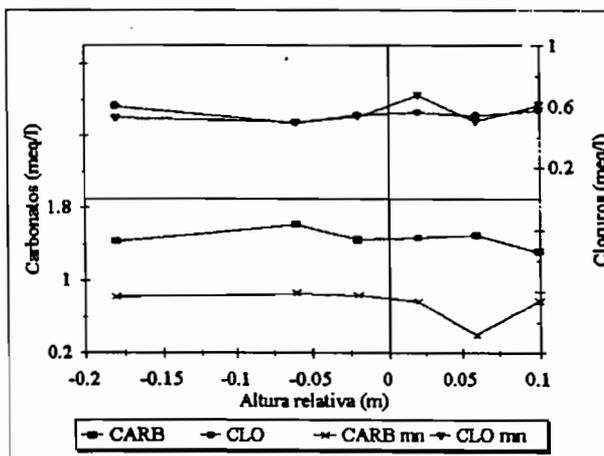


Figura 80. Relación del relieve con la concentración de iones de carbonatos (CARB) y cloruros (CLO) en los cultivos de Cerro Bola y su ambiente natural (mn).

La alteración de la disposición horizontal de los materiales en el suelo y su consecuente mezcla, permite que en la zona de cultivos la superficie del suelo tenga un horizonte muy equilibrado en sus característica físico-químicas, mismas que aunque el relieve se reorganice aun mantiene esta condición.

4.6.5.3. Los estados de superficie y sus características físico-químicas

Las características físico-químicas en los estados de superficie (Cuadro 19) se muestran de la misma manera que se manifiesta en los párrafos anteriores, donde se aprecian valores menores en cultivos que en el estado natural.

La presencia de mayores cantidades en el pH y en la concentración de carbonatos en cultivos y la disminución en el contenido de humedad en casi todos los estados superficiales pueden contribuir en el nulo restablecimiento de la zona, con respecto a la cobertura vegetal.

Cuadro 19. Características físico-químicas de los estados de superficie en los cultivos de Cerro Bola y su medio ambiente. CE-conductividad eléctrica; I. de yeso-índice de yeso; CARB-carbonatos; CLO-cloruros; MD-media; CV-coeficiente de variación.

Características Físico-Químicas de los estados de superficie												
	pH		CE (dS.m ⁻¹)		Humedad (a 55°) %		I.de yeso (a 105°) %		CARBO meq/l		CLO meq/l	
Area de Cultivos												
	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV	MD	CV
Decantación	8.00	0.02	0.31	0.05	3.96	0.06	1.30	0.08	1.51	0.19	0.56	0.15
Estructural	8.01	0.01	0.35	0.14	3.86	0.08	1.37	0.12	1.52	0.12	0.63	0.19
Medio Natural												
Decantación	7.55	0.03	1.00	0.85	4.15	0.12	1.95	0.44	0.67	0.57	0.54	0.39
Estructural	7.47	0.00	1.35	0.77	3.17	0.07	2.85	0.36	0.66	0.48	0.46	0.14
Sporobolus sp	7.75	0.04	0.62	0.91	4.83	0.11	1.69	0.26	0.93	0.51	0.58	0.15

4.6.5.4. Evaluación del estado de los cultivos

4.6.5.4.1. La fragmentación del medio

El tipo de fragmentación en el terreno, en este caso determinado principalmente por el relieve y no tanto por el estado de superficie, no presenta gran diferencia entre el área de cultivo y su ambiente natural, ya que la superficie del suelo de cada sitio (aunque no por las mismas causas) poseen características en el relieve muy semejantes. Por una parte, en cultivos se fragmenta por los agrietamientos, y por el lado natural los montículos de *Sporobolus airoides*. Además de que en cultivos ya no existe la influencia del surcado en la misma fragmentación.

Más del 60% de la superficie está dividido por fracciones mayores a 1 m, como lo ilustra la figura 81.

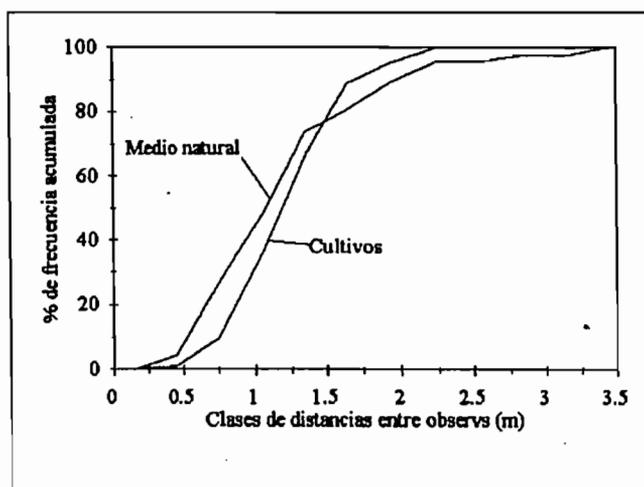


Figura 81. Histograma del tipo de fragmentación del terreno.

4.6.6. Conclusiones de los cultivos de Cerro Bola.

Los cultivos aún no muestran señales de recuperación, debido quizá a que la labranza es relativamente reciente, en comparación de los demás cultivos. Apenas el sitio empieza a reorganizarse y aun no se puede librar de los efectos de los procesos mecánicos al que fue sometido recientemente.

También hay que tomar en cuenta que posterior al uso de estas tierras no ha habido lluvias importantes que hayan proporcionado la humedad suficiente para el reestablecimiento de la vegetación. Contrariamente a esto, los últimos tres años (1993, 1994 y 1995) se han registrado demasiados secos, lo que bajo estas condiciones se dificulta la recuperación de la vegetación.

4.7. ASPECTO DE LA HIDRODINAMICA INTERNA DE LOS SUELOS DE ZONAS ALTERADAS Y SU COMPARACION CON UNA ZONA NATURAL.

La hidrodinámica de algunos suelos de la reserva fue caracterizada por Reyes (1992), Descotes (1991) y Tarín (1992). Los estudios concluyeron que en los primeros 50 cm de la superficie del suelo es donde se observa una mayor hidrodinámica. Estos suelos, debido a la gran cantidad de arcillas, son mas propensos al escurrimiento que a la infiltración.

En suelos en donde recientemente se les ha modificado su estructura y su densidad en su superficie, muestra una hidrodinámica regular en los primeros 30 cm de la superficie, ya que a mayor profundidad no se observa ninguna variación, siendo este caso para la parcela 1 (Figura 82). En suelos con trabajos no tan recientes, la hidrodinámica parece reducirse y no distinguirse movimientos importantes de agua en las primeros 60 cm de su superficie, caso de la parcela 2 (Figura 83). En zonas con trabajos mas antiguos se alcanza a ver una recuperación en la hidrodinámica superficial, sobretodo en los primeros 30 cm, parcela 3 (figura 84), este ultimo caso es el que muestra una mayor relación con la de un medio no alterado (figura 85).

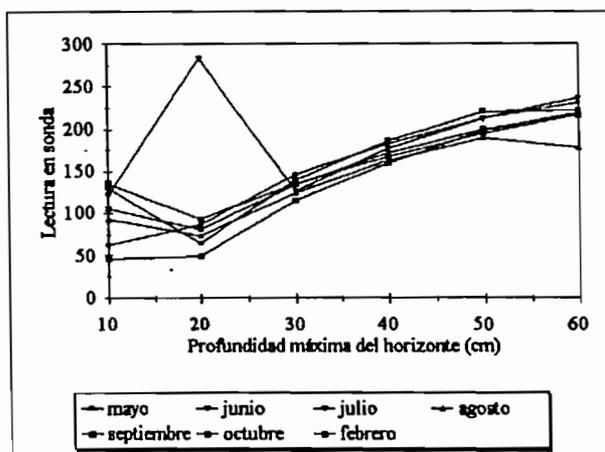


Figura 82. Hidrodinámica de la parcela 1 laborada en San Carlos en 1991.

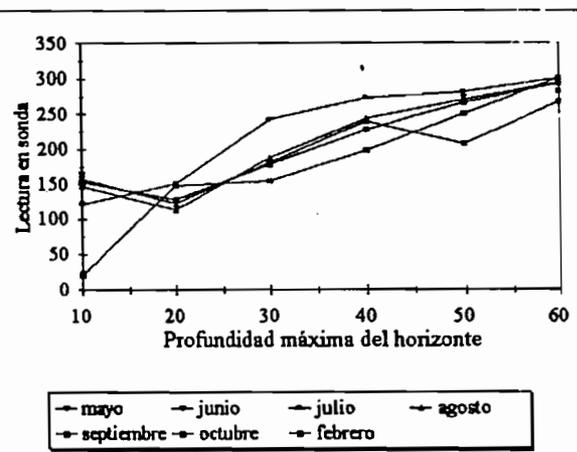


Figura 83. Hidrodinámica de la parcela 2 laborada en San Carlos en 1986.

Las mediciones se realizaron de mayo de 1994 a febrero de 1995.

Según datos presentados en los antecedentes, los suelos al recibir tratamientos de labranza, en un principio aumentan su macroporosidad permitiendo el paso de la humedad en su interior, pero rompen con la estructura y estabilidad de los agregados y altera la continuidad de la microporosidad, este efecto con el tiempo produce una mayor compactación en el suelo reduciendo las posibilidades de una buena infiltración de la humedad. Solo con periodos muy prolongados de tiempo el suelo puede volver, gradualmente a reorganizar y mejorar la formación de los agregados, la micro y macroporosidad y la densidad, lo que permitiría una mejor infiltración de la humedad, principalmente a las capas superficiales del suelo (Jasso, 1985; Ventura, 1992).

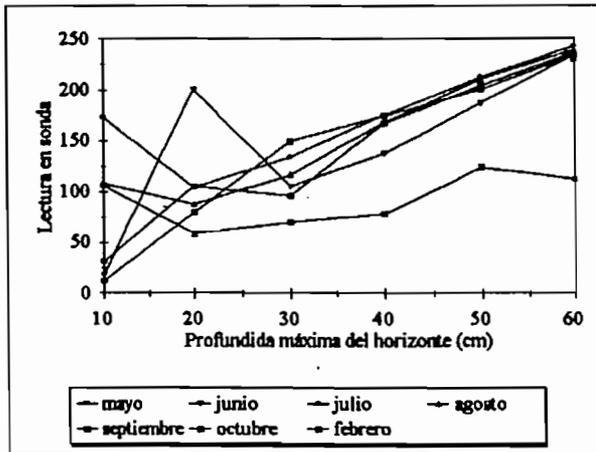


Figura 84. Hidrodinámica de la parcela 3 laborada en 1959.

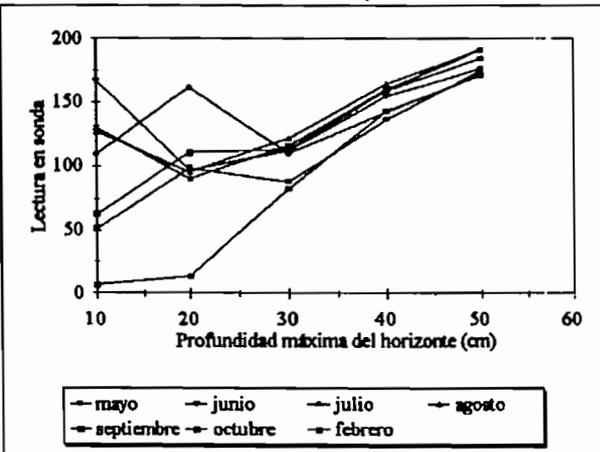


Figura 85. Hidrodinámica de una zona que no ha sido alterada mecánicamente (medio natural).

Tomando en consideración que el año de 1994 y por lo menos la mitad de 1995, fueron años extremadamente secos, y la irregularidad de la repartición en las lluvias dentro de la reserva, se puede observar una hidrodinámica muy superficial a solo 30 cm de la superficie en suelos de playa, de donde provienen las parcelas de estudio, esto no permitió la posibilidad de distinguir movimientos del agua en horizontes inferiores.

4.8. REESTRUCTURACION HORIZONTAL DEL SUELO

En el anexo 3 se dan las características físicas y químicas, además de la descripción de cada uno de los perfiles realizados en los diferentes sitios.

Los perfiles en las áreas trabajadas no muestran gran diferenciación física en relación a los del medio natural. Con respecto a los parámetros químicos, existen varias características que muestran el efecto que dejó el manejo del suelo, sobretodo en el movimiento de las sales.

5. CONCLUSIONES.

Los análisis de las características del microrelieve, las organizaciones los estados de superficie, las calidades físico-químicas y la hidrodinámica del suelo, permiten hacer una evaluación más detallada del estado en que se encuentran las zona que han sido sometidas a alguna práctica cultural.

El microrelieve es una característica que, con el paso del tiempo y gracias al proceso erosivo, va modificándose en forma gradual, hasta lograr una nivelación del terreno, conforme se van desgastando las estructuras del trabajo mecánico (surcos), en cambio la fragmentación del terreno resiste mayor tiempo (Figura 86).

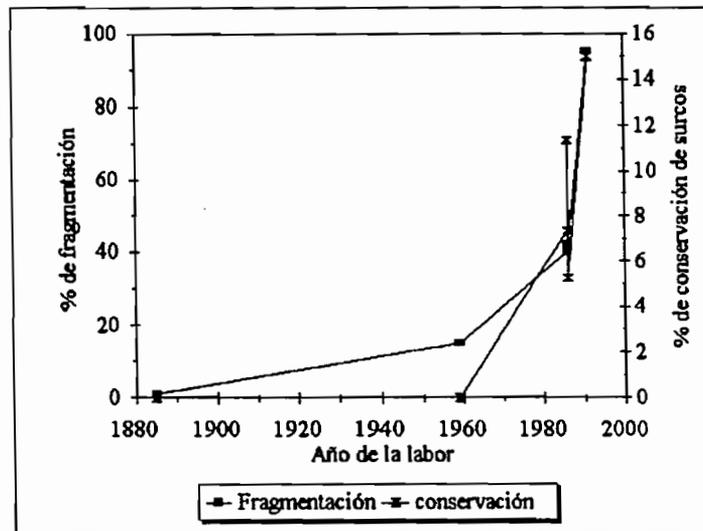


Figura 86. Patrón de evolución en el desgaste de las estructuras de la labor y la fragmentación del terreno.

Este proceso, es determinante, en la mayoría de los casos, para la reorganización, de los estados de superficie y características físico-químicas en el suelo.

En general, los sitios, con respecto a los estados de superficie, presentan una amplia cobertura de áreas desnudas con formaciones costrosas. La decantación y la estructural son las costras más características de estos sitios. Estas muestran un patrón de evolución en el que las costras estructurales con el efecto de la erosión y el tiempo se van degradando hasta verse sustituidas por la de decantación.

La cobertura vegetal se ve grandemente disminuida en las zonas trabajadas, la poca que logra reincorporarse no respeta la misma organización que originalmente poseía en su medio natural.

La calidad físico-química en la superficie del suelo en las zonas afectadas; por un lado muestra un patrón de homogeneización, principalmente en la concentración de sales, en todos los niveles del microrelieve; por otra parte la alteración en la concentración de los contenidos de sales. Por ejemplo, en los trabajos de fomento, realizados en la parte más baja de la playa, aumentan su concentración de sales de cloruros. En cultivos, son los contenidos de carbonatos los que en cierta medida se incrementan. Este comportamiento de elevar el contenido en las sales, no corresponde a todos los sitios estudiados, y se ve

altamente influenciado por la hidrodinámica superficial del suelo. Así, en sitios con tasas de infiltración relativamente buenas, se logra revertir este efecto al permitir el transporte de las sales disueltas a horizontes inferiores. En lugares con menor capacidad de drenaje la salinización llega a la superficie a través del aporte de las capas inferiores del suelo.

Las propiedades en la hidrodinámica superficial del suelo, en los sitios alterados se van recuperando conforme van envejeciendo, aunque dicha recuperación parece tomar bastante tiempo.

Un patrón de la evolución de los suelos de la reserva después de haber sido sometidos a algún de tratamiento de labranza puede ser el siguiente: aumento de áreas desprovistas de vegetación y la formación de las costras superficiales, modificación del microrelieve, alteración de las propiedades físicas y de hidrodinámica interna del suelo, redistribución de los componentes químicos del suelo. Todas estas modificaciones con el paso del tiempo, van adquiriendo nuevos cursos; la vegetación poco a poco va reconquistando espacios sustituyendo gradualmente a las costras, estas últimas son sustituidas de un tipo a otro a causa de la erosión; el microrelieve inducido por los trabajos de la labor, lentamente va desapareciendo, también a causa de la erosión y de la reorganización del suelo. Las características físicas y químicas internas del suelo son las que mayor tiempo requieren para su reorganización.

En cuanto a los sistemas de fomentos y de cultivos, estos no han tenido el éxito correspondiente, esto se debe a la mala planeación de los mismos y a las fuertes adversidades que ofrece el propio medio ambiente. La influencia de la presencia de altas concentraciones salinas y la imposibilidad de efectuar lavados en los suelos por falta del recurso principal, el agua, son los factores principales del mal funcionamiento de estos sistemas de producción.

El siguiente Cuadro 20 muestra en forma simplificada la evolución que presentan las estructuras de la labor y su respuesta frente al tiempo.

Cuadro 20. Evolución cronológica de las características físico-químicas, relieve y los estados de superficie en las estructuras de la labor.

PERIODO	SURCOS	ZANJAS Y CANALES
De 1 a 3 años	El relieve todavía mantiene sus dimensiones originales. Formación de costras estructurales. Sin vegetación. Las características físicas y químicas se reorganizan en la superficie del suelo en forma homogénea, valores inferiores a los del medio natural. Buena hidrodinámica interna.	El relieve todavía mantiene sus dimensiones originales. Formación de costras de decantación. Posible surgimiento de escasa vegetación de reconquista. Las características físicas y químicas se reorganizan en la superficie del suelo en forma homogénea. Buena hidrodinámica interna.

De 3 a 10 años	Se empieza a observar desgaste en el relieve. Las costras de decantación van sustituyendo a las estructurales gradualmente. La vegetación de reconquista empieza a surgir. Las características físicas y químicas en la superficie del suelo aún se muestran homogéneas. Hidrodinámica interna deficiente.	El relieve mantiene sus dimensiones con un leve desgaste. Formación de costras estructurales. Con reducida o regular cubierta vegetal de reconquista. Las características físicas y químicas aún homogénea. Hidrodinámica interna deficiente.
De 10 a 30 años	El relieve ha sido en gran medida erosionados, solo conservan algunos rastros de este. Las costras de decantación casi dominan sobre las estructurales. La vegetación logra cubrir porciones mayores. Las características físicas y químicas homogéneas superan o disminuyen los valores en relación al ambiente natural. La hidrodinámica interna empieza a mejorar.	El relieve de estas es casi igualado por la de los surcos. Dominancia de las costras de decantación. La vegetación tiene coberturas notables. Las características físicas y químicas homogéneas superan o disminuyen los valores en relación al ambiente natural. La hidrodinámica interna empieza a mejorar.
DE 30 o más	Estructuras totalmente indiferenciables. Dominancia en las costras de decantación. Vegetación repartida sin distinción y con coberturas importantes, pero sin lograr igualar al ambiente natural. Las características físicas y químicas aún muestran rasgos de los efectos del laboreo. La hidrodinámica interna casi se iguala al de el ambiente natural.	

6. BIBLIOGRAFIA

- ALBERTEAU, C. 1991. Exemple de reconquête naturelle: vieilles cultures et aménagement hydropastoral de la réserve de la biosphère de Mapimí: Nord Mexique. Memoria de fin de estudio. ORSTOM e Instituto de Ecología. Durango, México.
- ALLISON, L.E.; L.A. RICHARDS; J. BROWN; H. HAWAED; L. BERNSTEIN; M. FIREMAN; G. PEARSON; L. WILCOX; C. BOWER; J. HATCHER y R. REEVE. 1962. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Limusa. 6ª reimpresión 1990. México, D.F.. pp. 63-66.
- BARRAL, H.; L. HERNANDEDEZ.; E. ANAYA.; M. VALLEBUENO. 1995. Elevage extensif et conservation: histoire et écologie du bovin dans la Réserve de la biosphère de Mapimí. Désert de Chihuahua, Mexique. Document de synthèse d'un programme de recherche pluridisciplinaire, 1989-1993. ORSTOM-IECAC. Paris, France.
- BARTOLINO, J. R. Cenozoic geology of the eastern half of the La Flor Quadrangle, Durango and Chihuahua, México. Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la reserva de la Biosfera de Mapimí. I. Ambiente Natural y Humano. Instituto de Ecología. C. Montaña editor. México, D.F. pp 77-98.
- BAVER, L.D.; W.H. GARDNER; W.R. GARDNER. 1972. Física de suelos. UTEHA. 1ª ed. en español 1980. México, D.F.. pp. 232-238.
- BRADSHAW, A. D. GHADWICK, M. J. 1980. The restoration of land, the ecology and reclamation of derelict and degraded land. University of California.
- BREIMER, R.F. 1988. Physiografic soil survey. Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la reserva de la Biosfera de Mapimí. I. Ambiente Natural y Humano. Instituto de Ecología. C. Montaña editor. México, D.F.. pp. 115-133.
- BROUSTE, L. 1993. Etude géochimiques et isotopique des aquifères de la réserve de biosphère de Mapimí, Nord Mexique. Mémoire de D.E.A. ORSTOM. France.
- CASENAVE, A. et C. VALENTIN. 1989. Les états de surface de la zone Sahélienne (Africa). Influence sur l'infiltration. ORSTOM. France.
- CONAZA. 1994. Manejo y rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México (región norte). Saltillo, Coah.
- CORNET, A. 1984. Análisis de datos climáticos de la estación "Laboratorio del Desierto". Reserva de la Biosfera de Mapimí. Período 1978-1983. Documento técnico. Instituto de Ecología. Gomez Palacio, Durango.
- CRUZALEY, S.R. y F. LEYVA. 1992. Efecto de labranza en la estructura del suelo y su relación con el desarrollo y rendimiento del maíz en Chilapa, Gro. eds. J.L. Tovar Salinas y R. Quintero Lizada. Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de las Ciencias del Suelo (Acapulco, Gro.). México. p. 57.
- CHAVEZ A., N. 1981. Efecto de la aplicación de fuerzas externas al suelo sobre algunas de sus propiedades físicas y dinámicas. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- DE LEON G., F. y G. PEREZ. 1992. Evaluación de la capa superficial de un suelo somero bajo la influencia del clima y de las prácticas de cultivo: Metodología y resultados preliminares. eds. J.L. Tovar Salinas y R. Quintero Lizada. Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de las Ciencias del Suelo (Acapulco, Gro.). México. p. 54.
- DELHOUME, J.P. 1988, Distribution spatiale des sols le long toposéquence représentative. Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la reserva de la Biosfera de Mapimí. I. Ambiente Natural y Humano. Instituto de Ecología. C. Montaña editor. México, D.F.. pp. 135-164.

- DESCONNETS, J. C. 1990. Analyses des comportements hydriques de tríos parcelles expérimentales implantées en zone basse d'un bassin endorreique. Zone aride du nord Mexique (réserve de la biosphère de Mapimí). ORSTOM, Francia, Instituto de Ecología, México.
- FIGUEROA S., B. MORALES F., F. J. 1992. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SARH-Colegio de Postgraduados. 1a edición. Salinas, S.L.P., México.
- FOUCAUIT, A. J. F. RAOULT. 1988. Dictionnaire de géologie. Guides géologiques régionaux. Masson, París, Francia.
- FREGOSO T, L.E. 1991, Efecto de la labranza y capitación de lluvia sobre la estructura y algunas propiedades hidrofísicas del suelo e índices fisiotécnicos del maíz. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- GAVANDE, S.A. 1972. Física de suelos, principios y aplicaciones. LIMUSA. 2ª reimpresión 1976. México. pp. 257-276.
- GONZALEZ B., J.L. 1986. Estudio de la repartición de la salinidad en una zona baja (playa) de una cuenca endorreica, en el desierto de Chihuahua. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. UANL. Monterrey, N.L..
- GRAETZ, H.A. 1982. Suelos y su fertilización. Manuales para educación agropecuaria. TRILLAS. México.
- GRENOT, C.J., 1983. Desierto chihuahuense. Fauna del Bolsón de Mapimí. Ecología y conservación de los vertebrados. U.A. "Ch". Departamento de zonas áridas. Chapingo, México.
- GRÜNBERGER, O.; JANEAU, J. L.; GOMEZ R., V.; GARCIA A., A.; GASDEN E., H. 1995. Las interacciones de vegetación, suelos y herpetofauna en manchones de vegetación en una zona de playa del Bolsón de Mapimí. Informe técnico final, Proyecto CONACyT, ORSTOM-Instituto de Ecología. Durango, Dgo.
- HALFFTER, G. 1988. El concepto de Reserva de la Biosfera. Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la reserva de la Biosfera de Mapimí. I. Ambiente Natural y Humano. Instituto de Ecología. C. Montaña editor. México, D.F.. pp. 19-41.
- HERNÁNDEZ, L. 1995. Ganado bovino asilvestrado en el Bolsón de Mapimí, sus antecedentes históricos y su papel ecológico y socioeconómico en la reserva de la biosfera de Mapimí. Tesis de Doctorado, Escuela de Ciencias Biológicas. IPN. México.
- JASSO, CH. C. 1985. Influencia de algunos sistemas de labranza en las propiedades físicas del suelo, producción de materia seca y extracción de nitrógeno en sorgo bajo condiciones de temporal. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- KAUS, A. 1991. La Reserva de la Biosfera vista por las poblaciones locales, el caso Mapimí. Presentación para el seminario: Estrategias para las áreas protegidas y la conservación de la biodiversidad en Iberoamérica, Reserva de la biosfera de Mapimí, Durango.
- KAUS, A. 1992. Common ground: ranchers and researchers in the Mapimí biosphere reserve. Tesis de Doctorado, Universidad de California Riverside.
- LOPEZ C., R. y R. REQUEJO L. 1992. Génesis de costras superficiales de un suelo de Buena Vista, Saltillo Coah. eds. J.L. Tovar Salinas y R. Quintero Lizada. Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de las Ciencias del Suelo (Acapulco, Gro.). México. p. 4.
- LOPEZ J.; G, AGUERO; A. GOMEZ; A. ROCHA; N. NAVARRETE; G. FLORES; E. KATO S. SANCHEZ; L. ABARCA; C. BEDIA. 1985. Manual de ecología. TRILLAS. primera reimpresión 1991. México. pp. 108-112.
- MACIAS D. R., 1992. Influencia de diferentes sistemas de labranza y coberturas del suelo sobre el control a la escorrentía y la erosión y el rendimiento de forraje del maíz. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- MONTENEGRO G., H. 1992. Efecto de la lluvia sobre la estructura interna de los suelos labrados. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.

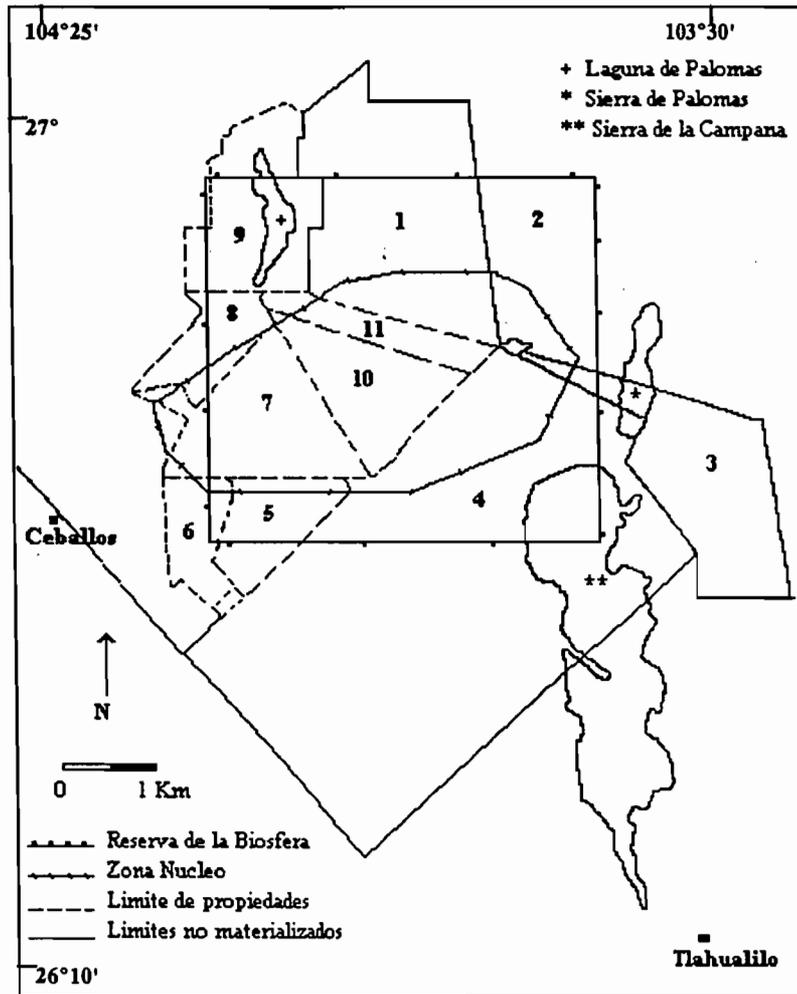
- MUÑOZ R., J. J. 1993. Efectos de la labranza y residuos de cosechas sobre las propiedades físicas del suelo y su influencia en la producción de maíz bajo condiciones de temporal en Durango. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- PAEZ, N. 1992. Estudio de las relaciones de suelos salinos y estados de superficie del Bolsón de Mapimi: comparación con la playa de la Reserva de la Biosfera. Anteproyecto de tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Forestales. U.J.E.D. Instituto de Ecología. Durango.
- REYES, V. 1992. Caracterización hidrodinámica en algunos suelos representativos del norte árido de México. Reserva de la Biosfera de Mapimi. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Biología. U.J.E.D. Instituto de Ecología. Gómez Palacio, Durango.
- RIOS B., J. D. 1987. Efecto de la cobertura vegetal en el proceso erosivo. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- RODIER, J. 1984. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7e. édition, Dunod, Paris, France.
- RUIZ DE ESPARZA V., R. Lista de las especies vasculares. Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la reserva de la Biosfera de Mapimí. I. Ambiente Natural y Humano. Instituto de Ecología. C. Montaña editor. México, D.F.
- SARH-COLEGIO DE POSTGRADUADOS. 1977. Manual de conservación del suelo y del agua. México.
- SARH-INIFAP. 1986. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del campo experimental "Valle del Guadiana". Durango.
- STALLINGS, J.H. 1962. El suelo su uso y mejoramiento. CECSA. 12a impresión 1985. México. pp. 417-420.
- TARIN T., G. 1992. Caracterización hidrodinámica del suelo a nivel de una formación vegetal en mogote, utilizando un simulador de lluvia en la reserva de Mapimí, Dgo. Tesis de licenciatura, Escuela de Ciencias Biológicas (UAC). Torreón, Coah.
- THOMPSON, L. 1982. Los suelos y su fertilidad. REVERTE. México.
- VELASCO-MOLINA, H. A. 1991. Las zonas áridas y semiáridas. Sus características y su manejo. 1a. edición. LIMUSA. México.
- VENTURA R., E. JR. 1992. Efecto de la labranza y la estructura del suelo y su relación con el crecimiento, desarrollo y rendimiento del sorgo en Guanajuato. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- VIRAMONTES P., D. 1990. Cuantificación del escurrimiento y la erosión hídrica en el Desierto Chihuahuense (reserva de la biosfera de Mapimí). Tesis de Licenciatura, Escuela Superior de Biología (UJED). Gómez Palacio, Durango.
- ZAZUETA, Z. G. 1984. Influencia de los sistemas de labranza y obras de conservación en la productividad de los suelos. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.

ANEXO 1. LISTA DE ESPECIES VEGETALES QUE APARECEN LAS AREAS DE TRABAJO Y SUS MEDIOS NATURALES

Nombre común	Nombre científico	Area de trabajo	Medio natural
Alicoche	<i>Echinocereus merkerii</i>		+
Blanca nieve	<i>Heliotropium greggii</i>	+	
Cadillo	<i>Xanthium striunarium</i>	+	
Capitancilla	<i>Trixis californica</i>	+	
Coquillo	<i>Hoffmanseggia densiflora</i>	+	+
Chamizo	<i>Atriplex canescens</i>		+
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>		+
Hierba de la golondrina	<i>Euphorbia ssp.</i>	+	
Hierva de la pulga	<i>Oligomeris linifolia</i>	+	
Limoncillo	1 <i>Pectis angustifolia Torr.</i> 2 <i>Dyssodia ssp.</i>	+	+
Maguey	<i>Agave asperrima</i>		+
Mariola	<i>Parthenium incanum HBK</i>	+	+
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa Torr.</i>	+	+
Nopal cegador	<i>Opuntia microdasys</i>		+
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>		+
Nopal coyotillo	<i>Opuntia violacea</i>		+
Pasto palmito	<i>Chloris virgata Swartz</i>	+	+
Pasto pajon	<i>Sporobolus airoides</i>	+	+
Palo copache	<i>Castela texana</i>		+
Pinavete	<i>Tamarix pentandra</i>		+
Quelitillo	<i>Atriplex acanthocarpa</i>	+	+
Retama	<i>Flaveria trinervia</i>	+	
Rodadora	<i>Salsola kali</i>	+	+
Sabaneta	<i>Hilaria mutica</i>	+	+
Saladillo	<i>Suaeda negrescens</i>	+	+
Tasajillo	<i>Opuntia leptocaulis</i>		+
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	+	
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	+	

ANEXO 2. MAPA DE LA DISTRIBUCION Y REPARTICION DE LAS PROPIEDADES EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MAPIMI Y SU AREA DE INFLUENCIA

(Hernandez, 1995 complementado con Kaus, 1992)



Leyenda:

1. Ejido la Soledad (12,000 ha).
2. Ejido Vicente Guerrero (Las Lilas) (7,805 ha).
3. Ejido Santa María de Mohovano (11,216 ha).
4. Ejido Granja Morelos (151,510 ha).
5. Rancho San Felipe (9,173 ha).
6. Pequeña propiedad Guadalupe (5,463 ha).
7. Ejido la For (21,993 ha).
8. Ejido San José de los Alamos (4,685 ha).
9. Ejido Carrillo.
10. Rancho San Ignacio (20,240 ha).
11. San Felipe del Yermo (7,088 ha).

ANEXO 3. DESCRIPCION DE LOS PERFILES EDAFOLOGICOS

Cultivos de Santa María:

0 a 0.3 cm: costra superficial, (10YR6/3). Escasa microporosidad vesicular.

0.3 a 5 cm: horizonte muy frágil. (10YR8/2). Con presencia de raicillas muy finas;

5 a 14 cm: horizonte (10YR6/4). Con agregados pequeños angulares y subangulares un poco adheridos. Microporosidad regular. Pequeños canales de actividad microfaunica;

14 a 28 cm: Horizonte (10YR6/4). Agregados angulares subangulares, mas consistentes que en le horizonte anterior. Algunas raíces de tallas medias a finas. Microporos en mediana cantidad;

28 a 55 cm: horizonte marron palido (10YR6/3). Masivo. Microporosidad reducida. Presencia de raíces de tallas regulares, principalmente de mezquites.

Medio natural de bajada (Santa María):

0 a 0.4 cm: Costra superficial. (2.5Y8/4), Presencia de bioderma. Microporosidad muy deficiente.

0.4 a 2.5 cm: (2.5Y8/4). Horizonte muy pulverizable. Regular micro y macroporosidad. Algunas raicillas de tallas finas presentes.

2.5 a 17.5 cm: (2.5Y7/4). Agregados angulares subangulares, desprendibles. Yeso distribuido en forma de cristales. Buena micro y macroprosidad.

17.5 a 38 cm: (2.5Y6/4). Agregados columnares separados por grietas internas. Yeso en cristales. Microporosidad regular. Presencia de pequeñas raíces de tallas medias. Actividad fúnica moderada.

38 a 55 cm: (2.5Y7/4). Material masivo. Deficiente macro y microporosidad. Cristales de yeso en menores cantidades.

Cutivos de 1959:

0 a 0.4 cm: costra superficial con presencia de algas.(10YR8/2). microporosidad escasa.

0.4 a 3 cm: horizonte pulverizable. (10YR7/3). Buena microporosidad. Presencia de raicillas medianas y finas. Actividad microfaunica visible.

3 a 9.5 cm: (10YR8/2). agregados granulares frágiles. Raíces de tallas finas. Buena microporosidad. Gran actividad microfaunica.

9.5 a 26 cm: (10YR6/3). Agregados granulares consistentes, formando columnas angostas. Macro y microporosidad buena. Presencia de raíces medianas. Gran actividad microfaunica.

26 a 55 cm: horizonte(10YR6/4). Masivo, compactado. Microporosidad reducida. Presencia de humedad. actividad faunica menor.

Medio natural de playa (fomentos y cultivos del 59):

0 a 0.4 cm: Costra superficial. (10YR8/2).

0.4 a 2 cm: (10YR8/2). Material suelto, semicompacto. Buena microporosidad. Abundantes raíces de tallas finas a medias.

2 a 19 cm: (10YR6/3). Agregados angulares subangulares, fácilmente desprendibles. Cristales de yeso distribuidos en el horizonte. Buena macro y microporosidad. Actividad fúnica notable.

19 a 46 cm: (7.5YR8/2). Material masivo, un poco desmoronable. Cristales de yeso. Regular microporosidad.

46 a 55 cm: (10YR6/3). Material masivo, compacto. Yeso en mayores cantidades.

Fomento del Charco Salado; área de infiltración:

0 a 0.5 cm: costra superficial. (7.5YR8/2). Microporosidad vesicular deficiente.

0.5 a 7 cm: (10YR8/3). Horizonte de material suelto poco pulverizable, con ligeros agrietamientos. Macro microporosidad regular. Presencia de raíces de tallas medias.

7 a 18 cm: (10YR6/3). Agregados angulares subangulares. Buena macro y microporosidad. Actividad microfúnica presente.

18 a 27 cm: (10YR6/3). Material masivo, compacto, con humedad. Hilos de yeso distribuidos a lo largo del perfil. Presencia de raicillas finas.

27 a 55 cm: (10YR6/4). Material masivo, muy compacto, Hilos de yeso distribuidos a lo largo del perfil.

Fomento del Charco Salado; área de escurrimiento:

0 a 0.8 cm: Costra superficial. (7.5YR8/2). Microporor en reducidas cantidades.

0.8 a 9 cm: (10YR7/3). Material suelto, muy pulverizable, en pequeños agrados subangulares. Gran cantidad de raíces de tallas medias a finas. Microporosidad regular, microporos mas o menos abundantes. Poca actividad fúcnica.

9 a 26 cm: (10YR7/3). Agregados angulares angulares subangulares, dispuestos en columnas separadas por agrietamientos. Presencia de yeso en forma de cristales. Deficiente microporosidad. Raíces presentes en poca cantidad.

26 a 55 cm: (10YR6/3). Material masivo, compacto. Presencia de cristales de yeso. Microporosidad escasa.

Características físico químicas de los perfiles edafológicos de las áreas de trabajo													
profundidad.	pH	CE dS.m-1	Humedad %	I. Yeso %	HCO ₃ ⁻ meq/l	Cl ⁻ meq/l	Ca ⁺⁺ meq/l	Mg ⁺⁺ meq/l	K ⁺ meq/l	Na ⁺ meq/l	Arena %	Arcilla %	Limo %
Cultivos de Santa María													
0-0.3	8.03	0.25	2.15	1.33	1.37	0.57	0.85	0.25	0.12	0.55	58.00	16.52	25.48
0.3-5	8.06	0.23	2.94	1.59	1.27	0.51	0.81	0.20	0.11	0.63	64.00	16.00	20.00
5-14	8.03	0.27	4.30	1.70	1.33	0.51	0.60	0.19	0.08	1.21	36.00	20.52	43.48
14-28	8.23	0.31	5.06	1.54	1.31	0.61	0.62	0.24	0.07	1.67	24.00	28.52	47.48
28-55	8.11	0.62	5.65	1.41	1.72	2.04	1.59	0.28	0.07	3.27	28.00	30.52	41.48
Medio Natural de bajada (Santa María)													
0-0.4	7.90	0.28	7.32	0.57	0.89	0.46	1.39	0.16	0.40	0.47	70.00	15.24	14.76
0.4-2.5	7.83	0.25	8.24	0.63	0.94	0.41	1.32	0.13	0.41	0.43	74.00	17.24	8.76
2.5-17.5	7.35	2.70	4.69	0.60	0.15	0.58	25.61	0.59	0.49	2.10	46.00	13.24	40.76
17.5-38	7.53	3.97	7.84	7.28	0.21	1.54	22.47	0.84	0.57	16.85	40.00	13.24	46.76
38-55	7.84	3.76	17.65	2.42	0.23	2.37	7.53	0.66	0.63	25.25	74.00	5.44	20.56
Cultivos de 1959													
0-0.4	7.72	0.45	2.05	1.33	2.64	1.12	1.98	0.48	0.17	0.76	62.00	17.24	20.76
0.4-3	7.48	0.50	3.93	1.37	1.14	1.04	2.15	0.31	0.28	1.26	62.00	17.24	20.76
3-9.5	7.74	0.24	1.47	1.16	1.28	0.84	0.75	0.32	0.21	0.65	54.00	15.80	30.20
9.5-26	7.76	1.53	6.52	1.53	0.94	6.02	3.83	0.87	0.14	7.85	40.00	23.24	36.76
26-38	7.83	1.81	8.24	1.43	0.91	8.59	2.52	0.79	0.10	11.09	26.00	21.24	52.76
38-55	7.46	4.09	8.94	6.35	0.50	4.58	25.27	2.33	0.12	17.34	42.00	13.24	44.76
Medio natural de playa (fomentos y cultivos del 59)													
0-0.4	8.10	0.33	2.60	0.65	1.07	0.52	1.13	0.23	0.14	0.89	52.00	13.80	34.20
0.4-2	8.19	0.25	2.62	0.59	0.82	0.50	0.71	0.18	0.12	0.93	64.00	17.24	18.76
2-19	8.25	1.38	4.99	0.76	1.24	1.99	0.82	0.17	0.10	9.35	52.00	23.24	24.76
19-46	7.97	4.03	8.84	0.81	0.47	6.68	2.77	0.34	0.14	30.93	34.00	11.24	54.76
46-55	7.73	4.73	11.98	2.78	0.40	5.23	15.38	1.05	0.17	29.36	40.00	11.24	48.76
Fomentos área de escurrimiento													
0-0.8	7.97	0.30	2.77	1.33	1.85	5.40	0.60	0.28	0.14	1.37	46.00	20.52	33.48
0.8-9	8.04	0.32	6.72	1.46	1.79	5.74	0.59	0.27	0.12	1.61	34.00	27.08	38.92
9-26	7.81	2.08	7.27	1.67	0.84	30.38	9.19	1.54	0.12	7.87	50.00	12.00	38.06
26-55	7.53	4.62	7.65	6.53	2.00	4.71	24.79	1.46	0.14	21.88	32.00	14.00	54.00
Fomentos área de infiltración													
0-0.5	8.14	0.32	2.70	1.36	1.88	0.65	0.48	0.29	0.13	1.88	54.00	20.52	25.48
0.5-7	8.12	0.59	3.23	1.12	1.64	2.74	0.62	0.28	0.13	3.62	52.00	24.52	23.48
7-18	8.93	1.49	8.97	1.43	2.62	6.86	0.36	0.15	0.04	13.09	32.00	39.24	28.76
18-27	7.68	4.10	16.08	2.22	1.01	9.54	8.19	1.00	0.09	26.38	24.00	29.24	46.76
27-55	7.72	5.84	14.71	3.33	0.38	20.42	19.57	1.20	0.12	36.37	28.00	16.52	55.48
Medio natural interdunas (fomentos)													
0-0.5	8.00	2.92	4.10	0.99	0.50	14.43	3.78	0.48	0.22	17.88	58.00	16.52	25.48
0.5-14	7.71	11.40	6.68	1.34	0.40	53.21	17.03	1.49	0.53	75.30	30.00	21.24	48.76
14-39	7.68	8.88	13.35	1.77	0.35	39.12	19.54	1.15	0.33	57.27	42.00	13.24	44.76
39-55	7.71	5.70	19.49	7.28	0.61	13.72	23.16	0.56	0.18	30.67	42.00	11.24	46.76

Medio natural de interdunas (Fomentos del Charco Salado):

0 a 0.5 cm: Costra superficial. (7YR7/2). Con cristales de sales incorporadas.

0.5 a 14 cm: (10YR7/3). Material suelto, muy pulverizable. Gran cantidad de cristales de sal incorporada. Algunas raicillas presentes. Buena macroporosidad.

14 a 39 cm: (10YR7/3). Material masivo, un poco pulverizable. Gran cantidad de cristales de sal incorporada. Presencia de actividad fúnica. Horizonte muy húmedo.

39 a 55 cm: (10YR6/3). Material masivo, compacto. Con un microhorizonte de sal. Gran presencia de humedad.

Cultivos de Cerro Bola de 1994:

0 a 0.5 cm: costra superficial cortada por abundantes agrietamientos que llegan a profundidad. (10YR8/2).

0.5 a 8 cm: (10YR7/3). Horizonte pulverizable. Abundantes grietas. Microporos escasos. Presencia de raicillas finas.

8 a 45 cm: (10YR6/3). Agregados dispuestos en columnas, compacto, separadas por agrietamientos. Microporos escasos. Mediana actividad fúnica.

45 a 55 cm: (10YR6/3). Material masivo. Micro y macroporosidad deficiente, con grietas en menor cantidad que en el horizonte anterior. Presencia baja de humedad.

San Carlos parcela 1 de 1991:

0 a 0.5 cm: Costra superficial. (YR6/4). reducida cantidad de microporos.

0.5 a 20 cm: (YR6/3). Horizonte pulverizable. Presencia mediana de microporos. Raíces de tallas mediana y finas.

20 a 45 cm: (10YR6/4). Material dispuesto en columnas separadas por grietas angostas Macro y microporosidad buena. Presencia de actividad faunica moderada.

45 a 55 cm: (10YR6/4). Material masivo. Microporosidad muy reducida.

San Carlos parcela 3 de 1991:

0 a 0.6 cm: Costra superficial frágil. (10YR7/3). Microporos escasos.

0.6 a 6 cm: (10YR7/3). Horizonte fácilmente pulverizable. Raíces delgadas. Macro y microporos presentes moderadamente.

6 a 29.5 cm: (10YR7/3). Material en columnas rectangulares, semicompacto con agrietamientos. Presencia de raíces de tallas medianas. Canalillos fúnicos en cantidad regular.

29.5 a 60 cm: (10YR7/3). Material masivo, macro y microporosidad muy deficiente. Pequeños canalillos fúnicos.

San Carlos parcela 4 de 1986:

0 a 0.5 cm: Costra superficial con erosión. (10YR8/2). Porosidad vesicular regular. Cantidad pequeña de raíces muy finas.

0.5 a 8 cm: (10YR7/3). Agregados angulares subangulares fácilmente pulverizables. Microporosidad regular, buena macroporosidad. Alta actividad fúnica. Presencia media de raicillas de tallas finas.

8 a 37 cm: (10YR6/3). Agregados columnares separados por grietas, semicompacto. Microporos escasos, buena macroporosidad.

37 a 55 cm: (10YR6/3). Material masivo, muy compacto. Deficiente micro y macroporosidad. Poco húmedo.

San Carlos parcela 5 de 1995:

0 a 0.4 cm: Costra superficial, frágil. (10YR8/2). Microporosidad mas o menos buena.

0.4 a 6.5 cm: (10YR7/4). Material pulverizable, con ligeros agrietamientos. Buena macro y microporosidad. Presencia de raíces finas. Mediana actividad fúnica.

6.4 a 38 cm: (10YR8/3). Agregados angulares subangulares, grietas dispersas. Macroporosidad buena, microporosidad deficiente. Raíces de tallas medianas. Gran actividad fúnica.

38 a 60 cm: (10YR7/3). Horizonte masivo, compacto. Buena macroporosidad, microporosidad Deficiente. Presencia de raíces de talla mediana.

Medio natural de playa (cultivos de San Carlos y Cerro Bola):

0 a 0.3 cm: costra superficial. (10YR8/2). Microporosidad deficiente.

0.3 a 10 cm: (10YR7/3). Material pulverizable, muy frágil. Buena macroporosidad. Gran cantidad de raíces de tallas finas a medias.

10 a 28 cm: (10YR6/4). Agregados angulares subangulares, dispuestos en columnas separadas por grietas. Microporos en escasa cantidad. Actividad fúmica presente en forma considerable.

28 a 55 cm: (10YR6/4). Material masivo. Deficiente macro y microporosidad. Presencia de humedad.

Características físico químicas de los perfiles edafológicos de las áreas de trabajo													
profundidad.	pH	CE dS.m-1	Humedad %	I. Yeso %	HCO ₃ ⁻ meq/l	Cl ⁻ meq/l	Ca ⁺⁺ meq/l	Mg ⁺⁺ meq/l	K ⁺ meq/l	Na ⁺ meq/l	Arena %	Arcilla %	Limo %
Cultivos de Cerro Bola													
0-0.5	8.12	0.28	2.45	0.12	0.99	0.53	1.11	0.25	0.20	0.43	50.00	18.72	31.28
0.5-8	7.89	0.29	4.81	1.36	0.99	0.54	1.17	0.23	0.16	0.58	54.00	29.24	16.76
8-45	8.04	0.32	7.84	1.33	0.90	0.76	1.08	0.21	0.12	0.95	44.00	31.24	24.76
45-55	7.78	1.56	12.28	1.63	0.20	0.49	11.22	0.85	0.22	1.81	34.00	17.24	48.76
San Carlos parcela 1 de 1991													
0-0.5	7.96	0.38	2.24	0.90	1.52	2.16	1.40	0.38	0.41	0.59	54.00	21.08	24.92
0.5-20	8.09	0.28	3.05	0.87	0.51	5.29	0.79	0.23	0.11	1.39	50.00	22.00	28.00
20-45	8.22	0.28	4.22	0.90	1.08	5.53	0.74	0.20	0.08	1.37	44.00	32.00	24.00
45-60	8.27	0.28	5.12	0.63	0.72	1.69	0.96	0.16	0.40	1.29	54.00	31.24	14.76
San Carlos parcela 3 de 1991													
0-0.6	8.07	0.29	2.24	1.07	1.07	0.56	0.77	0.20	0.09	1.50	44.00	21.08	34.92
0.6-6	8.25	0.35	4.10	1.28	0.68	0.72	0.68	0.21	0.09	2.06	40.00	26.52	33.48
6-29.5	8.34	0.36	3.73	1.15	1.19	0.94	0.73	0.19	0.08	2.16	32.00	32.52	35.48
29.5-60	8.33	0.43	6.03	1.06	0.40	1.10	0.62	0.20	0.07	2.72	26.00	40.52	33.48
San Carlos parcela 4 de 1986													
0-0.5	7.86	0.32	1.90	0.88	1.22	0.78	1.23	0.33	0.28	0.62	50.00	16.52	33.48
0.5-7.5	7.93	0.26	4.53	0.97	0.96	1.96	1.02	0.25	0.18	0.77	50.00	22.00	28.00
7.5-32.5	7.98	0.36	4.26	1.06	0.88	1.73	1.32	0.28	0.17	1.04	42.00	28.52	29.48
32.5-55	8.20	0.28	4.70	1.11	0.86	1.64	0.78	0.21	0.06	1.43	34.00	40.00	26.00
San Carlos parcela 5 de 1985													
0-0.4	7.96	0.29	2.38	1.11	0.97	1.91	0.99	0.31	0.19	0.58	56.00	18.52	25.48
0.4-6.5	8.03	0.34	3.80	1.23	1.00	1.83	0.83	0.27	0.20	1.58	44.00	21.44	34.56
6.5-38	7.83	0.33	4.07	1.21	0.60	2.05	0.98	0.28	0.19	1.23	42.00	23.44	34.56
38-60	8.26	0.27	4.47	1.25	0.82	1.69	0.82	0.20	0.09	1.38	30.00	23.44	46.56
Medio Natural de playa (San Carlos y Cerro Bola)													
0-0.3	7.81	0.26	1.78	0.79	0.96	0.52	1.24	0.21	0.51	0.52	46.00	19.08	34.92
0.3-10	8.00	0.26	3.62	0.70	0.85	0.56	1.11	0.21	0.49	0.62	58.00	16.52	25.48
10-28	7.93	0.63	7.36	0.75	1.25	2.93	1.44	0.26	0.41	3.05	34.00	35.24	30.76
28-55	8.16	0.94	11.20	0.60	0.35	4.29	0.93	0.21	0.41	5.83	16.00	35.24	48.76

Bordos de Fomentos las Lolas:

0 a 0.5 cm: Costra superficial. (7.5YR8/2). Muy compacta, erosionada por escurrimiento.

0.5 a 6 cm: (7.5YR5/6). Material muy pulverizable, cristales de yeso incorporado. Microporos muy escasos.

6 a 14 cm: (10YR7/4). Agregados subangulares muy pequeños y de fácil desmoronamiento. Grietas en poca cantidad y muy cortas. Actividad fúmica moderada. Cristales de yeso incorporado.

14 a 55 cm: (7.5YR5/6). Agregados granulares. Baja microporosidad. Existencia de un microhorizonte yesoso muy frágil. Mayor actividad fúmica que el horizonte anterior.

Medio natural de mogote (Bordos las Lolas):

0 a 0.3 cm: Costra superficial. (7.5YR8/2).

0.3 a 3 cm: (10YR8/4). Material muy pulverizable. Buena microporosidad. Macroporosidad escasa.

3 a 7 cm: (10YR8/4). Agregados angulares subangulares de pequeñas dimensiones y muy frágiles. Grietas internas distribuidas en el horizonte. Algunas raíces finas presentes. Cristales de yeso incorporados. Microporosidad regular.

7 a 41 cm: (7.5YR5/4). Agregados angulares subangulares. Deficiente macro y microporosidad. Presencia de actividad fúmica. Cristales de yeso incorporado.

41 a 55 cm: (10YR6/3). Material masivo, con cristales de yeso incorporado. Actividad fúmica moderada. Deficiente macro y microporosidad. Humedad presente.

Bordos de Fomentos el Cuatro:

0 a 0.4 cm: Costra superficial. (10Y8/2). Microporosidad regular.

0.4 a 9.5 cm: (7.5YR8/2). Agregados angulares subangulares de reducido tamaño. Macro y microporosidad regular. Presencia de pequeñas raicillas. Poca actividad fúmica.

9.5a28.5cm: (10YR6/3) Agregados angulares subangulares un poco mayores que los del horizonte anterior. Presencia de raíces. Micro y macroporosidad deficiente. Actividad fúmica presente.

28 a 55 cm: (10YR6/4). Material copacto, en transición a masivo, con cristales de yeso incorporado. Deficiente macro y microporosidad. Presencia de humedad.

Medio natural de manchas (Bordos el Cuatro):

0 a 0.3 cm: Costra superficial, con presencia de algas. (2.5Y8/2).

0.3 a 7.5 cm: (10YR7/3). Agregados angulares subangulares. Presencia de pequeñas raíces. Actividad fúmica. De regular a deficiente macro y microporosidad.

7.5 a 28 cm: (10YR6/3). Agregados columnares, separados por grietas. Presencia regular de raíces de tallas finas y medias. Microporos en forma escasa. Bastante actividad fúmica.

28 a 55 cm: (10YR6/4). Material masivo, Cristales de yeso incorporado. Deficiente macro y microporosidad. Horizonte un poco húmedo.

Características físico químicas de los perfiles edafológicos de los medios naturales													
profundidad.	pH	CE dS.m-1	Hume dad%	I.Yeso %	HCO ₃ ⁻ meq/l	Cl ⁻ meq/l	Ca ⁺⁺ meq/l	Mg ⁺⁺ meq/l	K ⁺ meq/l	Na ⁺ meq/l	Arena %	Arcilla %	Limo %
Bordos el Cuatro													
0-0.4	8.08	0.36	2.10	0.67	1.06	0.57	0.91	0.17	0.21	1.46	52.00	21.80	26.20
0.4-9.5	8.14	0.32	3.31	4.64	1.24	0.62	0.66	0.16	0.14	1.67	72.00	16.52	11.48
9.5-28.5	8.57	0.45	7.26	6.09	1.97	0.98	0.53	0.11	0.10	3.01	46.00	25.24	28.76
28.5-55	7.74	3.72	10.68	4.04	0.26	3.03	17.60	0.75	0.12	17.79	26.00	21.24	52.76
Medio natural de manchas (bordos el Cuatro)													
0-0.3	7.96	0.42	2.32	0.82	0.72	0.47	2.00	0.30	0.29	0.60	78.00	17.24	4.76
0.3-7.5	8.09	0.30	3.73	0.77	0.83	0.50	0.69	0.13	0.17	1.18	48.00	20.52	31.48
7.5-28	8.20	0.45	7.32	0.87	1.43	1.04	0.54	0.13	0.10	2.54	42.00	31.24	26.76
28-55	7.69	3.11	6.33	7.71	0.46	1.34	24.04	0.87	0.10	7.86	38.00	11.24	50.76
Bordos las Lolas													
0-0.5	8.49	0.48	1.68	0.42	1.83	2.85	0.50	0.15	0.47	3.47	64.00	23.24	12.76
0.5-6	8.12	1.69	2.64	0.57	0.77	30.67	1.32	0.21	0.45	10.57	48.00	18.72	33.28
6-14	8.16	1.24	3.39	0.59	0.99	23.16	0.96	0.15	0.43	7.79	44.00	18.72	37.28
14-55	8.48	1.38	4.79	0.58	1.54	10.59	0.69	0.15	0.41	9.35	40.00	17.24	42.76
Medio natural de mogote (las Lolas)													
0-0.3	8.05	0.38	2.79	2.16	1.64	0.52	1.44	0.31	0.14	0.88	54.00	13.24	32.76
0.3-3	8.19	0.31	1.98	1.81	0.82	0.62	0.54	0.18	0.12	1.61	60.00	19.24	20.76
3-7	8.35	0.68	3.73	0.62	1.19	4.80	0.37	0.13	0.11	4.44	54.00	21.24	24.76
7-41	8.30	1.78	7.41	0.55	1.10	32.66	0.54	0.18	0.10	11.86	66.00	16.52	17.48
41-55	7.67	4.39	9.79	2.09	0.22	28.05	20.54	1.13	0.13	20.46	40.00	13.24	46.76