

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**División de Agronomía**



Caracterización de una Área Incendiada en la Sierra  
Zapalinamé, Coahuila, México

**DANIELA ALVARADO CAMARILLO**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el grado de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

**Buenavista Saltillo, Coahuila, México.**

**Junio 2004**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
División de Agronomía**

**Caracterización de una Area Incendiada en la Sierra Zapalinamé,  
Coahuila, México.**

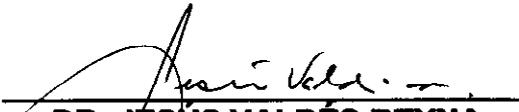
**Tesis**

**DANIELA ALVARADO CAMARILLO**

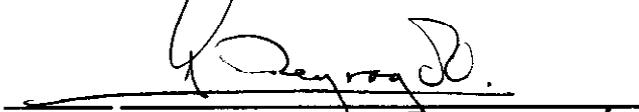
**Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría, y  
aprobada como requisito parcial para obtener el título de:  
Ingeniero en Agrobiología**

**COMITÉ PARTICULAR**

**Asesor Principal:**

  
**DR. JESÚS VALDÉS REYNA**

**Asesor:**

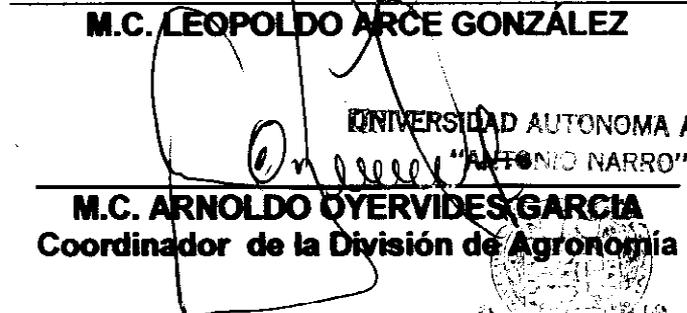
  
**M.C. JUAN RICARDO REYNAGA VALDÉS**

**Asesor:**

  
**DR. JOSÉ ÁNGEL VILLARREAL QUINTANILLA**

**Asesor:**

  
**M.C. LEOPOLDO ARCE GONZÁLEZ**

  
**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**  
**M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA**  
**Coordinador de la División de Agronomía**

**Buenvista Saltillo, Coahuila Junio 2004**

## AGRADECIMIENTOS

A las personas del Laboratorio de Recursos Naturales y de Alimentos de quienes recibí apoyo durante la realización de éste trabajo.

Al personal que integra al área de conservación ecológica Sierra Zapalinamé por permitirme realizar esta investigación en el área.

A los maestros de la Universidad que me compartieron sus conocimientos.

Al Dr, Villarreal, por su colaboración en éste trabajo y la identificación de especies.

Al Doctor Valdés Reyna por su participación en éste documento.

A todos las personas que me ayudaron a aprender durante mi paso por la Universidad.

A la primera generación de Agrobiología: por la amistad, el compañerismo y todas las vivencias.

Con admiración, gran afecto y respeto a Ricardo por su interminable ayuda y presencia incondicional a todo momento.

A mis hermanos Jonatan, Josafat y amigos por creer en mi desde el inicio.

A mis amados padres: Rodolfo, Julio y Gloria por su existencia, comprensión y paciencia.

A mi unida, incomparable e inolvidable familia con cariño.

## **DEDICATORIA**

*A ti, sobre quién descansamos todos.*

*A ti, que siempre estás aquí.*

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Índice de Cuadros .....	
Índice de Figuras .....	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos .....	2
Hipótesis alternativas .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
Infiltración, escurrimientos y producción de sedimentos .....	5
Variables del suelo .....	9
Cobertura del suelo .....	13
<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>16</b>
Área de Estudio .....	16
Descripción del área .....	18
Material .....	21
Metodología .....	22
Recorridos de campo .....	22
Muestreo preliminar .....	22
Criterios para muestreo .....	22
Evaluación de los atributos de la vegetación .....	23
Evaluación de los atributos físicos – químicos y biológicos del suelo .....	29
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>
Vegetación .....	42
Cobertura .....	42
Densidad .....	45
Frecuencia .....	46
Suelo .....	48
Atributos físicos-químicos y biológicos del suelo .....	48
Análisis de correlación .....	56

	<b>Pág.</b>
DISCUSIÓN .....	63
CONCLUSIONES .....	71
LITERATURA CITADA .....	73
A P E N D I C E.....	75

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		PÁG.
3.1	VARIABLES DEL SUELO EVALUADAS EN UN ÁREA INCENDIADA Y NO INCENDIADA .....	30
4.1	Cobertura total (%) y por etapas sucesionales (%) de gramíneas en una área incendiada y no incendiada .....	43
4.2	Cobertura total (%) y por etapas sucesionales (%) de hierbas en una área incendiada y no incendiada .....	43
4.3	Cobertura total (%) de arbustivas en una etapa sucesional madura, atributos físicos del suelo, materia orgánica y musgos en una área incendiada y no incendiada .....	44
4.4	Densidad de gramíneas (%) por etapas sucesionales en 10 m <sup>2</sup> en una área incendiada y no incendiada. ....	45
4.5	Densidad de arbustivas (%) por etapas sucesionales en 10 m <sup>2</sup> en una área incendiada y no incendiada .....	46
4.6	Frecuencia relativa (%) total por etapas sucesionales de gramíneas en una área incendiada y no incendiada .....	47
4.7	Frecuencia relativa (%) total por etapas sucesionales de arbustivas en una área incendiada y no incendiada .....	48
4.8	Resultados de los atributos físicos-químicos y biológicos del suelo en un área incendiada y no incendiada .....	49

## INDICE DE FIGURAS

Figura		PÁG
3.1	Área de estudio Sierra de Zapalinamé .....	17
3.2	Marco de puntos utilizado para obtener el listado y cobertura de gramíneas, arbustivas herbáceas, materia orgánica, atributos físicos del suelo y musgos. ....	24
3.3	Diagrama esquemático del junípero y la ubicación del cuadrante en un área incendiada en la Sierra de Zapalinamé .....	25
3.4	Punto central del cuadrante donde J. es el punto central, es decir el junípero o planta incendiada y no incendiada.....	28
3.5	Extractor de núcleos .....	31
3.6	Diagrama esquemático del anillo usado para medir infiltración, erosión laminar y sedimentos en un área incendiada y no incendiada en Zapalinamé.....	33
3.7	Frente de mojadura ....	36
3.8	Hojarasca y mantillo debajo y entre arbustos	38
4.1	Correlación bidimensional entre intensidad de lluvia (Y)(mm/min) y densidad aparente (X) (gr/cm <sup>3</sup> ) en un área incendiada y una no incendiada de Zapalinamé .....	56
4.2	Correlación bidimensional entre hojarasca debajo de arbustos (Y)(gr/cm <sup>2</sup> ) y mantillo debajo de arbustos (X) (gr/cm <sup>2</sup> ) en un área incendiada y no incendiada de Zapalinamé .....	57

	<b>Pág.</b>
4.3 Correlación bidimensional entre erosión laminar suelo (Y) (gr/cm <sup>2</sup> ) y erosión laminar mantillo (X) (gr/cm <sup>2</sup> ) en un área incendiada y no incendiada de Zapalinamé .....	58
4.4 Correlación tridimensional entre sólidos suspendidos totales de suelo y mantillo (Y) (gr/lt), sólidos suspendidos mantillo (X) (gr/lt) y erosión laminar del suelo (Z) (gr/cm <sup>2</sup> ) en un área incendiada y no incendiada de Zapalinamé .....	59
4.5 Correlación tridimensional entre hojarasca debajo de arbustos (Y) (gr/cm <sup>2</sup> ), mantillo debajo de arbustos (X) (gr/cm <sup>2</sup> ) y total de hojarasca y mantillo debajo de arbustos (Z) (gr/cm <sup>2</sup> ) en un área incendiada y no incendiada en Zapalinamé .....	60
4.6 Correlación tridimensional entre erosión laminar mantillo (Y) (gr/cm <sup>2</sup> ), erosión laminar total de mantillo y erosión laminar suelo (X) (gr/cm <sup>2</sup> ) en un área incendiada y no incendiada.....	61
4.7 Correlación tridimensional entre sólidos suspendidos del suelo (Y) (gr/lt), sólidos suspendidos totales de suelo y mantillo (X) (gr/lt) y erosión laminar total de suelo y mantillo (Z) (gr/cm <sup>2</sup> ) en un área incendiada y no incendiada de Zapalinamé .....	62

## INTRODUCCION

Los disturbios ambientales ocurridos en cualquier escenario natural afectan sus recursos económicos, ecológicos y de escenario.

El área sujeta a conservación ecológica Sierra de Zapalinamé, cuenta con una gran riqueza de flora y fauna y es importante para el municipio de Saltillo, por ser una captadora natural de agua para la ciudad; obviamente por su cercanía a la ciudad no se encuentra excluida de deterioros ambientales de diversas causas, uno de los más frecuentes son los incendios, los que perturban, la composición florística del sitio, la materia orgánica, el pH, la humedad y la estructura y textura del suelo, siendo éstos factores de gran importancia ya que determinan, mantienen, sustentan y reciben nutrientes.

Actualmente existen pocas investigaciones en el área de Sierra Zapalinamé sobre áreas incendiadas a corto, mediano o largo plazo y no se sabe que tan rápido se reestablece el sitio después del incendio.

Debido a lo anterior el área sujeta a conservación ecológica Sierra Zapalinamé tuvo interés en realizar un estudio reciente acerca de lo que está sucediendo en un área incendiada en 1998 y la manera en cómo se ha ido restaurando y establecer así las condiciones en las que se encuentra el lugar a 6 años del incendio en cuanto a su composición botánica y los aspectos físicos – químicos y biológicos del suelo, teniendo como indicadora del proceso de restauración del sitio a un área no quemada.

Por lo anterior, se hizo un estudio para determinar las condiciones en las que se pudiera encontrar el área afectada por el incendio y con esto evaluar el proceso de reestructuración; así también ésta información se pudiera utilizar para idear alternativas en la restauración de áreas incendiadas.

Por lo antes mencionado, se planteó lo siguiente:

#### Objetivo general

- Evaluar la vegetación y el suelo en un área incendiada y no incendiada de la Sierra Zapalinamé.

#### Objetivos específicos

- Comparar el estrato herbáceo y leñoso; su densidad, cobertura y frecuencia para un área incendiada y no incendiada.
- Elaborar un listado de la composición florística de hierbas perennes y leñosas para un área incendiada y no incendiada.
- Evaluar los atributos físicos como: Densidad aparente, erosión y humedad del suelo.
- Evaluar los atributos químicos como: pH y fertilidad del suelo.

- Evaluar los atributos biológicos como: hojarasca, materia orgánica y carbón orgánico.
- Comparar los atributos físicos, químicos y biológicos de un área incendiada y no incendiada.
- Determinar e identificar las condiciones en las que se encuentra la regeneración natural de un área incendiada y no incendiada.

#### Hipótesis alternativas

- Las especies herbáceas, leñosas y perennes se encuentran en mayor cantidad en un área incendiada.
- La estructura física del suelo es mejor en un área no incendiada que en la que si lo está.
- Hay mayor erosión y menor retención de humedad en un área incendiada que en el área no incendiada.
- La fertilidad del suelo es mejor en un área no incendiada que en la incendiada.

- Hay mayor cantidad de materia orgánica, humus, hojarasca y carbón orgánico en un área no incendiada.
- Una área incendiada de 1998 se encuentra en una etapa de regeneración sucesional intermedia anual y/o perenne a diferencia de la otra área que no se incendió.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Infiltración, escurrimientos y producción de sedimentos

De Luna Romero (1989) utilizó un simulador de lluvia tipo Blackburn para estimar la tasa de infiltración y escurrimiento en un área sin reforestar dentro de los límites de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" con una intensidad de lluvia de 120 milímetros (mm) por hora (hr) para lo cuál delimitó el espacio de estudio en una parcela de un metro cuadrado, en la que llevó a cabo una "corrida en seco" con lo que obtuvo en promedio 5.6 centímetros (cm) por hora de infiltración, éste resultado fue obtenido por la diferencia entre la tasa de aplicación y la tasa de escurrimiento observada durante 90 minutos. El escurrimiento fue colectado por un recipiente de 10 litros de capacidad debajo de la superficie del suelo cubierta por plexiglass; una vez el agua escurrida en el colector, la bombeó con una bomba de 12 volts a un recipiente, esto, lo llevó al laboratorio y le determinó la cantidad de sedimentos totales para un área sin reforestar siendo de de 870 Kg/ha.

Para evaluar la infiltración y producción de sedimentos en diferentes suelos de pastizales Zárate Lupercio (1988) seleccionó unidades de muestreo para sus sitios de estudio, uno de ellos lo ocupó el tipo de suelos ustorthents

lítico en donde realizó una prueba llamada "corrida seca" durante 58 minutos usando un simulador de lluvia Blackburn modificado, conjuntamente el escurrimiento colectado de un litro en el sitio de le separó de los sedimentos en el laboratorio con papel filtro y fue secado a 105°C g por 24 hr para registrar su peso y los sedimentos totales. Así; éste lugar de estudio arrojó un promedio de 5.1 cm/hr de infiltración final y 0.06602 Kg/ha de producción de sedimentos.

Beltrán López (1988) evaluó el comportamiento en parcelas de un metro de un pastizal amacollado el cuál ocupa suelos poco profundos y pedregosos siendo las especies que la conforman: *Bouteloua curtipendula*, *Aristida spp.*, *Muhlenbergia glauca*, *Schizachyrium scoparium*, *Opuntia imbricata* y *Quercus spp.*, y un matorral micrófilo conformado por arbustivas como *Opuntia imbricata* y *Mimosa spp.* y herbáceas como *Bouteloua gracilis* los cuales se encuentran en suelos someros, con respecto a la tasa de infiltración en seco durante 63 min. a intervalos de tiempo definido al igual que la producción de sedimentos usando un simulador de lluvia Blackburn modificado con una tasa de lluvia de 137.5 mm/hr. Los resultados de la tasa de infiltración se obtuvieron entre la diferencia de la intensidad de lluvia simulada y la tasa de escurrimiento; sacando así un promedio de 6.27 cm/hr para un pastizal amacollado y 5.82 cm/hr para un matorral micrófilo. Siendo, que para determinar los sedimentos se obtuvo una muestra de un litro del escurrimiento captado, se filtró para separar los sedimentos, se secó a 65°C por 24 hr y se estimó su peso. Así con el volumen total de escurrimientos captados y el peso de los sedimentos ya secos se calculó la producción total de sedimentos en

Kg/ha para un matorral micrófilo que presentó 4,565 y 1,625 para in pastizal amacollado.

Gutiérrez Castillo (1975) realizó un estudio en un campo experimental forestal de zonas áridas aprovechando así los escurrimientos producidos por una precipitación pluvial, usando diferentes métodos de plantación y distintos tamaños de cuenca de captación. Con lo cuál obtuvo escurrimientos de 1.01 a 4.49 mm, calculados a través del volumen del agua captada en la microcuenca después de las lluvias entre la superficie de ésta; lo que genera alrededor de un 70 por ciento de escurrimientos para un área de éste tipo distribuidos solamente en dos meses durante todo un año con una lluvia de manera natural y la construcción de microcuencas.

Se estudiaron sitios de reforestación con 19 y 31 años de tratamiento en la Sierra de Zapalinamé, para lo cuál se utilizó un simulador de lluvia (Dueñez citado por Loredo Osti (1994) y evaluar así la infiltrabilidad, erosión y escurrimientos en el área. La lluvia se aplicó en parcelas circulares las cuales contaban con un recipiente colector para los escurrimientos. La infiltración y el escurrimiento se evaluaron al aplicar la lluvia cuantificando el volumen de escurrimiento captado con un colector y la infiltración se estimó como la diferencia entre la tasa de lluvia aplicada y la tasa de escurrimiento, teniendo así; con esto valores medios de infiltración de siete a ocho cm/hr en sus áreas de estudio y 0.55 a 1.6 cm de escurrimiento. Por lo anterior la autora con un análisis de correlación entre sus variables especificó las que más se relacionaron con la infiltración demostrando que en sitios reforestados tienen

mayor infiltración en centímetros por minuto, poco porcentaje de suelo desnudo y mayor cobertura de mantillo orgánico y menos escurrimientos acumulados en centímetros. Igualmente a medida que aumentaba la cobertura de gramíneas en el suelo disminuyó el escurrimiento y aumentó el porcentaje de cobertura del mantillo.

La velocidad de infiltración para un área adyacente de mezquite fue en promedio de 0.98 cm/hr ocurriendo esto en más de cinco horas; y para el caso de una isla de fertilidad de mezquite fue de 5.74 cm/hr ocurriendo en menos de cuatro horas; ésta variable fue evaluada con microinfiltrómetros de doble anillo enterrados verticalmente y ubicados al azar y de manera de no alterar las condiciones naturales del suelo. García Espino (1988).

Flores Zavala (1989) estimó el efecto que tuvo el pisoteo de ganado a 60 –70 metros del abrevadero para la infiltración utilizando un simulador de lluvia modificado propuesto por Blackburn, aplicó así una intensidad de lluvia de 120 mm/hr en una corrida en seco por 60 min., determinando con esto, la infiltración por la diferencia entre la intensidad de lluvia aplicada y el escurrimiento colectado, obteniendo así 1.7 cm/hr para éste sitio de estudio.

Con la producción de sedimentos Loredó Osti (1994) en su estudio para distintas zonas reforestadas de 19 y 31 años evaluó la erosión total homogeneizando el volumen de escurrimiento tomando una alícuota de un litro la cual filtró, la secó a la estufa y la pesó y, considerando el volumen escurrido calculó los sedimentos en Kg/ha con lo que obtuvo para sus sitios de estudio

5.3 y 9.95 respectivamente; encontró que a mayor erosión menos porcentaje de arenas gruesas, mantillo, infiltración y cubierta vegetal.

#### Variables del suelo

Algunas variables del suelo como densidad aparente, contenido de humedad, mantillo orgánico, suelo desnudo, grava y materia orgánica fueron consideradas por Zárate Lupercio (1988) para el estudio de un suelo ustorthents lítico. Las tres primeras variables se relacionaron con la simulación de lluvia que realizó el autor. Para las dos primeras variables extrajo antes de la simulación de lluvia  $15\text{cm}^3$  en bolsas registrando su peso antes y después de ser secadas a  $105^\circ\text{C}$  por 24 hr; el mantillo orgánico lo recogió al siguiente día de la simulación de lluvia del suelo de manera manual en una bolsa de papel, la cuál secó a  $65^\circ\text{C}$  por tres días y la pesó. La densidad aparente la obtuvo con el peso del suelo seco entre su volumen. El contenido de humedad lo calculó basándose en el peso del suelo seco. Obteniendo como resultados una densidad aparente de  $0.99\text{ gr/cc}$ , un contenido de humedad de 11.83 por ciento y un manto orgánico de 9.73 por ciento.

Asimismo, el autor evaluó la textura y el contenido de materia orgánica en éste suelo, encontrando a través de un análisis de textura con el hidrómetro de Bouyoucus de una muestra aproximada de un Kg de cero a 10 cm de profundidad; 52.4 por ciento de limo, 20.4 por ciento de arcilla y 6.8 por ciento más de arena con respecto a la anterior. Siendo que la materia orgánica de este lugar fue de un 5.58 por ciento.

Mediante la toma de una muestra de suelo de una profundidad de cinco a 15 cm de un área sin reforestar en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" De Luna Romero (1989) determinó el tipo de textura a través de una prueba de laboratorio con el hidrómetro de Bouyoucos, además de la densidad aparente, y el porcentaje de materia orgánica. Así; la densidad aparente resultante en este lugar fue  $1.26 \text{ gr/cm}^3$  y 5.44 por ciento de materia orgánica. La textura de arcilla, limo y arena fue 28.8, 21.6 y 49.6 por ciento, respectivamente. Igualmente, con una toma de suelo en condiciones de humedad natural evaluó el valor medio del contenido de humedad, siendo ésta de un 3.72 por ciento; esta muestra la pesó antes y después de secarse por 24 horas a  $110^\circ\text{C}$  obteniendo el porcentaje de humedad.

Para determinar el contenido de materia orgánica en un pastizal amacollado y un matorral micrófilo Beltrán (1988) tomó muestras de suelo a 10 cm de profundidad con el que obtuvo 5.7 por ciento para la primera zona mencionada, siendo para la otra alrededor del uno por ciento menos a la anterior. Asimismo, determinó la textura del suelo; así, la arcilla en un pastizal fue del 19 por ciento siendo para un área de matorrales el tres por ciento más; el limo se encuentra 50 por ciento en un pastizal y dos por ciento menos en un área cubierta por matorrales, por último la arena se encontró casi un 30 por ciento en áreas propias de matorrales micrófilos siendo que su presencia es muy similar en un pastizal amacollado; todo esto lo determinó por el método de hidrómetro de Bouyoucos y el contenido de la materia orgánica por el método de Walkley y Black. La densidad aparente en un pastizal amacollado y un

matorral también la evaluó con la relación entre el peso seco del suelo y el volumen de la muestra lo que dio como resultado valores de un  $\text{gr/cm}^3$  para las dos áreas que investigó.

Las características físico – químicas de un suelo tomando una muestra de cero a 30 cm de profundidad de un campo experimental de zonas áridas La Saucedá, Coahuila (INIF), fue analizada en el laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” obteniéndose como resultados un potencial de hidrógeno de 8.5 siendo con esto alcalino, una humedad aprovechable del 15 por ciento y un 20 por ciento más de carbonatos totales con una textura de migajón arenoso indicando alta permeabilidad; el nitrógeno, potasio y fósforo resultaron 24, 237 y 28.5 Kg/ha respectivamente para cada uno de ellos en ésta zona de estudio. Gutiérrez Castillo (1975).

Durante un periodo de estudio de un año el contenido de humedad en árboles de mezquite muertos en pie en Múzquiz, Coahuila fue evaluado a través de una muestra de suelo para su análisis en el laboratorio, obteniéndose así un 18.5 por ciento a finales del mes de enero elevándose la humedad a casi un 19.5% por ciento en el mes de Marzo en donde comienza a descender a mediados de este mismo mes, así; a mediados de Junio se dispara a un 21.5% por ciento estabilizándose hasta Septiembre y los próximos meses. En contraparte los árboles vivos en pie están por debajo de los porcentajes de humedad en el suelo a través del tiempo en comparación a los ya mencionados anteriormente.

El promedio de diferentes aspectos físico – químicos de este suelo en Múzquiz, Coahuila a una profundidad de seis a 10 cm se evaluó con la muestra del suelo teniendo con esto un potencial de hidrógeno del 8.98 por ciento, un 3.41 por ciento de materia orgánica, nitrógeno del .17 por ciento un 35.23 Kg/ha de fósforo aprovechable; un 37.68 de carbonatos totales; 34.20 por ciento de arcilla, 21.50 por ciento de limo y un 44.05 por ciento de arena. García Espino (1988).

A través de un análisis de textura de un suelo de una huerta nogalera y a través del densímetro de Bouyoucos se obtuvo 21.4 por ciento de arcilla y 34.1 por ciento de limo, a un metro de distancia del tallo de un árbol vivo, durante la aplicación final de riego por inundación; éstos resultados se debieron al constante tráfico de maquinaria agrícola por el lugar y a los bajos contenidos de materia orgánica de éste.

La densidad aparente fue tomada con un extractor de núcleos, de volumen conocido, en el suelo de la huerta y varió según la profundidad de éste, generando así  $1.5 \text{ gr/cm}^3$  a una profundidad de 21 a 31 cm, según González Cervantes (1994) estos valores alteran la velocidad de infiltración y el transporte de oxígeno y por lo tanto el crecimiento de raíces.

La textura de un suelo en un sitio alejado 60 – 70 m de un abrevadero Flores Zavala (1989) la analizó a través del hidrómetro de Boyouocus tomando una muestra de 1 Kg a una profundidad de cero a 10 cm obteniendo así 24 por ciento de limo, 45.2 por ciento de arcillas y 30.8 por

ciento de arena. Y, para la obtención de la densidad aparente extrajo una muestra del suelo en el lugar de muestreo de 52.9 cc, material que fue embolsado y pesado antes y después de ser secada con lo cuál obtuvo 1.11 gr/cm<sup>3</sup>.

### Cobertura del suelo

La cobertura del suelo para una zona no reforestada en el campus Saltillo de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" se evaluó usando el método propuesto por Daubenmire (1959) citado por De Luna Romero (1989), el cuál consistió en un cuadrante de 20 x 50 cm caracterizando por medio de la vista la cobertura en rangos, con lo cuál obtuvo: 20 por ciento de hojarasca y pedregosidad, cuatro por ciento menos de microflora con respecto a las dos mencionadas anteriormente y casi un cinco por ciento de suelo desnudo. Para las gramíneas, herbáceas y arbustos: 25.6, 8.9 y cuatro por ciento, respectivamente. Para el caso de la evaluación de la densidad del estrato arbóreo por hectárea, el mismo autor, usó el método del punto central del cuadrante con la aplicación de sus fórmulas correspondientes, obteniendo así un resultado nulo en una zona sin reforestar dentro de los límites de la Universidad "Antonio Narro".

Los datos del suelo desnudo, grava y la cobertura área de zacates y hierbas para un suelo de tipo ustorthents litico, fueron obtenidos usando un marco de puntos de acuerdo a la metodología descrita por Pieper (1978) citado por Zárate (1988), realizado antes de la simulación de lluvia que llevó a cabo el

autor, el marco de puntos lo colocó sistemáticamente en 10 posiciones en una parcela dando como resultado un 6.45 por ciento de suelo desnudo y un 1.05 por ciento menos de grava y, un 68.5 por ciento de cobertura en zacates, 9.24 por ciento de hierbas y, 77.7 por ciento de manto orgánico.

La cobertura de hierbas fue del 8.6% en un pastizal amacollado a diferencia de una zona donde predomina el matorral micrófilo que es del 50 por ciento menos a la anterior; el mantillo orgánico cubre un 14.6 por ciento en un área de matorrales de hoja pequeña rebasando por un 12.6 por ciento a un pastizal; los porcentajes de suelo desnudo entre dos zonas como las mencionadas anteriormente están repartidos de igual manera con un 2.4 por ciento en promedio; los zacates cubren en gran medida a un pastizal amacollado con un 80% siendo en un matorral micrófilo cuatro veces menos en promedio; en contraparte los arbustos solamente están presentes en un área de matorral micrófilo al 100 por ciento. Cada una de las variables anteriores se estimó mediante la aplicación del método de puntos de contacto utilizando un marco de puntos (Pieper 1978 citado por Beltrán López (1988)).

Según García Espino (1988) una isla de fertilidad de mezquite cuenta con una composición florística en proporción del 23.81 por ciento de gramíneas, 64.29 por ciento de herbáceas y 7.14 por ciento de cactáceas; en general cuenta con 42 especies distintas entre las que se destacan *Opuntia spp.* e *Hilaria belangeri* las dos presentes en ésta área con una frecuencia del 8.33 por ciento. En cambio en las áreas adyacentes no hay presencia de cactáceas, las gramíneas se encuentran 11.3 por ciento menos que en la isla y las

herbáceas cuentan con un 10.7 por ciento más que las de la otra área de estudio. Para la evaluación de los datos anteriormente mencionados se hizo uso de cuadrantes rectangulares de 1200 cm<sup>2</sup> los que se colocaron aleatoriamente; la vegetación dentro del cuadrante fue cortada a un centímetro del nivel del suelo depositándose en bolsas para secarse a 55°C por 72 hr para que una vez seco, pesarse y determinar así la frecuencia y la similitud.

## MATERIALES Y METODOS

### Área de Estudio

Este trabajo se realizó en el Área de Protección Sierra de Zapalinamé, localizado al sureste del Estado de Coahuila, la cuál ocupa los municipios de Saltillo y Arteaga y cuenta con las siguientes coordenadas: 24°32' 13" y 26° 19' 26" de latitud Norte y 100 12' 12" y 102 40' 24" de longitud Oeste (Figura 3.1).

El área tiene diferentes vías de acceso (Figura 3.1) que incluyen carreteras, caminos de terracería, brechas y veredas. Por el este se entra al área a través de los ejidos Sierra Hermosa, San José y el Diamante ubicados a nueve y 15 kilómetros de Arteaga hacia el sur por la carretera 57 Saltillo – México. En el sur se entra por el ejido Los llanos ubicado a 10 kilómetros de la carretera libre a México y por la carretera 54, entrando por el ejido Cuauhtémoc. Por el oeste y norte se tienen varias vías de acceso y de diferente tipo, carretera, veredas, brechas y trazos urbanos, todos ellos conectados a la carretera 54 Saltillo – Zacatecas y carretera 57 Saltillo – México (García, 1998).

Al sitio donde se realizó la investigación, se tuvo acceso por el camino del cuatro hasta llegar al área incendiada en 1998, ubicada en las

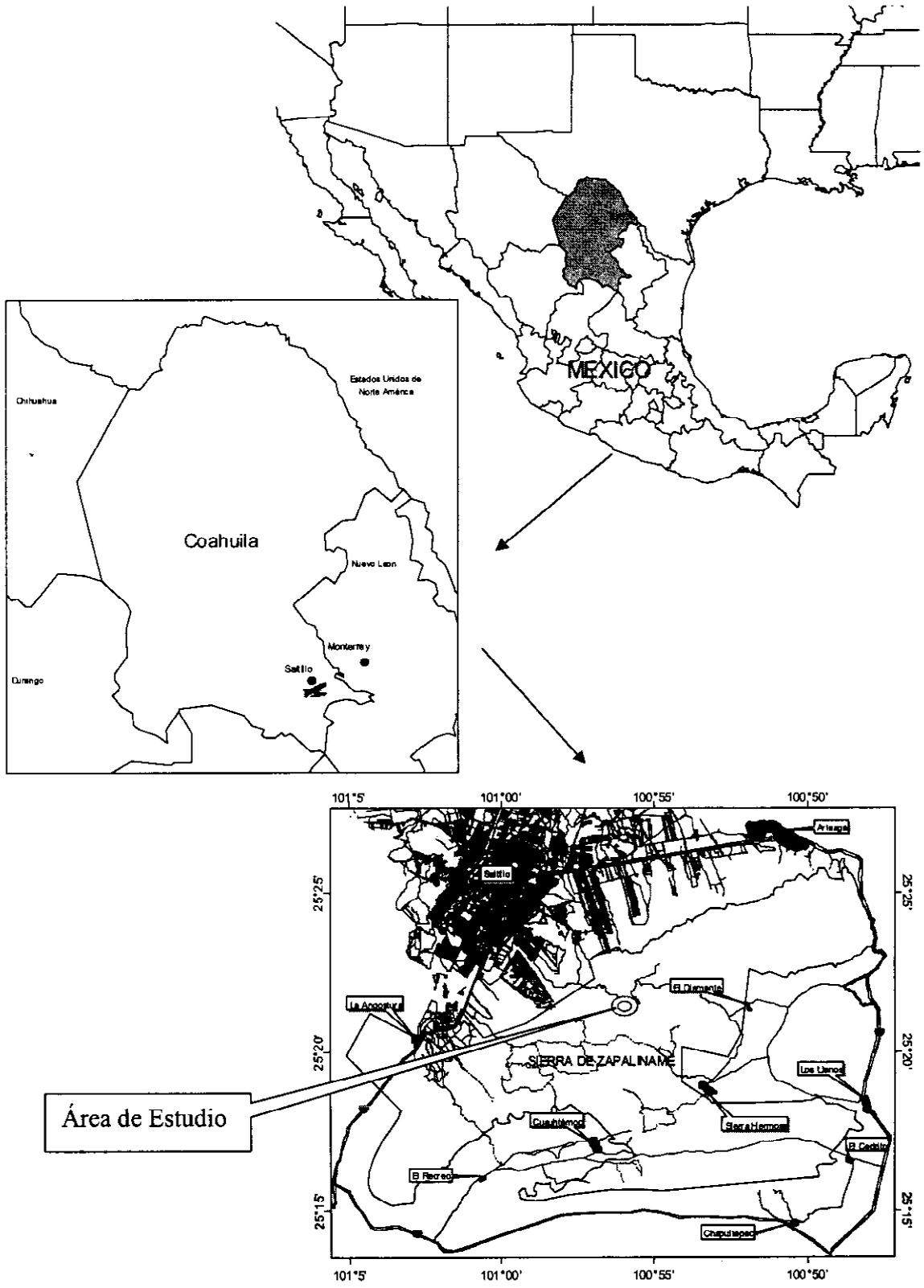


Figura 3.1 Area de estudio Sierra Zapalinamé.

coordenadas siguientes: 25.3625 al Norte, 100.9411 al Oeste con una altitud de 2093 msnm (Figura 3.1).

### Descripción del Área

#### 1. Clima

La descripción del área de estudio según UAAAN – OEA (1981) Plan de Manejo para el Uso Múltiple del Cañón de San Lorenzo es representativa de la Sierra Zapalinamé, cuenta con un clima seco templado Bs,Kw (e'); alcanzando una temperatura máxima de casi 27°C en Mayo y Junio y una mínima de 5°C en Enero y Febrero pero y un promedio anual de 16.9°C.

La precipitación anual en el área es de 421 mm siendo Julio el mes más lluvioso con 108.9 mm, sus suelos se caracterizan por ser muy delgados, regularmente fértiles, susceptibles a erosión y formados por arenas y arcillas.

#### 2. Suelo

Se han reconocido y establecido varios suelos en la zona: Ustorthents (litosol y regosol) con un 75 por ciento, su uso principal es la silvicultura el hábitat la fauna y el pastoreo, limitado principalmente por su profundidad y sus pendientes y su carencia de agua; Rendoll con un 10 por ciento usado para cultivos y limitado por la pendiente; Feozem con un dos por ciento menos al anterior usado principalmente en la agricultura pero deficiente en cuanto a

fertilidad y drenaje; Castoñozem con un porcentaje igual al mencionado anteriormente destinado también a la agricultura a pesar de que su limitante es la falta de agua; Xerosol haplico usado para el pastoreo pero limitado por su capa de yeso y sal con un cinco por ciento.

### 3. Vegetación

Según UAAAN – OEA (1981), en el área se localizan 11 tipos de vegetación compuestos de 79 familias, 241 géneros, 384 especies y 19 variedades.

Los tipos de vegetación representativos del sitio son:

1. **Matorral desértico rosetófilo**, es decir plantas con hojas de roseta con espina y algunas carnosas siendo algunas de las dominantes la lechuguilla *Agave lechuguilla*, sotol *Dasyliirion cedrosanum*, popotillo *Ephedra pedunculata*, cortadillo *Nolina caespitifera*, biznaga dulce *Echinocactus visnaga* y colorada *Ferocactus pringlei*, nopal y palma samandoca *Yucca camerosana*. Esta vegetación indica con seguridad un disturbio como la influencia del fuego.
2. **Matorral de encinos y arbustivos**, plantas, por lo general caducifolias como el encinillo *Quercus intricata*, agrito *Berberis trifoliolata*, lantrisco *Rhus virens*, cortadillo *Nolina caespitifera*, sotol *Dasyliirion cedrosanum* y palma samandoca *Yucca camerosana*.

3. **Matorral denso inerme parvifolio de Rosaceae**, semejante al anterior pero dominando la familia Rosaceae como la manzanilla *Amelanchier denticulata*, encinillo *Quercus intricata*, tejocote *Crataegus baraussana*, agrito *Berberis trifoliolata* y gatuño *Mimosa biuncifera*
4. **Matorral de manzanita**, son agrupaciones densas de encinos bajos acompañados de arbustivas como la manzanita *Arctostaphylos pungens*, la rosa mexicana de castilla *Cowania plicata* y el lantrisco *Rhus virens* por lo general ésta vegetación se encuentra en áreas anteriormente incendiadas.
5. **Zacatal con leñosas arbustivas**, llamado también pastizal resultado de un fuego constituida por zacates amacollados como la *Muhlenbergia spp.* y *Stipa spp.*, y zacates como los del género de *Bouteloua* y *Aristida*.
6. **Bosques de pino piñonero**, representativos del sitio en donde se encuentra el *Juniperus flaccida*, bosques de pino, de encinos templado y de *Pseudotsuga*).

Por otro lado, el área incendiada y no incendiada contó con una vegetación representativa de matorral rosetófilo, matorral de encinos y arbustivos, matorral denso inerme parvifolio de rosaceae, matorral de manzanita y zacatal con leñosas arbustivas. Solamente el área no incendiada contó con vegetación representativa de los bosques de pino piñonero.

**Material**

- Extractor de núcleos.
- Anillos
- Agua
- Botes herméticos de plástico.
- Brocha
- Regla y Cinta métrica.
- Borla o hilo de mecate
- Bolsas de plástico
- Prensa
- Geoposicionador (GPS)
- Marco de puntos
- Navaja
- Piolet
- Pluma
- Libreta o cuaderno de campo
- Orquillas de madera
- Cronómetro
- Botes
- Manguera
- Machete
- Mizeta
- Cámara digital
- Clisímetro
- Vehículo
- Vasos de precipitado de 500ml
- Papel filtro
- Detergente
- Estufa
- Crisoles
- Mufla
- Balanza analítica.
- Embudos
- Pinzas
- Calculadora
- Tamiz
- Cajas petri
- Probeta graduada.
- Desecador
- Parrillas de calentamiento.
- Vernier o calibrador.
- Agitador.
- Paquete estadístico NCSS Ver. 6.0

## Metodología

### Recorridos de Campo

Para la determinación del área a evaluar se realizaron varios recorridos a la zona sujeta a conservación ecológica en Sierra de Zapalinamé para identificar las diversas áreas que pudieran ser sujetas a estudio, se seleccionó una área incendiada en 1998 donde se encuentran pequeñas "islas" no incendiadas, se registró su ubicación con un geoposicionador.

### Muestreo Preliminar

Debido a que en el área de estudio existen árboles con alturas diversas se decidió tomar un muestreo preliminar, escogiendo cinco árboles incendiados y no incendiados al azar a los cuales se les midió el diámetro de copa, obteniéndose un valor medio de dos metros de radio, dentro del cual también se realizaron los muestreos de suelo y vegetación.

### Criterios para el muestreo

Se escogieron árboles incendiados y no incendiados mayores o iguales a dos metros de altura. Un sitio de muestreo equivale a un árbol o junipero. Se realizaron dos muestreos por visita al área. Se realizó el análisis de las variables involucradas con el cual se fue observando su comportamiento hasta que llegó a ser homogéneo, por esto se llevaron a cabo nueve unidades de muestreo para un área incendiada y cinco para una no incendiada. Se

buscaron árboles incendiados y no incendiados que no estuvieran alterados antropogénicamente.

### Evaluación de los atributos de la vegetación

#### 1. Marco de puntos.

Para el listado y cobertura de gramíneas, arbustivas, herbáceas, materia orgánica, atributos físicos del suelo, musgos y helechos para un área incendiada y no incendiada se estimaron a través del método de puntos de contacto (Maden –Levin, 1933 ), utilizando un marco de puntos.

El marco de puntos (Figura 3.2), tiene 60 cm de alto y un metro de largo; 10 agujas de la misma longitud las cuáles se resbalan a través de la barra con agujeros que se disponen a través de una primera tira horizontal que sirve como guía perpendicular para que la aguja al bajar no se desvíe. Cada uno de los agujeros se espacian en intervalos iguales de 10 cm a lo largo.

Al inicio del estudio, se seleccionó al azar el primer cuadrante, el cual se encuentra en dirección noroeste (Figura 3.3) de espaldas al primer cuadrante se arrojara un objeto al azar, de tal manera que quedara dentro él para ahí colocarse el marco de puntos fijando sus patas (3), con orientación al norte.



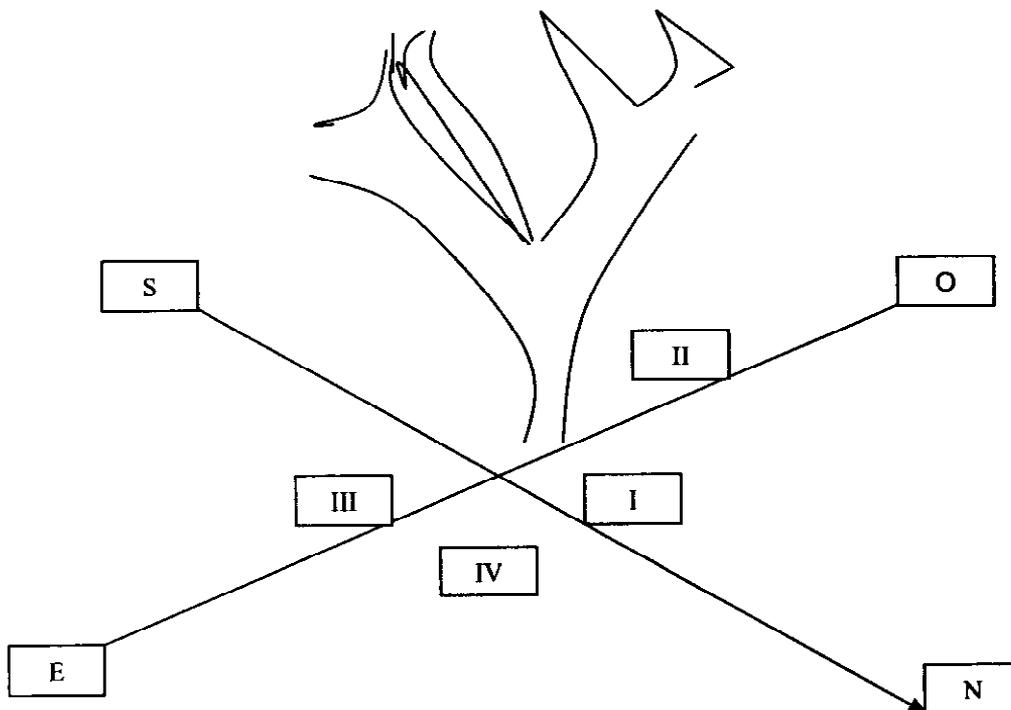


Figura 3.3. Diagrama esquemático del junípero y la ubicación del cuadrante en un área incendiada en la Sierra de Zapalinamé

Simbología:

N = Norte, O= Oeste, S = Sur, E = Este.

I = es el primer cuadrante, II = es el segundo cuadrante, III = tercer cuadrante y, IV es el cuarto cuadrante.



Arbol o junipero incendiado.

Se registraron todos los puntos de contactos que se tuvieron al ir bajando la aguja hasta llegar al suelo, la aguja se fijó con dos orquillas de madera, una sobre la primera tira horizontal (1) y otra en la segunda (2), para que no se muevan las agujas, así se continuaba con la siguiente aguja. Todo punto de contacto fue tomado en cuenta; los atributos de la vegetación y del suelo.

Para la vegetación que se encontró y no se pudo identificar en el terreno se disponía en bolsas de plástico con una clave para llevarse al Herbario de la ANSM del Departamento de Botánica para ser identificada.

La materia orgánica que se colectó estaba sobre el suelo. Dentro de la materia orgánica estuvo la hojarasca, la cual fue separada por colores verdes y dorados y, el mantillo, el cual fue seleccionado con colores del gris al negro. Dentro de la hojarasca y el mantillo se tomó en cuenta el material necrótico en pie, que fue lo que estaba enraizado pero muerto.

Los atributos físicos del suelo se clasificaron en piedra, grava y suelo desnudo. Se consideró piedra al material mayor de cinco centímetros de diámetro; grava al material menor de cinco centímetros de diámetro, suelo desnudo como el sitio en donde el suelo se encontraba totalmente desprovisto de material orgánico y de vegetación.

Al término del registro de todos los sitios muestreados, también se agrupó a las especies en etapas sucesionales (COTECOCA 1979).

1. Etapa sucesional involucró algas musgos y, líquenes.
- 2.- Etapa sucesional intermedia anual.
- 3.- Etapa sucesional intermedia perenne en donde se consideró a gramíneas y herbáceas.
- 4.- Etapa sucesional madura es decir los arbustos.

Y de manera independiente se consideró:

- 5.- Suelo: suelo desnudo, piedra, grava y hojarasca.
  - 6.- Necrótico en pie.
2. Punto central del cuadrante.

Para obtener el porcentaje de frecuencia absoluta y densidad de arbustivas y gramíneas en una zona incendiada y no incendiada se aplicó la técnica del punto del cuadrante central (Muller - Dombois y H. Ellenberg. 1974).

Al localizar el lugar a muestrear se disponía a colocar los mecatres para hacer el eje de coordenadas que sirve como cuadrante, teniendo al árbol incendiado y no incendiado como centro del cuadrante; uno de los mecatres o hilos dirigido siempre de norte -sur (Figura 3.4) el otro fue puesto de manera perpendicular formando una cruz, los mecatres fueron puestos lo más cercano al tronco del árbol, teniendo así cuatro cuadrantes.

Se midió la distancia con una cinta métrica, del centro del árbol incendiado y no incendiado a la gramínea y arbustiva más cercana

registrándose primero para el cuadrante uno, luego para el dos, tres y cuatro respectivamente. En el caso de las gramíneas se midió la distancia desde la orilla de ellas y; para las arbustivas, se midió su distancia desde el centro de éstas. (Figura 3.4).

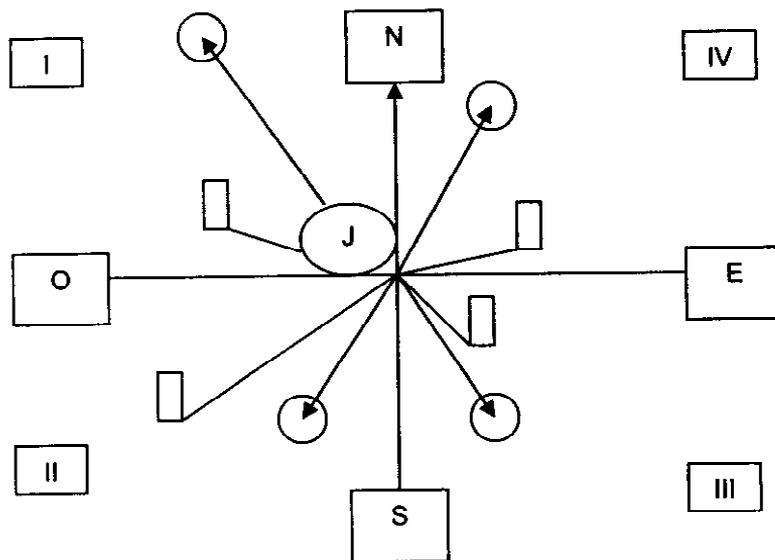


Figura 3.4. Punto central del cuadrante donde J: es el punto central, es decir el junípero o planta incendiada y no incendiada.

Simbología:

N = Norte, O = Oeste, S = Sur, E = Este.

I = es el primer cuadrante, II = es el segundo cuadrante, III = tercer cuadrante y; IV es el cuarto cuadrante.

○ Arbusto.

▭ Gramínea.

→ Distancias (Gramínea, Arbusto)

Las plantas no identificadas se colectaron en bolsas de plástico con una clave para llevarse al Herbario de la ANSM del Departamento de Botánica para ser identificada.

Los datos generados se concentraron en una base de datos para cada sitio ó árbol incendiado y no incendiado. Se agrupó a las especies arbustivas y gramíneas según la etapa sucesional en la que se encontraban (COTECOCA 1979) para una área incendiada y no incendiada:

1. Algas, musgos y líquenes
2. Gramíneas en etapa sucesional intermedia anual y avanzada .
3. Gramíneas y herbáceas en etapa sucesional intermedia perenne
4. Arbustos en una etapa sucesional inicial, intermedia y madura.

#### Evaluación de los atributos físicos – químicos y biológicos del suelo.

Previamente se pesaron bolsas de plástico y papeles filtro en lo individual, ya que se usaron para contener las muestras de varias de las variables que se evaluaron.

Las variables evaluadas en una área incendiada y no incendiada para medir los componentes físicos, químicos y biológicos del suelo fueron:

Cuadro 3.1. Variables del suelo evaluadas en un área incendiada y no incendiada.

Variables	Símbolo NCSS Ver6	Unidad
Lámina aplicada	Var 2	Mm/Min
Intensidad de lluvia	Var 3	Min
Sólidos suspendidos mantillo	Var 4	gr/lt
Sólidos suspendidos suelo	Var 5	gr/lt
Sólidos suspendidos totales	Var 6	gr/lt
Densidad aparente	Var 7	Gr/cc
Erosión laminar mantillo	Var 8	Gr/cm
Erosión laminar suelo	Var 9	gr/cm <sup>2</sup>
Erosión laminar total	Var 10	gr/cm <sup>2</sup>
Frente de mojadura	Var 11	Cm
Mantillo debajo de arbustos	Var 12	gr/cm <sup>2</sup>
Total debajo de arbustos	Var 13	gr/cm <sup>2</sup>
Hojarasca debajo de arbustos	Var14	gr/cm <sup>2</sup>
Infiltración	Var 15	Cm/hr
Hojarasca entre arbustos	Var 16	gr/cm <sup>2</sup>
Humedad del suelo	Var 17	%
Carbón orgánico	Var 18	%

Las VAR 2, VAR 4, VAR 5, VAR 8, VAR 9, VAR 12, VAR 13, VAR 16, VAR 17 Y VAR 18, se representan en valores porcentuales en el Cuadro 4.8, tomando como el 100 por ciento para cada una de estas variables el valor real que se

encuentra en el Cuadro A10. En el caso de la lámina aplicada se tomaron los 8cm como el 100 por ciento para ésta variable.

### 1. Densidad Aparente.

Para obtener la densidad aparente se usó un extractor de núcleos cilíndrico en su cara interior y un cono en su cara exterior (Figura 3.5), éste se colocó sobre la superficie de suelo desnudo en el primer cuadrante ubicado al noroeste de un área incendiada y no incendiada, se introdujo el extractor de núcleos al suelo con un piolet, se hace uso de la regla para medir la profundidad en centímetros en que penetró el extractor, se escarbó con una navaja y se recogió la muestra de suelo contenida en el cilindro al razarse con una navaja, depositándose en bolsas de hule previamente pesadas e identificadas.

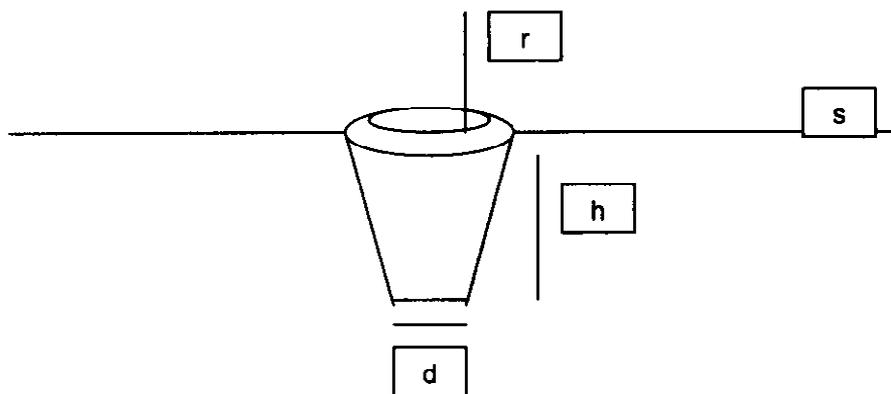


Figura 3.5. Extractor de núcleos.

Simbología:

r = regla, h = es la profundidad, d = diámetro y; s = nivel del suelo.

Con anterioridad se midió el diámetro del cilindro del extractor de núcleos con un vernier el cual fue de 1.265 cm. Así; se calculó el área del cilindro y con la profundidad se obtuvo el volumen total y por tanto, la densidad aparente de las muestras las cuales se estimaron a través del método de Rojas (1998), para un sitio incendiado y no incendiado.  $V = \pi r^2 \cdot h$ .

## 2. Lámina aplicada.

Para obtener la lámina aplicada se usó un anillo de acero inoxidable de 16 centímetros de diámetro el cuál tiene un orificio en uno de sus extremos donde se adhiere una manguera de plástico y donde al final de ella se puso un bote de plástico (Figura 3.6). El anillo se introduce al suelo con un piolet en el cuadrante uno, ubicado al noroeste.

La lámina aplicada para ésta investigación fue de ocho centímetros de agua los que se midieron previamente en un bote calculándose que ésta lámina equivalía a 1500 ml de agua para éste anillo. La lámina se vació al anillo y el agua que no se filtró se colectó en el bote que se encontraba al final de la manguera, la cual se vació a una probeta y se obtuvo así la muestra para calcular la erosión laminar y los sedimentos suspendidos para un área incendiada y no incendiada.

De la lámina aplicada se obtuvieron los datos para evaluar las variables de infiltración, sólidos suspendidos y erosión laminar.

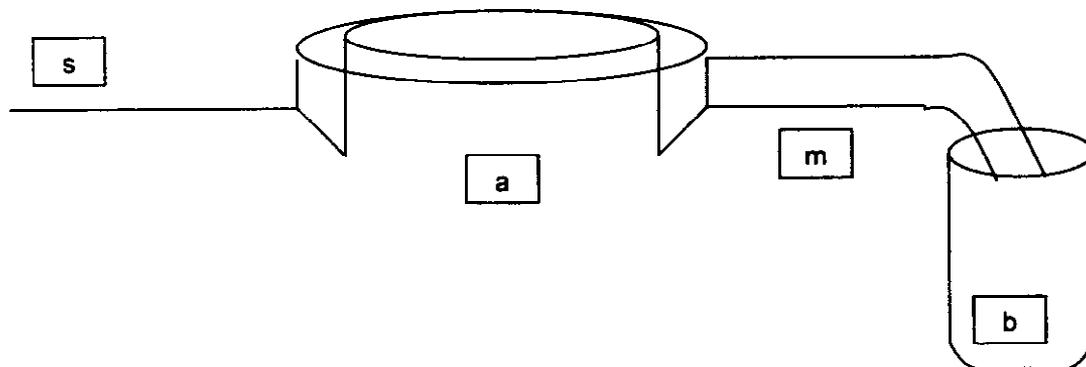


Figura 3.6. Diagrama esquemático del anillo usado para medir infiltración, erosión laminar y sedimentos en un área incendiada y no incendiada en Zapalinamé.

Simbología:

a = anillo de acero

m = manguera por donde salió el agua que no se filtró al suelo.

b = bote de plástico al final de la manguera donde se colectó el agua, misma que se usó para evaluar las variables de infiltración, sólidos suspendidos y erosión.

s = nivel de suelo, hasta donde se introdujo al anillo con un piolet.

### 3. Infiltración, sólidos suspendidos y erosión.

La obtención de éstas tres variables se llevó a cabo de manera simultánea, y usando el mismo anillo usado para la lámina aplicada.

En el caso de la infiltración, de la lámina aplicada al anillo, se tomó el tiempo que tardó el agua en resumirse, con ayuda de un cronómetro hasta el

momento que dejó de verse el espejo del agua en el suelo para así registrarlo y obtener la infiltración en un área incendiada y no incendiada.

El agua que se colectó en un bote al salir a través de una manguera de plástico contenía sedimentos suspendidos, ésta misma agua se vació en una probeta graduada para medir los mililitros obtenidos. Si en el fondo del bote quedaron sedimentos, con ayuda de una mizeta se extraen de ahí para vaciar todo el contenido de la muestra se pasaba a botes herméticos de plástico previamente etiquetados para filtrarse posteriormente en el laboratorio .

El agua contenida en los botes herméticos se filtró con papeles filtro, dispuestos en embudos, quedándose los sólidos suspendidos en ellos, al término de lo anterior fueron llevados a una estufa de secado al Laboratorio de Ecología del Departamento de Recursos Naturales, ahí se les dejó en una secadora por veinticuatro horas a una temperatura de 70°C. Al término del secado de los sólidos suspendidos fueron llevados nuevamente al laboratorio donde se separaron manualmente, se clasificaron y se pesaron en una balanza analítica al microgramo más cercano en sólidos suspendidos del suelo (suelo mineral) y sólidos suspendidos del mantillo.

El suelo mineral fue la material inerte que se quedó adherida al papel filtro. El suelo orgánico o mantillo fueron los materiales que se desprendieron del papel filtro. De la suma de éstos dos se generaron los sólidos suspendidos totales. Obteniendo así los sólidos suspendidos para un área incendiada y no-incendiada.

Para la erosión se usó el agua que se colectó en los botes herméticos para los sólidos suspendidos con el mismo procedimiento de filtrado, secado, clasificación y pesado, solamente que para el caso de ésta variable ya sabiendo el diámetro con que contaba el anillo se obtuvo el área del mismo que fue de  $201.06 \text{ cm}^2$  generándose así los datos de erosión laminar del suelo ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ) de mantillo y totales para un área incendiada y no incendiada.

#### 4. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia fue el tiempo que tardó en vaciarse los 1500 mililitros al anillo. Al comenzar a vaciar la lámina aplicada se accionó un cronómetro para tomar el tiempo que tardó en vaciarse ésta, obteniendo así la intensidad de lluvia ( $\text{mm}/\text{min}$ ) para una área incendiada y no incendiada.

#### 5. Frente de mojadura.

Después de tomar los datos de infiltración, para una área incendiada y no incendiada simultáneamente con el anillo, se extrajo del lugar, y se excavó con una navaja, para medir hasta donde penetró la humedad del suelo, y con una regla se midió el frente de mojadura de un sitio incendiado y no incendiado. (Figura 3.7).

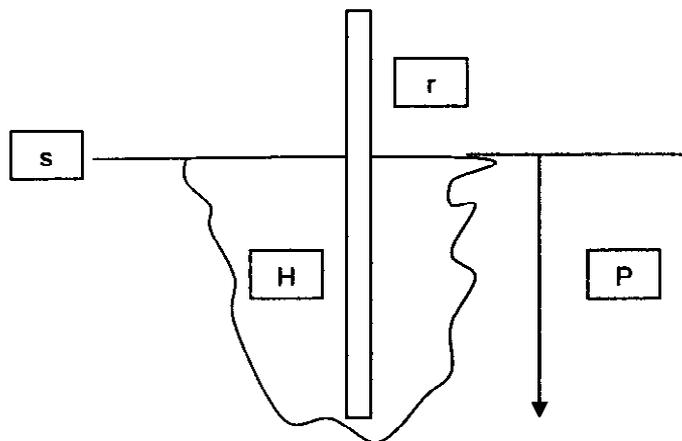


Figura 3.7. Frente de mojadura.

Simbología:

s = Nivel del suelo, r = Regla, H = Bulbo de humedad, P = profundidad.

#### 6. Hojarasca y mantillo debajo de arbustos.

Para la determinación de hojarasca y mantillo debajo de arbustos se utilizó un anillo al que se le midió el diámetro con un vernier o calibrador y en consecuencia se obtuvo una área de  $14.7764 \text{ cm}^2$  del mismo. Se colocó el anillo debajo de arbustos (Figura.3.8) que se encontraban en el cuadrante uno, al ponerlo se retiró de los lados lo que no pertenecía al cilindro con una pequeña brocha y se levantó la muestra con ayuda de un pequeño pedazo de cartón para cubrir la base del cilindro para que así la muestra no se perdiera colocándola en bolsas previamente pesadas y etiquetadas para llevarse al laboratorio donde se pesaron en la balanza analítica. Una vez pesadas las muestras en el laboratorio, se procedió a pesar el material orgánico del material

inerte, para lograr lo anterior, se disolvieron dos gramos de detergente en un litro de agua del cual se vaciaron 250 mililitros en vasos de precipitado de 500 mililitros para la decantación de las muestras las cuáles se vaciaron a éstos; se agitaron y al cabo de esperar quince minutos el suelo (material inorgánico) quedó asentado en el fondo del vaso de precipitado, mientras que el mantillo (material orgánico) quedó como una "natilla", la cual se filtró a través de embudos y papel filtro, al terminar lo anterior las muestras se llevaron a una estufa de secado al Laboratorio de Ecología del Departamento de Recursos Naturales donde se pusieron a un a temperatura de 70°C por 24 ó 48 horas según la muestra, ya que algunas tardaron en secarse debido a la gran cantidad de agua que contenían. Al estar por completo secas se llevaron de nuevo al laboratorio y fueron pesadas en la balanza analítica (0.0001) separando de forma manual al material colectado por colores dorados llamada hojarasca, mientras que al material restante de colores oscuros casi negros perteneció al mantillo.

Del suelo que quedó asentado en el fondo del vaso de precipitado, al tener el peso de la muestra antes de su decantación se obtuvo, por diferencia; el peso total del mantillo.

Contando con el área del anillo y los datos obtenidos se generaron los datos de debajo de arbustos de hojarasca, mantillo y total para un área incendiada y no incendiada.

## 7. Hojarasca entre arbustos.

Para la hojarasca entre arbustos se usó el mismo anillo que para debajo de arbustos, pero con la diferencia de que para ésta variable el anillo se colocó en lugares entre arbustos (Figura.3.8), de igual manera en el cuadrante uno, colocando las muestras en bolsas de hule para trasladarse al laboratorio. Ya en el laboratorio se pesaron las muestras en la balanza analítica y como también se contaba con el área del anillo se obtuvo la hojarasca entre arbustos para una área incendiada y no incendiada.

Debido a que los sitios entre arbustos fueron lugares muy pobres en hojarasca no se obtuvieron grandes cantidades del material y no hubo necesidad de decantación.

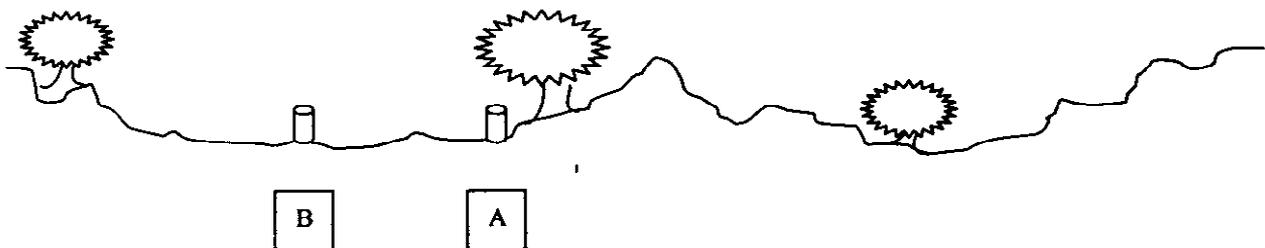


Figura 3.8. Hojarasca y mantillo debajo y entre arbustos

Simbología:

- A Hojarasca y mantillo debajo de arbustos
- B Hojarasca entre arbustos.
-  Anillo.
-  Arbustos.

## 8. Humedad.

Para determinar el porcentaje de humedad se llevó a cabo a través del método gravimétrico. Las muestras de suelo extraídas de cada uno de los sitios incendiados y no incendiados se llevaron al laboratorio; de éstas se tomó un gramo del suelo humedeciéndolo y luego fueron colocadas en cajas petri previamente pesadas, a continuación se secaron en una estufa a 70°C por veinticuatro horas con lo cual por diferencia teniendo el peso de las cajas petri se tomó su peso seco.

Conociendo los pesos secos y húmedos se usó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso suelo húmedo} - \text{Peso suelo seco}}{\text{Peso suelo seco}} \times 100$$

## 9. Carbón orgánico.

Las muestras de suelo de cada uno de los sitios incendiados y no incendiados se usaron para obtener el porcentaje de carbón orgánico, de ellas se tomó un gramo de la muestra que fue pesada en una balanza analítica, al igual que los crisoles, las muestras fueron colocados después en unas parrillas de calentamiento; al término de esto se colocaron en una mufla a 500°C extrayéndolas de ahí a los tres días, para ponerlas en una estufa para reducir el calor durante tres horas, de donde se sacaron dejándose enfriar en un desecador por quince minutos a peso constante para a continuación pesarse.

Por tanto, teniendo el peso de la muestra antes de meterla a la mufla y, después de ella se aplica lo siguiente:

$$\% \text{ C.O.} = \frac{\text{Peso antes de la mufla} - \text{Peso después de la mufla}}{\text{Peso después de la mufla}} \times 100$$

### Muestra compuesta.

Al terminar de coleccionar los datos de suelo y vegetación; se escarbó con una navaja cinco centímetros, se tomó una muestra de suelo del cuadrante uno (noroeste) de cada uno de los juniperos muestreados, colectándose en bolsas de hule, que se mezclaron en el laboratorio y se tamizaron, generándose dos muestras compuestas: una de árboles incendiados y otra de no incendiados las cuales se llevaron al Laboratorio de Suelos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" para realizárseles un análisis físico – mecánico de suelo.

### Análisis Estadístico

Para la lectura de todos los datos de campo para el suelo y la vegetación se usó el paquete estadístico NCSS versión 6.0.

Para la vegetación: se usó la estadística descriptiva y comparativa; la primera muestra la tendencia central (media y moda), variabilidad (coeficiente de variación, coeficiente de dispersión, desviación estándar y rango) y prueba

de normalidad (De Agustino Obnibus K); la segunda analiza los datos a través de pruebas t de student.

Para el suelo: se usó la estadística mencionada en la vegetación y se añadió, la estadística correlacional (Spearman: lineal y múltiple), todas las regresiones posibles y modelos de correlación.

## RESULTADOS

### Vegetación

#### Cobertura

La cobertura total (%) de gramíneas en un área incendiada es 19.06 por ciento mayor (Cuadro 4.1) que en una área no incendiada. Así, la cobertura total (%) de gramíneas en un área incendiada es casi el doble (Cuadro 4.1) que en un área no incendiada. La cobertura de las gramíneas de un área incendiada de etapa sucesional avanzada (Cuadro 4.1) cuenta con un 14.82 por ciento más que en un área no incendiada. En cuanto a las especies de una etapa sucesional intermedia perenne, cubren el 100 por ciento de una área incendiada (Apéndice cuadro A1).

Las hierbas tienen una cobertura del 100 por ciento (Cuadro 4.2) en un área incendiada, mientras en una no incendiada hay ausencia de cada una de las etapas sucesionales que aparecieron en un lugar incendiado. (Apéndice cuadro A2).

La cobertura total en porcentaje de especies arbustivas de una etapa sucesional madura están presentes en un área incendiada 5.64 por ciento

menos (Cuadro 4.3) en comparación a un área no perturbada por fuego, ya que el área no incendiada cuenta con un 13.25 por ciento, así se observa la presencia de ésta etapa sucesional en un lugar afectado por un incendio (Apéndice cuadro A3).

**Cuadro 4.1. Cobertura total (%) y por etapas sucesionales (%) de gramíneas en una área incendiada y no incendiada**

	<b>AI</b>	<b>ANI</b>
<b>Cobertura/Etapa</b>	<b>% Total</b>	<b>% Total</b>
Etapa sucesional intermedia perenne	3.94	0
Etapa sucesional avanzada	31.39	16.57
Cobertura total	35.63	16.57

**Cuadro 4.2. Cobertura total (%) y por etapas sucesionales (%) de hierbas en una área incendiada y no incendiada**

	<b>AI</b>	<b>ANI</b>
<b>Cobertura/Etapa</b>	<b>%Total</b>	<b>%Total</b>
Etapa sucesional intermedia perenne	4.1	0
Etapa sucesional intermedia anual	1.82	0
Cobertura Total	5.92	0

Los atributos físicos del suelo en una área incendiada contaron con una cobertura total de 8.62 veces más (Cuadro 4.3) que en una área no incendiada, con lo cual resalta la condición del suelo en el sitio que sufrió el disturbio del fuego (Apéndice cuadro A4).

La cobertura total de la materia orgánica y musgos en un área incendiada fue de 41.15 por ciento, mientras que en un lugar no incendiado fue de 27.07 por ciento más (Cuadro 4.3). Por lo anterior, se observa que a causa del efecto del incendio la cobertura de vegetación se redujo, dejando al suelo expuesto a los elementos y al presentarse las lluvias se erosionó el suelo notando que hay más grava, piedra y suelo en un área incendiada que en una no incendiada (Apéndice cuadro A4). Asimismo, la materia orgánica se encuentran mínimamente, más no ausente, en una área incendiada que en otra que no lo está (Apéndice cuadro A5).

**Cuadro 4.3. Cobertura total (%) de arbustivas en una etapa sucesional madura, atributos físicos del suelo, materia orgánica y musgos en una área incendiada y no incendiada**

	AI	ANI
Cobertura	% Total	% Total
Arbustivas en una etapa sucesional madura	7.61	13.25
Atributos físicos del suelo	10.04	1.42
Materia orgánica y musgos	41.15	68.22

## Densidad

La densidad (%) de gramíneas en una etapa sucesional intermedia perenne en un área incendiada se encuentra tres veces más (Cuadro 4.4) que en una área no incendiada en 10 m<sup>2</sup>, notándose mayoritariamente la presencia de ésta etapa sucesional en una área incendiada. La densidad (%) de gramíneas de una etapa sucesional avanzada en el área incendiada es menor 28.61 por ciento (Cuadro 4.4) que en el área no incendiada, con lo que se observa la presencia de ésta etapa sucesional en el área incendiada (Apéndice cuadro A6).

Cuadro 4.4. Densidad de gramíneas (%) por etapas sucesionales en 10 m<sup>2</sup> en una área incendiada y no incendiada

<b>Etapa sucesional</b>	<b>AI % Total</b>	<b>ANI % Total</b>
Etapa sucesional intermedia perenne	48.54	15
Etapa sucesional avanzada avanzada	51.39	80

La densidad (%) de arbustivas en 10 m<sup>2</sup> para una etapa sucesional inicial en una área incendiada es 30.01 por ciento más (Cuadro 4.5) que en un área no incendiada es decir, casi el doble. La etapa sucesional intermedia para un área incendiada en 10m<sup>2</sup> cuenta con una densidad (%) de arbustos de 30.48 por ciento (Cuadro 4.5), en contraste el área no incendiada tiene solamente un 2.37 por ciento menos de arbustivas en ésta etapa sucesional, así éstas dos

áreas cuentan con una densidad (%) en 10 m<sup>2</sup> muy parecida para ésta etapa sucesional (Apéndice cuadro A7).

La densidad de una etapa sucesional madura de arbustivas en 10 m<sup>2</sup> para una área incendiada se encuentra alrededor del cinco por ciento, lo que refleja la presencia de ésta etapa sucesional, aunque sea de manera escasa.

Cuadro 4.5. Densidad de arbustivas (%) por etapas sucesionales en 10 m<sup>2</sup> en una área incendiada y no incendiada

<b>Etapa sucesional</b>	<b>AQ % Total</b>	<b>ANQ % Total</b>
Etapa sucesional inicial	63.75	33.74
Etapa sucesional intermedia	30.48	28.11
Etapa sucesional madura	5.55	38.11

### Frecuencia

La frecuencia relativa total de gramíneas de una etapa sucesional intermedia perenne en un área incendiada fue del 100 por ciento (Cuadro 4.6), mientras que para un área no incendiada ésta etapa sucesional es cero. En el caso de la frecuencia de las gramíneas de una etapa sucesional avanzada para una área incendiada es menos del doble (Cuadro 4.6) en comparación con una área no incendiada.

Con base a lo anterior, las gramíneas de una etapa sucesional intermedia perenne y una etapa avanzada, reflejan las condiciones favorables del área incendiada en cuanto a su frecuencia relativa total (apéndice cuadro A8).

**Cuadro 4.6. Frecuencia relativa (%) total por etapas sucesionales de gramíneas en una área incendiada y no incendiada**

<b>Etapa sucesional</b>	<b>AI % Total</b>	<b>ANI % Total</b>
Etapa sucesional intermedia perenne	99.99	0
Etapa sucesional avanzada	77.77	200

La frecuencia de las arbustivas de una etapa sucesional inicial para un área incendiada fue del 50 por ciento más que en un área no incendiada (Cuadro 4.7).

En el caso del área incendiada con arbustos de una etapa sucesional intermedia, la frecuencia relativa (%) total fue del 28.88 por ciento mayor que en una área no incendiada (Cuadro 4.7). En contraste, el área incendiada tuvo 9 veces menos del porcentaje total de frecuencia relativa que el área no incendiada en una etapa sucesional madura (Apéndice cuadro A9).

Cuadro 4.7. Frecuencia relativa (%) total por etapas sucesionales de arbustivas en una área incendiada y no incendiada

<b>Etapas sucesional</b>	<b>AI % Total</b>	<b>ANI % Total</b>
Etapa sucesional inicial	155.54	100
Etapa sucesional intermedia	88.88	60
Etapa sucesional madura	11.11	100

### Suelo

#### Atributos físicos – químicos y biológicos del suelo

La **lámina aplicada** de ocho centímetros es el 100 por ciento del agua aplicada en el área, por lo tanto, en términos porcentuales en una área incendiada el agua se absorbe un 65.4 por ciento de esa lámina aplicada siendo que para el área no incendiada se absorbe un 21.58 por ciento más (Cuadro 4.8). Mostrándose estadísticamente los dos sitios diferentes a una  $P \leq 0.03$ .

La **intensidad de lluvia** para una área incendiada y no incendiada cuenta con valores semejantes, siendo que el área incendiada tiene 3.7 y la no incendiada cuenta con una unidad más que la anterior (Cuadro 4.8). Aún así, el área incendiada tuvo un valor máximo de siete unidades (Apéndice cuadro A10) y la no incendiada de una unidad menos, demostrándose con esto que el área incendiada puede llegar a tener una intensidad de lluvia cercana a una no incendiada. Contando con una probabilidad no significativa, siendo los dos

Cuadro 4.8. Resultados de los atributos físicos-químicos y biológicos del suelo en una área incendiada y no incendiada.

	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5	VAR 6	VAR 7	VAR 8	VAR 9	VAR 10	VAR 11	VAR 12	VAR 13	VAR 14	VAR 15	VAR 16	VAR 17	VAR 18
	%	%	%	%	%		%	%		1 cm	%	%			%	%	%
AI	65.40a	3.78a	3.62a	69.04	30.95	.80a	.0083a	66.94a	33.05a	12.31a	1.624a	97.8a	4787a	1.77a	51.4a	40.2a	
ANI	86.96b	4.69a	2.80a	91.70	8.29a	.76a	.00086 b	91.02b	8.88b	9.6a	10.75b	98.3b	2514b	98.2b	48.5b	59.7b	
P	PS.033	NS	NS	NS	NS	NS	PS.039	PS.04	NS	NS	PS.000 6	PS022	PS.06	PS.000 1	PS.009	NS	

I = incendiada  
 NI = no incendiada  
 P = probabilidad

lugares numéricamente iguales pero biológicamente diferente, en algunas unidades de muestreo..

Los **sólidos suspendidos de mantillo** muestran una gran diferencia (Cuadro 4.8) ya que el área incendiada contó con un valor porcentual de 69.04 por ciento y en cambio la no incendiada generó 22.66 por ciento más que la anterior, es decir, que ésta área (la no incendiada) contiene mayor cantidad de mantillo. Si observamos los valores reales de los sólidos suspendidos (Apéndice cuadro A10) estos tuvieron valores máximos en gramos por litro en un área incendiada y no incendiada, teniendo el área no incendiada el doble de sólidos suspendidos mantillo que una área no incendiada. Es decir que el área incendiada y no incendiada se comportan numéricamente iguales contando con un margen de error no significativo, aún observando que biológicamente son diferentes.

Los **sólidos suspendidos del suelo** de un área incendiada son poco más de cuatro veces que en un área no incendiada, que contó con un valor porcentual de 8.2 (Cuadro 4.8). Es decir, que a pesar de la gran diferencia numérica entre las dos áreas, la estadística demuestra que son dos lugares muy semejantes, aunque biológicamente sean totalmente diferentes entre sí.

La **densidad aparente** de un área no incendiada está por debajo de  $.04 \text{ g/cm}^3$  al área incendiada que fue de  $0.8 \text{ g/cm}^3$  (Cuadro 4.8). Esto nos indica que el suelo se encuentra muy bien estructurado, con un buen espacio poroso, ya que los valores de la densidad aparente estipulados tienen un rango que van

de 0.8 a 2.1 gr/cm<sup>3</sup> y que la estructura del suelo no está tan mal ya que ésta se relaciona con la infiltración, aireación y estructura del suelo entre otras.

En la **erosión laminar mantillo** las partículas que escurrieron debido a la intensidad de lluvia con una lámina de ocho centímetros para un área incendiada fue de casi del 67 por ciento a causa de la insuficiente cobertura vegetal, que es la que ayuda a controlar los escurrimientos, en cambio un área no incendiada tuvo 24 por ciento más de partículas escurridas de mantillo.

En la **erosión laminar del suelo**, debido a que la precipitación del agua causó un arrastre de partículas y de sedimentos el área incendiada tuvo poco más de 3.5 veces erosión laminar de suelo (Cuadro 4.8) que una área no incendiada la cual contó con un valor de casi el nueve por ciento, porque la vegetación y la hojarasca protegieron y almacenaron el agua y disminuyendo así la erosión del suelo para esa área.

La **erosión laminar total** presentó de manera estadística una probabilidad menor o igual a 0.39 (Cuadro 4.8) es decir, que el área incendiada y no incendiada son totalmente distintas entre si, contando con un 96 por ciento de certeza.

El **frente de mojadura** contó con valores en un área incendiada de 12.3 cm (Cuadro 4.8) debido a que el suelo del área es muy pedregoso y la cobertura de piedra favoreció la entrada de agua al fluir entre éstas, en cambio el área no incendiada tuvo 2.7 cm menos de frente de mojadura, ya que el suelo

se encontró repelente al agua, lo que no permitió la entrada del agua a una gran profundidad. Estadísticamente los dos sitios son iguales comportándose en forma no significativa.

Para un área incendiada, el **mantillo debajo de arbustos** tuvo un valor aproximado al 98 por ciento, al igual que un área no incendiada (Cuadro 4.8). Estadísticamente los dos sitios son iguales comportándose siendo no significativos (Cuadro 4.8).

La **hojarasca debajo de los arbustos** para un área incendiada contó con un valor porcentual de dos, mientras que una área no incendiada tuvo casi el mismo valor que la otra área, teniendo como probabilidad menor igual a 0.22. Es decir, un nivel de certeza del 99.9 por ciento entre un área incendiada y no incendiada para la hojarasca debajo de arbustos.

El **total debajo de arbustos** en términos de valores reales (Cuadro 4.8) el área incendiada tuvo un valor promedio de  $1.6 \text{ gr/cm}^2$  del total debajo de arbustos (mantillo y hojarasca) mientras que el área no incendiada fue poco más de seis veces. Esto demuestra numéricamente que las dos áreas son muy distintas entre si, teniendo mayor cantidad de materia orgánica el área no incendiada.

La **infiltración** en un área no incendiada es casi el doble que la que le correspondió a una área no incendiada (Cuadro 4.8), debido a que la lámina aplicada en un área incendiada tardó más en penetrar, a pesar de tener valores similares de densidad aparente y un frente de mojadura tres veces más una

área incendiada que una área no incendiada, la cohesión de partículas en el área incendiada fue inevitable, al igual que el comportamiento hidrofóbico del área no incendiada.

La **hojarasca entre arbustos** está presente en casi un dos por ciento en un área incendiada (Cuadro 4.8) debido a la gran cobertura de gramíneas, herbáceas y pocas arbustivas. En cambio, el área no incendiada tuvo un 96 por ciento más de hojarasca entre arbustos que un área incendiada. También el área no incendiada contó con una cobertura mínima de gramíneas, cero de herbáceas y alta de arbustivas, lo cual contribuyó a generar mayor cantidad de materia orgánica y hojarasca entre arbustos. Así éstas dos áreas son totalmente distintas en forma biológica siendo que estadísticamente cuentan con una probabilidad menor o igual a .0001.

En el Cuadro 4.8, el valor en por ciento del **carbón orgánico** para una área incendiada fue de 51.4 por ciento, siendo mayor por 2.9 que al de una zona no incendiada; los valores anteriores se deben a la extracción del suelo del área. Por eso estas dos áreas se muestran distintas a una probabilidad menor o igual de .009.

La **humedad** es del 40 por ciento en una zona incendiada, siendo la no incendiada mayor en un tercio (Cuadro 4.8), es decir, que el área no incendiada retiene la humedad debido a la gran cantidad de materia orgánica que posee y a la buena estructura del suelo. Así en la medida en que entra

agua al suelo y en la medida en que ésta es retenida, habrá más vida biológica en el área incendiada y no incendiada, y una mayor cobertura vegetal.

Para la intensidad de lluvia, sólidos suspendidos de suelo, mantillo y totales, densidad aparente, frente de mojadura, humedad y erosión laminar y de suelo; los valores son no significativos, es decir; que numéricamente son iguales pero biológicamente se puede decir que son distintos entre un área incendiada y no incendiada.

El incremento de la infiltración en una área incendiada estuvo influida por la alta cobertura de gramíneas, a su cobertura de herbáceas presentes sólo estadísticamente en el sitio, a los arbustos de una etapa sucesional inicial, a la pedregosidad del suelo, ya que ayudó a que el agua fluyera entre los bordes de las piedras y por tanto a que la lámina aplicada penetrara un minuto menos que en el área no incendiada y por lo tanto su frente de mojadura fue mucho mayor (Cuadro 4.8).

Debido a la mayor infiltración en un área incendiada, se presentaron menos escurrimientos, menos sólidos suspendidos de mantillo y de suelo (Cuadro 4.8); con lo cuál hubo menos erosión en éste lugar.

En tanto, el área no incendiada contó con una gran cantidad de materia orgánica y hojarasca lo que ayuda a proteger al suelo del impacto de las gotas de lluvia y en tanto no se arrastrarán sedimentos a otro lugar, al mismo tiempo, por su gran cantidad de hojarasca, la infiltración fue casi el 50

por ciento menos que en la área incendiada, así; el litro y medio aplicado se tardó más en penetrar al suelo, es decir, ésta zona demostró ser hidrofóbica, ya que la hojarasca entre arbustos fue del 100 por ciento al igual que los musgos, por lo anterior las partículas escurridas a causa de la intensidad de lluvia aplicada o sea de la erosión laminar suelo fue mínima a diferencia del área incendiada, con esto la humedad se retuvo aún más a causa de la estructura del suelo, siendo éste poroso, demostrado por los valores reflejados en la densidad aparente. Asimismo, el carbón orgánico es tres por ciento mayor en una área incendiada que en una no incendiada (Cuadro 4.8) debido a la extracción de la tierra en el sitio.

**Análisis de correlación.**

Las variables intensidad de lluvia y densidad aparente están asociadas entre sí a una probabilidad  $\leq .001412$ . En la medida que la densidad aparente se muestra con valores bajos, la intensidad de lluvia aumenta en una relación inversa. Por lo que la lluvia puede infiltrarse más rápido en el suelo al tener suelos porosos, bien estructurados.

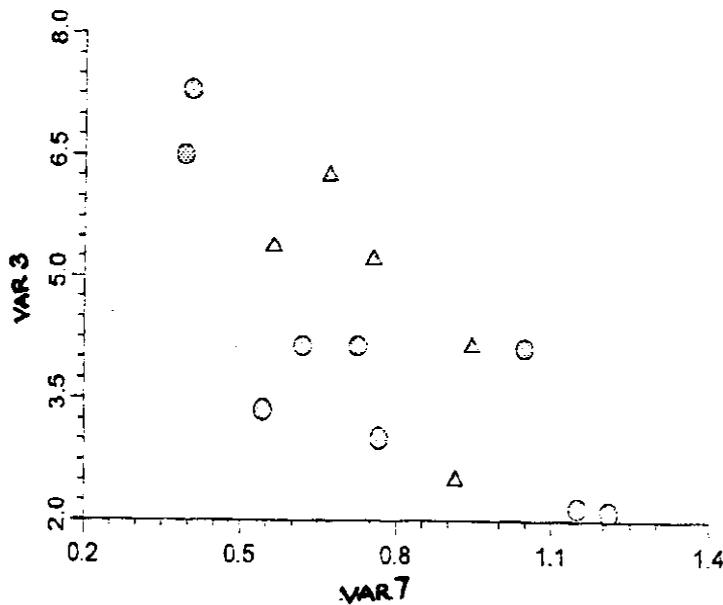


Fig. 4.1. Correlación bidimensional entre intensidad de lluvia (Y) (mm/min) y densidad aparente (X) (gr/cm<sup>3</sup>) en un área incendiada y no incendiada de Zapalinamé.

VAR 3 = Intensidad de lluvia.  
 VAR 7 = Densidad aparente.  
 Δ = Árboles no incendiados.  
 O = Árboles incendiados.

$$Y = a + bx$$

$$Y = 8.018453 - 4.854939X$$

$$r^2 = 0.586228$$

$$P \leq 0.001412$$

$$CME = 1.206434$$

$$D - W = 1.7693$$

Las variables hojarasca debajo de arbustos y mantillo debajo de arbustos están asociados entre sí a una probabilidad  $\leq 0.000001$ , en la medida

que la hojarasca se acumula debajo de los arbustos, también se incrementa de manera directa la cantidad de mantillo debajo de los arbustos, lo que indica que puede existir una cobertura del suelo de materia orgánica que sirve para hacer sustentable los procesos del suelo en la planta.

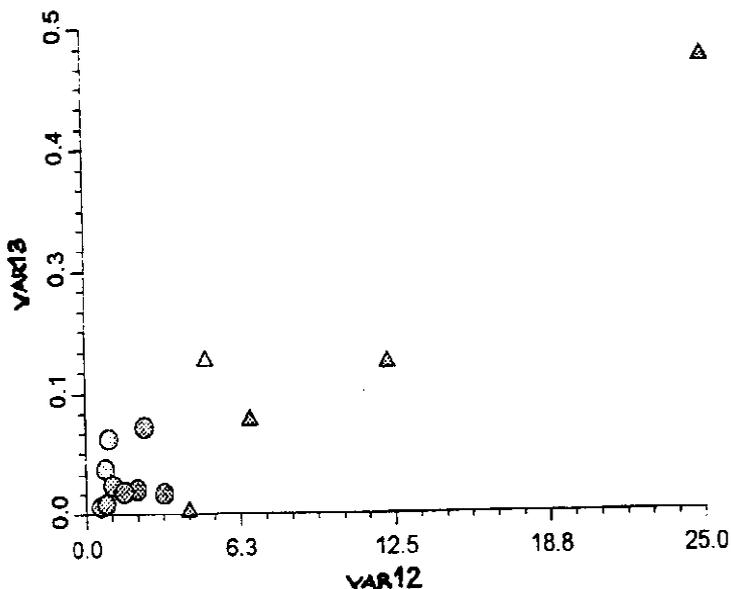


Figura 4.2. Correlación bidimensional entre hojarasca debajo de arbustos (Y) ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ) y mantillo debajo de arbustos (X) ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ), en un área incendiada y no incendiada de Zapalinamé.

VAR 12 = Mantillo debajo de arbustos.  
VAR 13 = Hojarasca debajo de arbustos.

$$Y = a + bx$$

$$Y = 0.31356998 + 51.35054$$

$$r^2 = 0.87737$$

$$P \leq 0.000001$$

$$D - W = 1.7661$$

Las variables erosión laminar mantillo y erosión laminar suelo están asociadas entre sí a una probabilidad de  $\leq 0.000828$ . a medida que la erosión laminar suelo aumenta de manera directa, la erosión laminar mantillo se incrementa también. (Ver calores reales en apéndice cuadro A11).

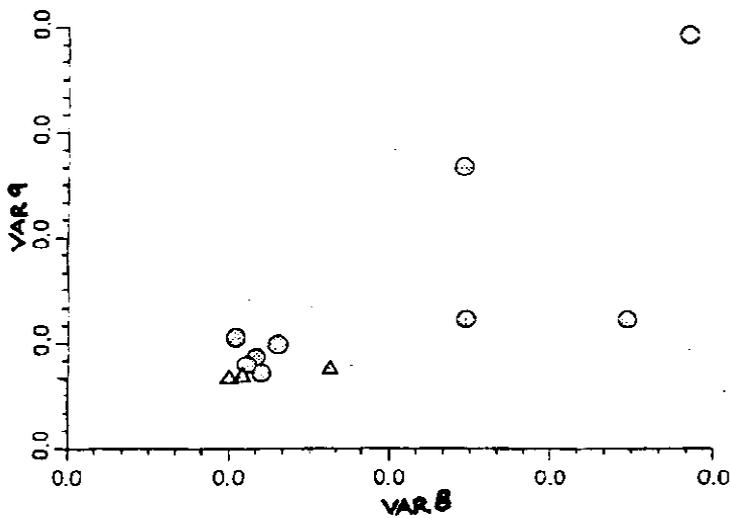


Figura 4.3 Correlación bidimensional entre erosión laminar suelo (Y) ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ) y erosión laminar mantillo (X) ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ) en un área incendiada y no incendiada de Zapalinamé.

VAR 8 = Erosión laminar mantillo.  
VAR 9 = Erosión laminar suelo.

$$Y = a + bx$$

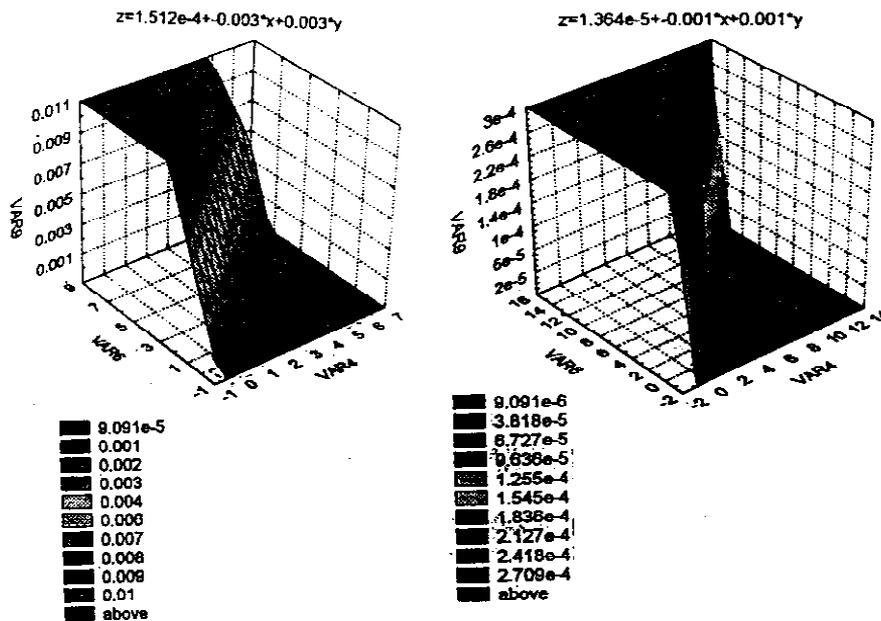
$$Y = .00131372 + 1.3456268X$$

$$r^2 = 0.620065$$

$$P \leq 0.000828$$

$$D - W = 1.7661$$

Las variables sólidos suspendidos totales de suelo y mantillo (Y) y la variable de sólidos suspendidos mantillo (X) se asocian de una manera directa entre sí, y la erosión laminar suelo (Z) se comporta de una manera inversa, que quiere decir que un suelo con buena cobertura orgánica de hojarasca y mantillo reduce sustantivamente la erosión laminar del suelo.



Incendiados (Izq.)

No incendiados (der.)

Figura 4.4 Correlación tridimensional entre sólidos suspendidos totales de suelo y mantillo (Y) (gr/lt), sólidos suspendidos mantillo (X) (gr/lt) y erosión laminar suelo (Z) (gr/cm<sup>2</sup>) en un área incendiada y no incendiada de Zapalinamé.

VAR 6 = Sólidos suspendidos totales de suelo y mantillo.

VAR 4 = Sólidos suspendidos mantillo.

VAR 9 = Erosión laminar suelo.

Las variables hojarasca debajo de arbustos (Y),mantillo debajo de arbustos (X) y el total de mantillo y hojarasca debajo de arbustos (Z) se asocian entre sí de una manera positiva. Lo que quiere decir es que si hay un incremento en la variable hojarasca debajo de arbustos, se incrementan el mantillo debajo de arbustos y también el total de hojarasca y mantillo debajo de arbustos en forma positiva y directa.

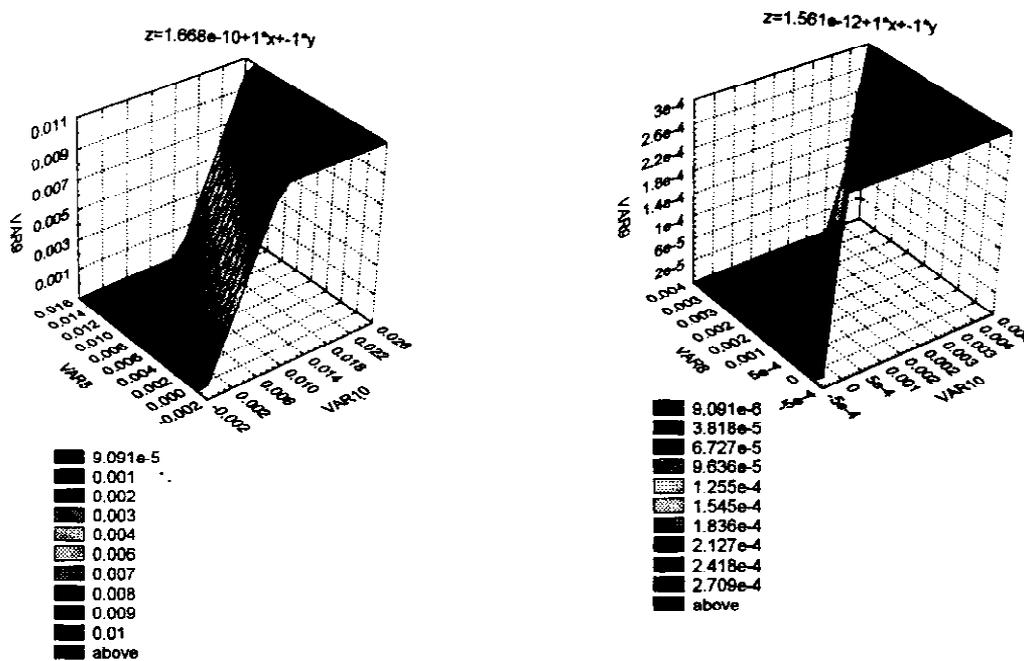


Figura 4.6 Correlación tridimensional entre erosión laminar mantillo (Y) ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ), erosión laminar total de mantillo y suelo (X) ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ) y erosión laminar suelo (Z) ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ) en un área incendiada y no incendiada en Zapalinamé.

Las variables sólidos suspendidos del suelo (Y) se asocian de una manera negativa a la variable sólidos suspendidos totales del suelo y mantillo (X), mientras que la variable erosión laminar total del suelo y mantillo (Z) se comporta de manera positiva con respecto a la variable (Y) sólidos suspendidos del suelo para un área incendiada. Sin embargo, para un área no incendiada, los valores medios de las variables sólidos suspendidos del suelo (Y), sólidos suspendidos totales del suelo y mantillo (X) y erosión laminar total del suelo y mantillo (Z) se asocian entre sí de una manera positiva hasta un punto en que si se sobre pasan los sólidos suspendidos totales del suelo y mantillo (X) a la escala alta, las variables sólidos suspendidos del suelo (Y) y erosión laminar total del suelo y mantillo (Z) se comportan de manera negativa.

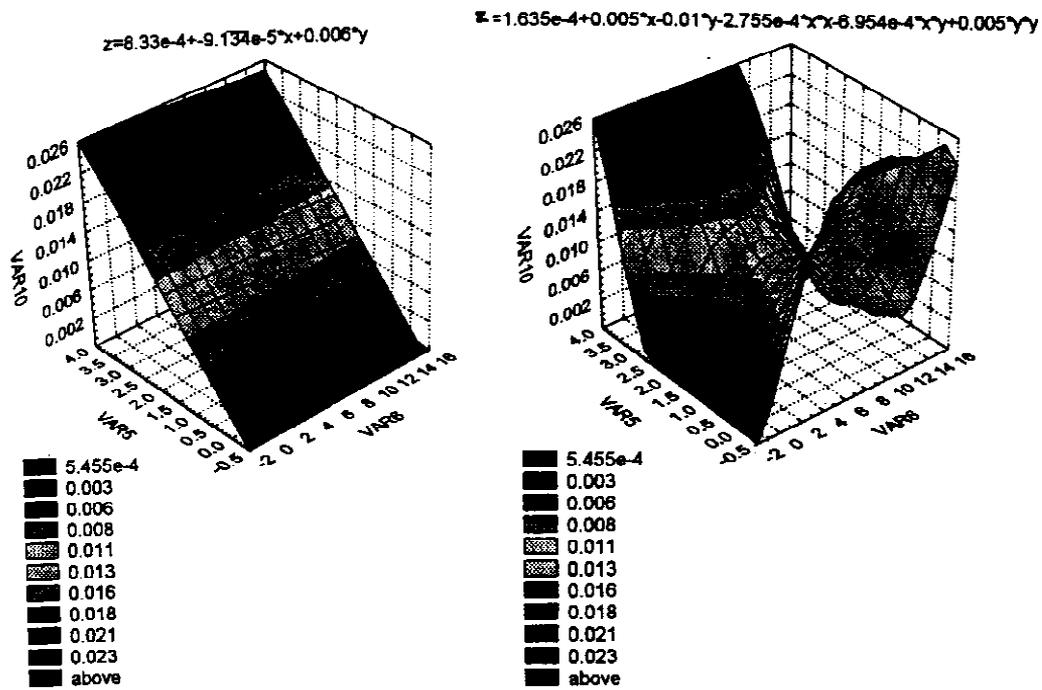


Figura 4.7 Correlación tridimensional entre sólidos suspendidos del suelo (Y) (gr/lit), sólidos suspendidos totales de suelo y mantillo (X) (gr/lit) y erosión laminar total de suelo y mantillo (Z) (gr/cm<sup>2</sup>) en un área incendiada y no incendiada en Zapalinamé.

VAR 5 = Sólidos suspendidos del suelo.

VAR 6 = Sólidos suspendidos totales del suelo y mantillo.

VAR 10 = Erosión laminar total de suelo y mantillo.

## DISCUSIÓN

De Luna (1989) en su área de estudio comparte ciertas características de suelo y vegetación con una área incendiada, a través de su estudio obtuvo una infiltración de 5.6 cm/hr con un simulador de lluvia, a cierta intensidad de lluvia, en cambio un área incendiada tuvo un valor mayor de infiltración, con una intensidad de lluvia también muy elevada en comparación con el sitio sin reforestar.

A pesar de que es una zona que se incendió hace seis años, éstas diferencias numéricas se pueden deber a la estructura del suelo, en donde existió una densidad aparente en un área incendiada de  $0.46 \text{ gr/cm}^3$  menos que en un sitio sin reforestar.

A causa del incendio se benefició el lugar de manera sucesional ya que contó con una cobertura de herbáceas intermedias anuales y perennes, tales especies se encontraron en una baja proporción en un sitio sin reforestar.

Los dos lugares: sitio sin reforestar y área no incendiada, contaron con valores similares al 10 por ciento en cuanto a suelo desnudo y pedregosidad. La diferencia más contundente es que una gran cantidad de agua penetró en corto tiempo en el área incendiada, además, la materia orgánica en una

área incendiada presentó el 35.71 por ciento más que en un sitio sin reforestar, lo que indica el avance de restauración a seis años del incendio.

Loredo Osti (1994), en dos áreas reforestadas en la Sierra de Zapalinamé obtuvo para los dos sitios de siete a ocho cm/hr de infiltración y; 5.3 a 9.95 Kg/ha de sedimentos, observándose que aún siendo áreas reforestadas la penetración del agua no fue tan notoria como en una área incendiada. Por lo tanto, las condiciones del suelo en unas áreas reforestadas no están en tan buenas condiciones, ya que a menor disturbio debe de haber una mayor infiltración y menos cantidad de sedimentos, siendo que para el caso de un área incendiada contó con un valor de infiltración muy elevada, en comparación con las áreas reforestadas, en tanto que en una área incendiada en comparación con las áreas reforestadas contó mínimamente con sólidos suspendidos del suelo en gr/lt de casi cero (Apéndice cuadro A10).

González (1994), a través de un riego por inundación obtuvo una densidad aparente de  $1.5 \text{ gr/cm}^3$  con un extractor de núcleos, mismo que se utilizó para ésta investigación.

La densidad aparente mencionada fue muy alta en comparación a la de un área incendiada y no incendiada es decir, los valores bajos de densidad aparente benefician la velocidad de infiltración, la entrada de oxígeno, raíces y por lo tanto la porosidad del suelo.

Una área incendiada se asimila a una área pisoteada por ganado, ya que el suelo es compactado por el efecto de las pisadas ya sea de personas o animales. En el área pisoteada por ganado se simuló una intensidad de lluvia con 120 mm/hr durante una hora con lo que se generó 1.7 cm/hr de infiltración en el lugar, siendo que para un área incendiada la infiltración es mucho mayor, debido al valor bajo de su densidad aparente, que en cambio en el área pisoteada por ganado fue .31 gr/cm<sup>3</sup> más, de igual manera la arcilla de éste lugar fue 14.2 por ciento mayor a un área incendiada, por lo que es escasa la entrada de agua al suelo (Flores, 1989).

El área de investigación en la Sierra de Zapalinamé está localizada en un sitio de difícil acceso, tiene características propias de una zona árida, y por tal motivo, se asimila a otras en cuanto al comportamiento del suelo durante una precipitación pluvial.

Gutiérrez (1975) con una lluvia natural generó 70 por ciento de escurrimientos totales y 67 por ciento de partículas escurridas de mantillo y 22 por ciento menos de partículas escurridas de suelo durante casi cuatro minutos; distribuidos en dos meses durante todo un año en el Campo Experimental La Saucedá, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, lo que se asemeja a los escurrimientos obtenidos en una área incendiada en cambio, el área no incendiada contó con 36 por ciento menos de suelo escurrido en comparación con una incendiada, es decir, los datos del autor se asemejan a los de un lugar incendiado.

El área de estudio de Gutiérrez (1975) y un área incendiada no comparten los mismos valores de humedad ya que el área incendiada tiene 25 por ciento más de agua en su suelo que el de La Sauceda, debido a su alta capacidad de absorción del agua, a su pedregosidad, a su densidad aparente, a la estructura del suelo y a la cobertura vegetal, lo que ayudó a retener la humedad. En cuanto al potencial de hidrógeno el suelo del Campo Experimental La Sauceda y un área incendiada y no incendiada comparten un suelo alcalino. El carbón orgánico en una área incendiada es mayor al del Campo Experimental La Sauceda debido al incendio.

Zárate (1988), en un pastizal con un tipo de suelo ustorthent lítico, obtuvo una infiltración mínima en comparación con un área incendiada y no incendiada. La densidad aparente en el pastizal se asemeja a la de una área incendiada y es cercana a una área no incendiada. El suelo desnudo y la grava, equivale a los atributos físicos del suelo para el área de la Sierra de Zapalinamé, evaluados a través del mismo método por puntos de contacto, mostró tendencias casi iguales, y tuvieron una diferencia del tres por ciento entre un pastizal y una área incendiada. La cobertura de gramíneas, también fue evaluada por el método mencionado anteriormente con lo que Zárate obtuvo un 68.5 por ciento de gramíneas, en cambio en un lugar incendiado tuvo un 32.87 por ciento menos teniendo la ventaja de contar con el 100 por ciento de cobertura de herbáceas, estos valores mencionados pudieran deberse a las condiciones en las que se encontraba el pastizal y a su elevada cobertura de gramíneas, siendo

que los arbustos se presentaron solamente en un lugar incendiado, con lo que se afirma que en el área incendiada se está regenerando de manera natural.

En cuanto a la textura del suelo para un pastizal y un área incendiada son valores similares entre sí, para la arcilla se refleja con alrededor del 20 por ciento y la arena de un pastizal es casi el doble que para un área incendiada.

El contenido de humedad para un área incendiada y un pastizal si varía completamente, aún contando con un tipo de suelo semejante.

García (1988), durante su estudio obtuvo el contenido de humedad en árboles de mezquite en cada muestra promediando así un 19.83 por ciento, siendo a mediados de Junio los más abundantes en cuanto a humedad, en tanto los árboles vivos en pie están por debajo de éste porcentaje de humedad en el suelo durante el mismo año.

Se demuestra que la humedad en árboles incendiados en pie de Juníperos contaron con una mayor cantidad de humedad debida en gran parte por la estructura del suelo y a la cantidad de materia orgánica que para el área incendiada es 12 veces mayor a los árboles de mezquite.

García (1988) evaluó su lugar de estudio de dos maneras, la primera fue una isla de fertilidad de mezquite, que se asemeja a un área no incendiada y la segunda un área adyacente de mezquite la que en contra parte sería un área incendiada. Evaluó la infiltración con microinfiltrómetros de doble anillo los que

enterró en el suelo con lo que generó .98 cm/hr para la primera área y 5.74cm/hr para la segunda.

También la penetración del agua es notoria en estos lugares, ya que obtuvo menos de tres y más de cinco horas, por lo tanto ninguno de los dos datos se asimila en lo más mínimo con un área incendiada y no incendiada debido a la estructura del suelo y a su contenido de arcilla y arena. Al mismo tiempo García (1988), evaluó la cobertura del suelo teniendo para una isla de fertilidad casi seis por ciento más de gramíneas que un área no incendiada, sin embargo, tuvo más del 50 por ciento de herbáceas en comparación con un área no incendiada, que presentó el cero por ciento.

En una isla de fertilidad se presentaron cactáceas que fueron nulas en un área incendiada; el autor también registró en su área de estudio la presencia de *Opuntia spp.* e *Hilaria belangeri* presentes en la isla de fertilidad del mezquite con una frecuencia absoluta de 8.33 por ciento, éstas dos especies se encuentran también en un área incendiada con un 2.78 por ciento más, lo que indica el avance sucesional que tiene la zona.

Beltrán (1988), en sus dos áreas de estudio se observa la similitud con la de un área incendiada y no incendiada el área uno fue un pastizal amacollado representado por *Bouteloua curtipendula*, *Schizachyrium scoparium*, *Aristida schiedeana*, *Opuntia spp.*, *Muhlenbergia glauca* y *Quercus*; el área dos fue matorral micrófilo: *Mimosa spp.* y *Bouteloua curtipendula* principalmente. Y especies como *Opuntia spp.*, *Aristida spp.* y *Schizachyrium scoparium*

representan a una área incendiada, mientras las demás se encuentran distribuidas entre un área incendiada y no incendiada. Por lo anterior, la cobertura porcentaje promedio entre las dos áreas estudiadas por Beltrán (1988) fue de 6.45 por ciento de herbáceas, siendo que éstas, tienen una cobertura del 100 por ciento en un área incendiada.

A través del mismo método se obtuvo la cobertura de suelo para las áreas, presentaron 2.4 por ciento de suelo desnudo y 80 por ciento de zacates en un pastizal amacollado, en cambio se obtuvo un 10 por ciento más en promedio para un área incendiada y no incendiada de suelo desnudo, mayoritariamente cargado hacia un área incendiada.

Las arbustivas para un área incendiada están representadas principalmente por *Mimosa biuncifera* y *Opuntia spp.* las cuales representan a una etapa sucesional madura de arbustos al igual que la del autor mencionado anteriormente. La materia orgánica en el área que corresponde a un pastizal y a un matorral micrófilo fue en promedio de 5.2 por ciento, siendo superada por el área de estudio ubicado en Sierra Zapalinamé a pesar de su similitud en cuanto a la cubierta vegetal. Por lo anterior, la escasez de materia orgánica y por lo tanto de hojarasca, el suelo no cuenta con la protección suficiente al impactarse la lluvia en él, esto se reflejo en la gran cantidad de sedimentos existentes en el área de estudio de Beltrán (1988) en comparación a una área incendiada.

El suelo del área del Rancho Los Ángeles, contó con un  $1 \text{ gr/cm}^3$  de densidad aparente, en cambio un área incendiada tuvo un poco menos de ese

valor en densidad, pero los dos valores se encuentran en rangos aceptables e indican la buena estructura del suelo, lo que ayudó a una infiltración favorable.

## CONCLUSIONES

- Hay una nula cantidad de herbáceas y presencia de helechos en un área no incendiada.
- Se presenta mayor cantidad de gramíneas y herbáceas de una etapa sucesional perenne en un área incendiada.
- Se tiene menor cantidad de gramíneas de una etapa perenne en un área no incendiada.
- Hay poca cantidad de arbustivas de una etapa sucesional avanzada en un área incendiada que en un área no incendiada.
- Un área incendiada y no incendiada son parecidos en densidad aparente, ya que contaron con valores cercanos entre sí.
- La erosión de un área incendiada y no incendiada es parecidas, es decir, la erosión de un área no incendiada es ligeramente cercana a un área no incendiada.
- Existe mayor contenido de humedad en un área incendiada que en una no incendiada.

## LITERATURA CITADA

- Beltrán L., S. 1988. Infiltración y producción de sedimentos en tres tipos de vegetación del Rancho "Los Angeles". Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 89p.
- Comisión Nacional Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) 1979. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. Estado de Coahuila. SARH. México. 255p.
- De Luna R., M. 1989. Influencia de las edades de la reforestación Zapalinamé sobre infiltración y la producción de escurrimientos. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 64p.
- Flores Z., J. R. 1989. Comportamiento de las tasas de infiltración y producción de sedimentos a 4 distancias de los abrevaderos en el rancho "Los Angeles". Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 64p.
- García E., G. 1988. Caracterización de islas de fertilidad de áreas adyacentes de mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.) establecimiento de gramíneas en Múzquiz, Coahuila. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 116p.
- García V., J. J. 1998. Evaluación de la diversidad de paisaje utilizando un sistema de información geográfica para la Sierra Zapalinamé. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 83p.

- González C., G. 1994. Evaluación de la compactación del suelo en una huerta de nogal pecadero (*Carve illinoensis* Koch) en la Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 79p.
- Gutiérrez C., J. 1975. Evaluación de diferentes métodos para el establecimiento de especies forestales en zonas áridas en el Campo Experimental La Saucedá, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 83p.
- Levy E.,B. y E. A. Madden. 1933. The point method of pasture análisis. N. Z. J. Agr. 46: 267 -279.
- Loredo O., C. 1994. Efecto de la reforestación en el control de la erosión hídrica. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 127p.
- Mueller, Dombois y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley and Sons. New York. 549p.
- Rojas P., L. 1998. Uso y manejo del agua. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 145p.
- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Organización de los Estados Americanos (OEA) 1981. Plan de manejo del cañón de San Lorenzo. Coahuila, México. 129p.
- Zárate L., A. 1988. Evaluación de las tasas de infiltración y producción de sedimentos en tres suelos de pastizal del rancho "Los Angeles". Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 106p.

- Se presenta mayor contenido de materia orgánica, hojarasca y carbón orgánico en un área no incendiada que en una incendiada.
- La importancia de éste documento se basa en la información que contiene, ya que se podría usar para realizar un plan de restauración en áreas que han sido afectadas por un incendio, y en específico en la que se hizo ésta investigación.

# APÉNDICE

Cuadro A1. Cobertura total (%) y por especies (%) de gramíneas en etapas sucesionales para una área incendiada y no incendiada

Etapa Sucesional	Especie	AI % Total/spp	ANI %Total/spp
Sucesional	<i>Aristida schiedeana</i>	.60	0
Intermedia	<i>Hilaria belangeri</i>	2.74	0
Perenne	<i>Scizachyrium scoparium</i>	.30	0
	<i>Stipa spp.</i>	.30	0
	<i>Eragrostis intermedia</i>	.30	0
	<b>Cobertura total/Etapa</b>	<b>4.24</b>	<b>0</b>
Sucecional	<i>Bouteloua curtipendula</i>	1.52	.47
Avanzada	<i>Mulenbergia dubia</i>	15.24	.94
	<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	0	6.63
	<i>Muhlenbergia glauca</i>	14.63	8.53
	<b>Cobertura total/Etapa</b>	<b>31.39</b>	<b>16.57</b>
	<b>Cobertura total/Gramíneas</b>	<b>35.63</b>	<b>16.57</b>

Cuadro A2. Cobertura total (%) y por especies (%) de hierbas en etapas sucesionales para una área incendiada y no incendiada

Etapa Sucesional	Especie	AI % Total/spp	ANI %Total/spp
Sucesional	<i>Mandevilla karwinskii</i>	.47	0
Intermedia	<i>Crisactinia mexicana</i>	.30	0
Perenne	<i>Euphorbia fursilata</i>	.30	0
	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	.91	0
	<i>Loeselia coerulea</i>	1.82	0
	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	.30	0
	<b>Cobertura total/Etapa</b>	<b>4.1</b>	<b>0</b>
Sucesional	<i>Dyssodia pinnata</i>	1.82	0
Anual	<b>Cobertura total/Hierbas</b>	<b>5.92</b>	<b>0</b>

Cuadro A3. Cobertura total (%) y por especies (%) de arbustivas en etapa sucesional madura para una área incendiada y no incendiada

Etapa Sucesional	Especie	AI % Total/spp	ANI %Total/spp
Sucesional madura	<i>Cercocarpus fothergilloides</i>	0	.94
	<i>Cowania mexicana</i>	2.13	0
	<i>Dasilyrion spp.</i>	0	2.84
	<i>Juniperus flaccida</i>	0	9.47
	<i>Mimosa biuncifera</i>	5.48	0
	<b>Cobertura total/Etapa</b>	<b>7.61</b>	<b>13.25</b>

Cuadro A4. Cobertura total (%) de los atributos físicos del suelo(%) en una área incendiada y no incendiada

Atributo físico del suelo	AI % Total	ANI %Total
Grava	3.04	1.42
Piedra	4.26	0
Suelo	2.74	0
<b>Cobertura Total</b>	<b>10.04</b>	<b>1.42</b>

Cuadro A5. Cobertura total (%) de materia orgánica (en pie y sobre el suelo (%)) y musgos (%) en una área incendiada y no incendiada.

Variable	AI % Total	ANI %Total
Materia Orgánica	41.15	63.96
Musgos y helechos	0.0	4.26
<b>Cobertura total</b>	<b>41.15</b>	<b>68.22</b>

Cuadro A6. Densidad (%) de individuos por especie de gramíneas en 10 m<sup>2</sup> en etapas sucesionales para una área incendiada y no incendiada

Etapa Sucesional	Especie	AQ % Total/spp	ANQ %Total/spp
Sucesional	<i>Aristida schiedeana</i>	2.85	0
Intemedia	<i>Hilaria belangeri</i>	11.42	0
Perenne	<i>Shizachyrium scoparium</i>	14.28	0
	<i>Carex schiedeana</i>	0	15
	<i>Eragrostis intermedia</i>	19.99	0
	<b>Cobertura total</b>	<b>48.54</b>	<b>15</b>
Sucesional	<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	2.85	45
Avanzada	<i>Muhlenbergia glauca</i>	2.85	5
	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	2.85	15
	<i>Bouteloua curtipendula</i>	5.71	10
	<i>Muhlenbergia dubia</i>	5.71	5
	<i>Muhlenbergia muticula</i>	28.57	0
	No identificada	2.85	0
	<b>Cobertura total</b>	<b>51.39</b>	<b>80</b>

Densidad total área incendiada para gramíneas en 10 m<sup>2</sup> = 62.5 m<sup>2</sup>

Densidad total área no incendiada para gramíneas en 10 m<sup>2</sup> = 23.80 m<sup>2</sup>

Cuadro A7. Densidad (%) de individuos por especie de arbustivas en 10 m<sup>2</sup> en etapas sucesionales para una área incendiada y no incendiada

Etapa Sucesional	Especie	Ai % Total/spp	ANI %Total/spp
Sucesional	<i>Ageratina saltillensis</i>	0	11.25
Inicial	<i>Brickellia</i> spp	0	11.25
	<i>Mimosa biuncifera</i>	38.8	5.62
	<i>Opuntia</i> s.pp	2.77	0
	<i>Bumelia lanuginosa</i>	2.77	5.62
	<i>Amelanchier dentriculata</i>	2.77	0
	<i>Brickellia veronicaefolia</i>	2.77	0
	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	2.77	0
	<i>Crisactinia mexicana</i>	5.55	0
	<i>Thymophylla pentachaeta.</i>	5.55	0
	<b>Cobertura total</b>	<b>63.75</b>	<b>33.74</b>
Sucesional	<i>Berberis trifoliolati</i>	16.60	16.87
Intermedia	<i>Cowania mexicana</i>	11.11	0
	<i>Rhus virens</i>	2.77	5.62
	<i>Dasyliirion</i> spp.	0	5.62
	<b>Cobertura total</b>	<b>30.48</b>	<b>28.11</b>
Sucesional	<i>Juniperus flaccida</i>	0	16.87
Madura	<i>Quercus grisea</i>	5.55	0
	<i>Quercus laeta</i>	0	15.62
	<i>Cercocarpus fothersgilloides</i>	0	5.62
	<b>Cobertura total</b>	<b>5.55</b>	<b>38.11</b>

Densidad total área incendiada para arbustivas en 10 m<sup>2</sup> = 8.92 m<sup>2</sup>

Densidad total área no incendiada para arbustivas en 10 m<sup>2</sup> = 13.69 m<sup>2</sup>

Cuadro A8. Frecuencia relativa (%) por especie de gramíneas en etapas sucesionales en una área incendiada y no incendiada

Etapa Sucesional	Especie	AI	ANI
		% Total/spp	%Total/spp
Sucesional	<i>Aristida schiedeana</i>	11.11	0
Intermedia	<i>Hilaria belangeri</i>	11.11	0
Perenne	<i>Carex schiedeana</i>	0	20
	<i>Eragrostis intermedia</i>	44.44	0
	<i>Schizachyrium scoparium</i>	33.33	0
	<b>Frecuencia relativa total</b>	<b>99.99</b>	<b>20</b>
Sucesional	<i>Muhlenbergia emersleyi</i>	11.11	80
Avanzada	<i>Muhlenbergia glauca</i>	11.11	20
	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	11.11	40
	<i>Bouteloua curtipendula</i>	22.22	20
	<i>Muhlenbergia dubia</i>	22.22	20
	<i>Muhlenbergia monticula</i>	0	20
	<b>Frecuencia relativa total</b>	<b>77.77</b>	<b>200</b>

Cuadro A9. Frecuencia relativa(%) por especie de arbustivas en etapas sucesionales en una área incendiada y no incendiada

Etapa sucesional	Especie	AI	ANI
		% Total/spp	% Total/spp
Sucesional Inicial	<i>Brickellia spp.</i>	0	20
	<i>Bumelia lanuginosa</i>	0	20
	<i>Mimosa biuncifera</i>	88.88	20
	<i>Crisactinia mexicana</i>	11.11	0
	<i>Brickellia veronicaefolia</i>	11.11	0
	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	11.11	0
	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	11.11	0
	<i>Ageratina saltillensis</i>	0	40
	<i>Amelanchier dentriculata</i>	11.11	0
	<i>Opuntia spp.</i>	11.11	0
	<b>Frecuencia relativa total</b>	<b>155.54</b>	<b>100</b>
Sucesional Intermedia	<i>Berberis trifoliolati</i>	44.44	40
	<i>Dasyliirion spp.</i>	0	20
	<i>Cowania mexicana</i>	33.33	0
	<i>Rhus virens</i>	11.11	0
	<b>Frecuencia relativa total</b>	<b>88.88</b>	<b>60</b>
Sucesional Madura	<i>Cercocarpus foothergilloides</i>	0	20
	<i>Juniperus flaccida</i>	0	40
	<i>Quercus laeta</i>	0	40
	<i>Quercus grisea</i>	11.11	0
	<b>Frecuencia relativa total</b>	<b>11.11</b>	<b>100</b>

Cuadro A10. Valores reales de variables del suelo.

Símbolo	Significado	Unidades
VAR 2	Lámina aplicada	Milímetros
VAR 3	Intensidad de lluvia	Minutos
VAR4	Sólidos suspendidos mantillo	Gramos/litro
VAR 5	S.S. suelo	"
VAR 6	S.S. totales	"
VAR7	Densidad aparente	Gramos/centímetro cúbico
VAR 8	Erosión laminar mantillo	Gramo/centímetro cuadrado
VAR 9	Erosión laminar suelo	"
VAR 10	Erosión laminar total	"
VAR 11	Frente de mojadura	Centímetros
VAR 12	Mantillo debajo arbustos	Gramo/centímetro cuadrado
VAR 13	Hojasca debajo arbustos	"
VAR 14	Total debajo arbustos	
VAR 15	Infiltración	Centímetros/hora
VAR 16	Hojasca entre arbustos	Gramo/centímetro cuadrado
VAR 17	Humedad	Porcentaje
VAR 18	Carbón orgánico	Porcentaje
VAR	Variable	
AQ	Incendiados	
ANQ	No Incendiados	
X	Valor promedio	
De	Desviación estándar	
Min	Valor mínimo	
Max	Valor máximo	
R	Rango	
Md	Media	
Mo	Moda	
C.V.	Coefficiente de variación	
C.D	Coefficiente de dispersión	

Var	Árból	X	De	Min	Max	R	Md	Mo	C.V	C.d
VAR2	AQ	52.32	12.84	31.2	71.47	40.27	50.27	31.2	24.55	18.19
	ANQ	69.58	17.97	37.86	80	42.14	77.22	80	25.83	12.76
VAR3	AQ	3.786	1.647	2.1	7.3	5.2	3.735	4.23	43.50	30.28
	ANQ	4.692	1.438	2.5	6.25	3.75	5.21	2.5	30.65	19.15
VAR4	AQ	2.501	2.391	.0731	6.374	6.301	2.227	.0731	95.61	91.18
	ANQ	2.573	5.357	0	12.14	12.14	.1001	0	208.1	2550
VAR5	AQ	1.213	1.255	.1553	3.4	3.244	.4524	.1553	11.9	192.8
	ANQ	.2326	.4667	0	1.065	1.065	.0151	0	200.6	1512
VAR6	AQ	3.622	3.368	.3644	8.330	7.966	2.801	.3644	93.00	103.6
	ANQ	2.306	5.823	0	13.21	13.21	.1152	0	207.5	241.4
VAR7	AQ	.8089	.2957	.4063	1.209	.8035	.7461	.4063	36.55	31.49
	ANQ	.7695	.1616	.5627	.9457	.3830	.7549	.5627	21.00	16.58
VAR8	AQ	.0055	.0056	.0021	.0142	.0140	.0044	.0002	100.3	107.5
	ANQ	.0007	.0013	0	.0031	.0031	.0003	0	168.6	180.6
VAR9	AQ	.0027	.0034	.0001	.0098	.0096	.0014	.0001	123.6	144.0
	ANQ	.0000	.0011	0	.0002	.0002	.0000	0	146.3	121.4
VAR10	AQ	.0083	.0084	.0009	.0241	.0231	.0058	.0009	100.9	117.6
	ANQ	.0008	.0014	0	.0034	.0034	.0004	0	166.5	171.6
VAR11	AQ	12.31	3.326	5.5	15	.5	13	15	27.01	19.71
	ANQ	9.6	6.328	1.5	16.5	15	12	1.5	65.92	4.00
VAR12	AQ	1.588	.8952	.6205	3.174	2.554	1.319	.6205	56.34	54.35
	ANQ	10.57	8.637	4.177	24.96	20.78	6.642	4.177	81.64	84.64
VAR13	AQ	.0357	.3006	.0077	.0896	.0819	.0242	.0077	85.72	82.37
	ANQ	.1750	.1742	.0024	.466	.4636	.1539	.0024	99.55	68.20
VAR14	AQ	1.624	.9018	.6282	3.195	2.567	1.345	.6282	55.51	53.58
	ANQ	10.75	8.801	4.179	25.42	21.25	6.738	4.179	81.84	84.81
VAR15	AQ	4787	2368	2557	10210	7652	4263	2557	49.92	33.32
	ANQ	2514	2368	0	4911	4911	3292	0	94.18	56.38
VAR16	AQ	.2314	.1158	.1113	.4420	.3307	.2223	.1113	50.06	41.19
	ANQ	12.78	9.322	.9315	23.55	22.62	15.86	.9315	72.91	44.42
VAR17	AQ	3.148	.8963	1.72	4.81	3.09	3.105	1.72	28.46	18.96
	ANQ	2.976	.3331	2.41	3.23	.82	3.12	2.41	11.19	6.66
VAR18	AQ	55.71	8.615	45.24	68.31	23.07	55.56	45.24	15.46	13.33
	ANQ	82.54	25.80	49.97	117.9	67.08	84.71	49.97	31.26	22.13

Cuadro A11. Valores reales de la figura 4.3.

	<b>X (gr/cm<sup>2</sup>) Erosión laminar mantillo VAR 8</b>	<b>Y (gr/cm<sup>2</sup>) Erosión laminar suelo VAR 9</b>
1	.0142771	.0098642
2	.0073296	.006036
3	.0008494	.0006321
4	.0073871	.0017004
5	.0123732	.001687
6	.0002108	.0011821
7	.0010061	.0001691
8	.0015232	.0009937
9	.0005565	.0004133
10	0	0
11	.0031413	.0002755
12	.0003933	.0000576
13	0	0
14	.0004142	.0000552

Cuadro A12. Reporte de análisis de suelos para un área incendiada y no incendiada en la Sierra Zapalinamé

	M.O (%)	N total (%)	P ppm	K ppm	CO <sub>3</sub> %	CE mmhos/cm	PH	Arena %	Arcilla %	Limo %
ANI	26	.756	167.24	600	12.18	1.4	7.6	42.8	26.0	31.2
AI	15.46	.588	90.52	600	11.27	1.4	7.6	46.8	26.0	47.2

ANI = Área no incendiada.

AI = Área incendiada.