

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



REFORESTACION EN AREAS DEGRADADAS  
'ADAPTANDO EL METODO DE "TINAS CIEGAS"'

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

FLAVIO R. VELAZQUEZ HERNANDEZ

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1987



T

S623

V4

c.1



1080063143

Este libro debe ser devuelto, a más tardar, en la última fecha sellada, su retención más allá de la fecha de vencimiento, lo hace acreedor a las multas que fija el reglamento.

~~10 FEBR. 1991~~

30 MAR. 1992

11 MAR. 1994

15 MAR. 1994

29 JUN. 1994

6 MAR. 1996

30 JUN. 1994



# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



REFORESTACION EN AREAS DEGRADADAS  
ADAPTANDO EL METODO DE "TINAS CIEGAS"

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA  
FLAVIO R. VELAZQUEZ HERNANDEZ

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1987

007062



T  
5623  
V4

040.634  
FAI  
1987  
C.5



F. tesis





DEDICATORIA

A DIOS.

A MIS PADRES:

Sr. Porfirio J. Velazquez de la Hoya (q.e.p.d.)

Sra. Socorro Hernández de Velazquez

Gracias por su apoyo sincero y por haberme guiado por el camino de la vida dandome sus consejos, su amor y comprensión.

A MIS HERMANOS:

Ernestina

Ma. de Jesús

Porfirio Manuel

J. Trinidad

Isidro

Ma. del Refugio

Juan

Gudelia

Francisco

Por el cariño y confianza que me han brindado siempre.



## DEDICATORIA

A MIS SOBRINOS

A MIS FAMILIARES

A mis amigos y toda aquella  
persona que me brindó su apoy  
yo para la culminación de mi  
carrera.



## DEDICATORIA

A MI HERMANO:

Ing. Porfirio Manuel Velazquez Hernández

Quién con su ayuda, confianza e inquebrantable  
fé hizo posible la culminación de mi carrera...

Gracias.

A LA FAMILIA PAREDES ORTIZ, qué me brindó todo  
su apoyo durante el transcurso de mi carrera.

## DEDICATORIA

### A MI ASESOR:

Ing. Francisco Rodríguez Esquivel  
Por su gran ayuda y orientación  
brindada durante el desarrollo de  
este trabajo. Gracias.

### A NUESTROS MAESTROS:

Ing. Jaime Aldape Botello  
Ing. Martín Rocha Ramírez  
Por las orientaciones y facilidades  
prestadas para la elaboración de  
este trabajo.

A nuestros maestros, amigos y compañeros con quienes compartí mi vida estudiantil.

INDICE

Pág.

1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1. Reseña de la erosión en México.....	2
2.2. Definiciones.....	4
2.3. Erosividad de la lluvia.....	5
2.3.1. La cantidad de lluvia.....	5
2.3.2. La intensidad de la lluvia.....	6
2.3.3. El tamaño de las gotas de lluvia.....	7-
2.3.4. La distribución de tamaños de gotas.....	8
2.3.5. Velocidad final de las gotas.....	9
2.4. Escurrimientos superficiales.....	10
2.4.1. Factores que afectan el escurrimiento <u>su</u> perfcial.....	10
2.4.2. Factores asociados con las cuencas.....	14
2.4.3. Cálculo del escurrimiento superficial.....	16
2.5. Descripción botánica.....	19
2.5.1. Ebanó.....	19
2.5.2. Algarrobo.....	20
3. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	23
3.1. Localización del sitio experimental.....	23
3.2. Suelo.....	23
3.3. Vegetación.....	25
3.4. Tipo de clima.....	27
3.5. Fisiografía.....	27
3.6. Topografía.....	27
4. OBJETIVOS.....	30



## INDICE

	Pág.
5. MATERIALES Y METODOS.....	31
5.1. Materiales.....	31
5.2. Metodología general.....	31
6. RESULTADOS.....	40
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
8. ANEXO.....	43
9. BIBLIOGRAFIA.....	51

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	Contenido	Paq.
1	Valores de C para el cálculo de escurrimiento...	17
2	Precipitación anual y mensual.....	28
3	Determinación de las curvas numéricas (CN).....	38
4	Grupos hidrológicos de los suelos usados por el SCS.....	39
<b>FIGURA</b>		
1	Diámetro de gotas (mm).....	8
2	El ciclo hidrológico.....	11
3	Mapa hidrológico.....	13
4	Ubicación de la zona de estudio.....	24
5	Mapa edáfico.....	26
6	Mapa topográfico.....	29
7	Distribución de las tinajas ciegas mediante líneas al contorno.....	32

FIGURA	Contenido	Pág.
7-A	Arreglo topológico de las tinas.....	33
8	Dimensiones de la tina ciega.....	35



## 1. INTRODUCCION

La degradación de los suelos es un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos dinámicos y evolutivos que rebajan la capacidad actual y potencial de los suelos para producir bienes o servicios.

El proceso erosivo es causado principalmente por el agua de lluvia, o sea la erosión hídrica, debido a que los suelos agrícolas, que constituyen una buena parte del territorio nacional, se encuentran expuestos al efecto erosivo de las gotas de lluvia, especialmente los terrenos de agricultura de temporal, que se encuentran la mayor parte del año sin cubierta vegetal.

La erosión de los suelos en México se encuentra bastante acelerada, ya que en el censo de 1950, el 72% del territorio nacional estaba afectado por la erosión y en 1974 mas del 80% del país se encontraba bajo diferentes grados de erosión. Esto es debido a las condiciones topográficas del territorio nacional y al mal manejo de los recursos agua-suelo-planta.

Todo esto hace necesario e indispensable la aplicación integral en escala nacional de todas las medidas posibles para la conservación de estos recursos naturales, mediante programas de control de erosión. Para esto es necesario contar con una unidad de estudio como son las cuencas que además de ser unidades hidrográficas son unidades ecológicas y de producción.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Reseña de la erosión en México.

Remontandonos a la aparición del hombre en la cuenca de México que según los antropólogos fué hace más de 10,000 años, Los indígenas que llegaron a este lugar eran nómadas pero al convertirse en pueblos sedentarios comenzaron a modificar el ecosistema ya sea como cazadores, ya sea como pescadores o como agricultores, de estas labores obtenían los alimentos necesarios para su sustento, Posteriormente, a medida que la población iba aumentando hubo necesidad de incrementar las áreas dedicadas al cultivo, así como los terrenos que servirían para la construcción de casas y caminos. Se tiene conocimiento del establecimiento y esplendor de centros ubicados que en su auge provocaron la invasión de los terrenos agrícolas. También se sabe que cada año el consumo de la leña era mayor, no solamente para usos domésticos, sino también para quemar la cal indispensable para conservar y construir los edificios, tales situaciones trajeron como consecuencia la deforestación, haciendo así que las áreas devastadas comenzaron a erosionarse.

Posteriormente con la fundación de Tenochtitlan sus habitantes tuvieron que obtener su alimentación del elemento acuático, pero al ser éste insuficiente para proporcionar dicho alimento, debido al aumento de la población, obligó a sus moradores a sostenerse también de la agricultura en la cual usaron prácticas inadecuadas causantes del deterioro del suelo.

A la llegada de los españoles y sus grandes adelantos,

las tierras fueron sometidas al pastoreo, situación que llevó año con año a aumentar el área utilizable de terrenos dedicados a esta labor, con el aumento pecuario se requirió además de buenos pastos que se lograban a través de quemas sucesivas. Los conquistadores también trajeron implementos y métodos más eficientes para la explotación de los bosques cuyo producto era usado en grandes explotaciones mineras y en la construcción de grandes edificios. Estos dos factores lógicamente produjeron desprotección del suelo, dejándolo a la acción de la erosividad. (Comisión Técnica de Supervisión del Sistema de Drenaje profundo del D.F. 1975).

Como hasta ahora se ha visto, la época prehispánica y colonial, no se caracterizaron precisamente por la conservación del suelo sino, por el contrario el uso indiscriminado de métodos de labranza, la tala de bosques, las quemas sucesivas, la conversión de terrenos forestales en agrícolas, la desecación de los nacimientos de agua, etc., llevaron a un aumento visible de la erosión.

Transportándonos en el tiempo, la historia nos muestra, con hechos que aún en el México independiente la situación no cambió respecto del uso de las tierras y su relación con el problema de la erosión. Sin embargo, es necesario señalar que tanto en la época prehispánica con Netzahualcóyotl, como en la época de la colonia y en el México del siglo XIX se realizaron obras de conservación de suelos que resultaron insuficientes frente al avance del problema erosivo.



## 2.2. Definiciones

Conservación del suelo.- Se debe entender el conjunto de procesos físicos, mecánicos, químicos, biológicos y agronómicos que aplica el hombre para el control de la erosión, para la rehabilitación de terrenos destruidos e infértiles, para aumentar permanentemente la producción y la productividad de la tierra, para darle a cada fracción de terreno el uso al que mejor esta destinado por la naturaleza y, en fin para detener el avance de las zonas áridas o improductivas de México.

Conservación del agua.- Paralelamente presupone que los suelos reciban y retengan toda el agua de lluvia que se precipite sobre ellos para el mejor desarrollo de las plantas económicas y el logro de los cultivos agrícolas para reducir o evitar el daño de las inundaciones y del arrastre de la capa arable, para evitar el azolve de los cauces de los ríos y de las presas o vasos de almacenamiento, para enriquecer los mantos acuáticos subterráneos y los manantiales, para disminuir los daños que causa la sedimentación, para proteger y manejar racionalmente las cuencas hidrográficas y así mismo, para aminorar los dramáticos estragos de la sequia.

La erosión es el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo por los agentes del intemperismo.

La erosión geológica o natural que es aquella que ocurre como consecuencia solamente de las fuerzas de la naturaleza.

La erosión inducida o acelerada que es aquella que se pre

senta cuando la acción de los agentes naturales se agrega a la acción del hombre. Este tipo de erosión es propiciado por el mal manejo del suelo como son principalmente, la destrucción o degradación de la cubierta vegetal, las labores inadecuadas de cultivo y el manejo irracional de bosques y pastizales y sobre pastoreo y en términos generales es más rápida que la geológica.

Los principales agentes de la erosión son: el agua, el viento, los cambios de temperatura y los procesos biológicos de los cuales los dos primeros son los que revisten mayor importancia.

### 2,3. Erosividad de la lluvia

La erosividad es la capacidad potencial de la lluvia para producir erosión. Esta capacidad potencial es debido a la energía de la lluvia, la cual esta en función de las características físicas de la misma tales como:

1. La cantidad de lluvia
2. La intensidad de la lluvia
3. La velocidad de las gotas
4. El tamaño de las gotas
5. La distribución del tamaño de las gotas

2,3,1. La cantidad de lluvia.- La medida del volumen de agua precipitada en la superficie de la tierra es importante en la climatología. Las mediciones de lluvia suministran información fundamental necesaria para establecer el tipo climático

de una región y, los datos de lluvia son esenciales en muchas formas de manejo del suelo para desarrollo agrícola, municipal, producción de fuerza hidroeléctrica o control de cauces.

El volumen total de lluvia no puede medirse directamente, pero puede ser estimado de muestras tomadas en diferentes lugares y así conocer su distribución, las estimaciones de la cantidad de lluvia son hechas con pluviómetros, que son recipientes que exponen un área dada al paso de la lluvia. La cantidad de lluvia es expresada en lámina de agua,

2,3.2. La intensidad de la lluvia, - La intensidad es la tasa de cambio de una cantidad de lluvia P en un tiempo dado t, expresada en lámina de lluvia precipitada por unidad de tiempo.

$$I = \frac{P \times 60}{t}$$

Donde:

I = Intensidad (cm/hr)

P = Cantidad de lluvia (cm)

t = tiempo (min)

Las medidas de la intensidad son hechas por pluviografos, que tienen el mismo principio que los pluviómetros, la diferencia es un mecanismo de relojería que permite obtener la cantidad de lluvia caída en un tiempo dado. La mayoría de los pluviografos que funcionan en nuestro país son los del tipo Hellmans y tiene el siguiente mecanismo:

El agua que cae en el embudo es colectada en una cámara que contiene un flotador unido a una plumilla, la plumilla re-

gistra el aumento en altura en la cámara. Cuando la cámara se llena, un sifón la vacía y la plumilla regresa a cero, en incremento que dependen del volumen de la cámara. En el Servicio Meteorológico Nacional hay dos tipos: Los de vuelta diaria y los de vuelta semanal para propósitos de conservación de sue los son más útiles los de vuelta diaria ya que el tiempo de re solución de estos es de 10 min, en cambio, en los semanales el mínimo es de 30 min y se pierde mucha información en ese lapso,

2,3.3, El tamaño de las gotas de lluvia.- El tamaño de las gotas de lluvia a sido medido a partir del diámetro de las gotas y es importante porque influye en la velocidad final de las go tas de lluvia (Laws y Parson, 1949), Varios métodos han sido reportados para determinar el tamaño de las gotas, los utilizado dos con mas éxito son:

- 1, Medida de las manchas dejadas por las gotas
- 2, Método de los granulos de la harina

Medida de las manchas dejadas por las gotas.- El método de la medida de las manchas dejadas por las gotas consiste en utilizar un material que deje una marca o impresión que pueda ser movida. Esto se hace usando un papel absorbente impregnado con el polvo fino de un colorante soluble en agua, incoloro en seco, que al exponerse a la lluvia, cada gota hace una mancha circular, que puede ser medida. El tamaño de la gota puede ser calculado de la fórmula:

$$D = as^b$$

Donde;

D = Diámetro de la gota

S = Diámetro de la mancha

a y b = constantes de calibración del método

2.3.4. La distribución de tamaños de gotas.- Como la lluvia es compuesta de gotas de todos los tamaños, es necesario determinar la proporción de gotas grandes y chicas, o sea la distribución de tamaños, y como esta distribución varía en diferentes clases de lluvia.

Para describir una distribución se pueden utilizar sus parámetros, la media, mediana y moda. Probablemente el mejor índice de distribución de tamaños de gotas es la mediana del diámetro de gotas ( $D_{50}$ ), que es el diámetro de gotas tal que, la mitad del volumen de la lluvia cae con gotas de diámetro menor y la otra mitad con diámetro mayor. Esta es obtenida de una gráfica de volumen acumulada contra diámetro de gotas.

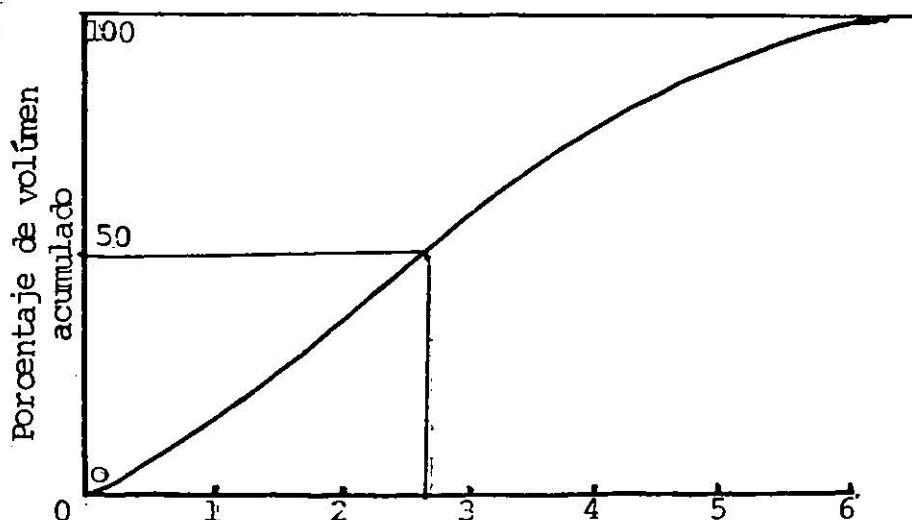


Figura 1, Diámetro de gotas (mm).



Los métodos para medir la distribución de tamaños de gotas son el método de medida de las manchas y el de los gránulos de harina. El más usado es el de los gránulos de harina, debido a que permite el manejo mecánico de los gránulos secados a la estufa. La distribución de tamaños es lograda al tamizar los gránulos con tamices de orificios progresivamente más pequeños. La única limitante es el número de tamices. Además por el peso de los gránulos en cualquiera de los grupos de un tamaño es posible calcular el peso total y el número de gotas dentro de los límites correspondientes.

2,3,5, Velocidad final de las gotas, - Esta es la velocidad que alcanzan las gotas de lluvia en el equilibrio, y esta basada en la física de "caída libre de los cuerpos" en la cual la velocidad máxima de los cuerpos depende del equilibrio entre la aceleración de la gravedad y la resistencia por fricción del aire, que a su vez depende del tamaño y forma del cuerpo (Hudson, 1971).

Los estudios mas importantes sobre la velocidad final de las gotas de lluvia fueron los de Laws (1941) y los de Gunn y Kinzas (1949).

Laws midió la velocidad de las gotas por medio de fotografías de alta velocidad utilizando un estroboscopio obteniendo una posición estática de la gota, dependiente de la frecuencia del estroboscopio. Midiendo los desplazamientos de la gota y el tiempo indicado por la frecuencia del estroboscopio, se puede conocer la velocidad a la cual la gota se desplazó.

Morin et al (1967) utilizaron fotografías de alta velocidad para medir la velocidad a 6000 flashes por minuto y una cama fotográfica con una velocidad de disparo de 1/25 segundo a una apertura de diafragma de F 18.3 enfrente del eje óptico se colocó una escala para medir la distancia de recorrido. Estos estudios fueron comprobados por Gunn y Kinzer (1949) quienes utilizaron gotas cargadas eléctricamente que caen entre dos anillos de inducción que al pasar por ellos dan un impulso eléctrico que es amplificado en un oscilógrafo de manera tal, que el tiempo de caída en la altura fijada por los dos anillos de inducción pudo ser medido exactamente. Sus resultados mostraron 3% de desviación con respecto a los trabajos de Laws.

#### 2.4. Escurrimientos superficiales

Escurrimiento superficial es la porción de precipitación que fluye hacia los arroyos, canales, lagos u oceanos como corriente superficial (Ver figura 2)

2.4.1. Factores que afectan el escurrimiento superficial.- Los factores que afectan el escurrimiento pueden dividirse en dos grandes grupos: aquellos asociados con la precipitación y los asociados con las características de la cuenca o área de drenaje (Ver figura 3).

Factores asociados con la precipitación.- Dentro de estos factores se consideran la intensidad, duración y frecuencia de la lluvia; la precipitación media y la distribución de la lluvia en el área de drenaje, antes de señalar cada uno de estos

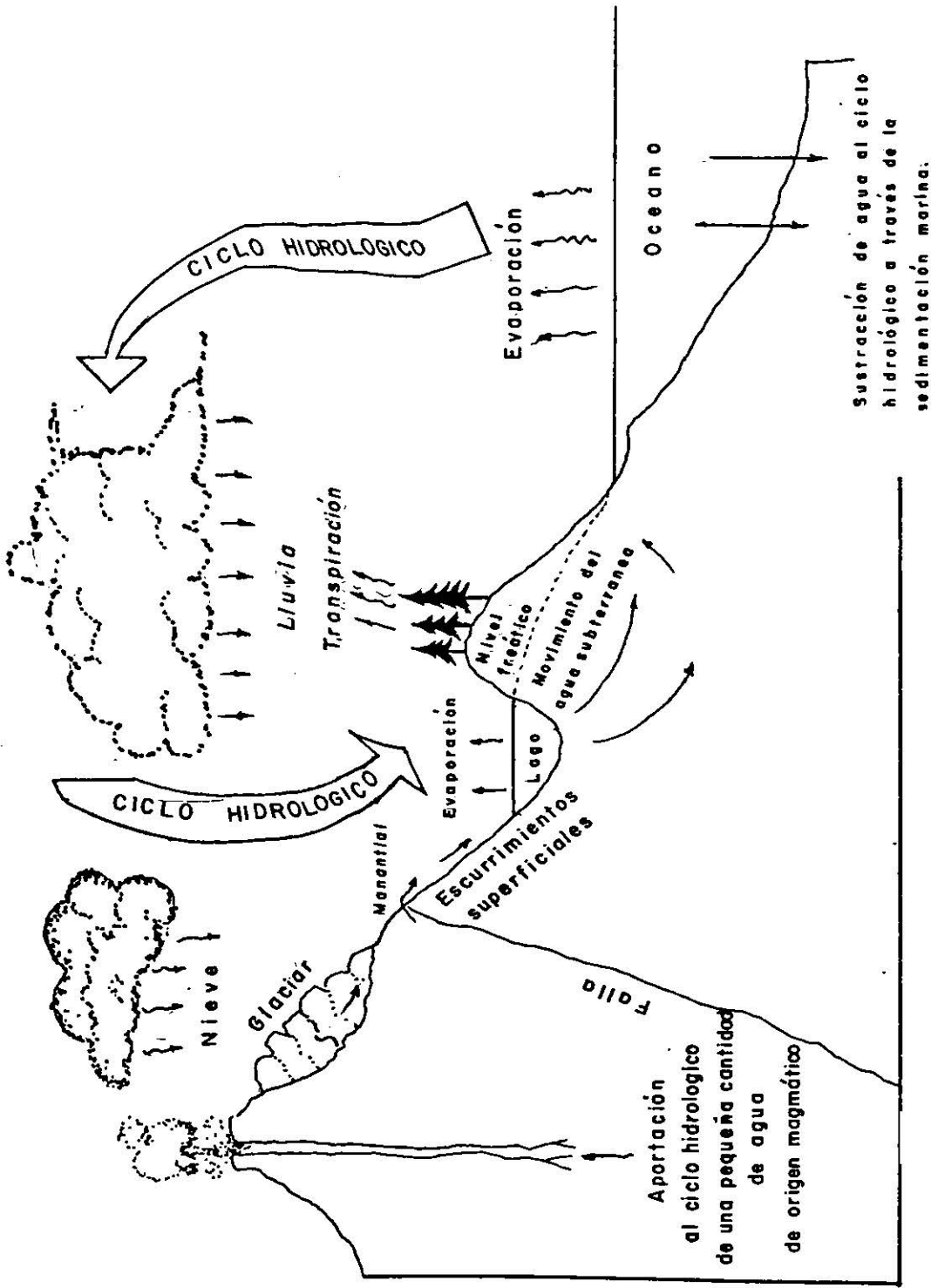


Figura 2 El ciclo hidrológico

factores es conveniente analizar los aspectos generales de la precipitación.

Precipitación.- Es importante examinar la precipitación que cae en forma de lluvia. El tamaño de las gotas está íntimamente relacionado con la duración de la lluvia, es así que gotas pequeñas generalmente corresponden a lluvia de mayor duración que aquellas en las que el diámetro de las gotas es grande.

Tipos de precipitación.- Tomando en cuenta las características topográficas de la República Mexicana y la situación geográfica, los tipos de precipitación que tienen mayor influencia en los procesos erosivos de los suelos son los siguientes:

- a) Precipitación ciclónica: Es la que se presenta cuando existen fenómenos meteorológicos denominados ciclones tropicales y representan peligro para las diversas estructuras usadas en la conservación del suelo y del agua.
- b) Precipitación convectiva: Este tipo de precipitaciones es consecuencia del enfriamiento debido a la expansión de una masa de aire húmedo-caliente, cuando esta asciende en forma de corriente convectiva a una capa más alta y de menor presión.
- c) Precipitación orográfica: Este tipo de lluvia se presenta cuando una masa de aire húmedo se eleva sobre una barrera montañosa. La precipitación es generalmente en forma de lluvias ligeras y produce la erosión de los suelos en las partes altas de las cuencas hidrológicas. Este tipo de pre

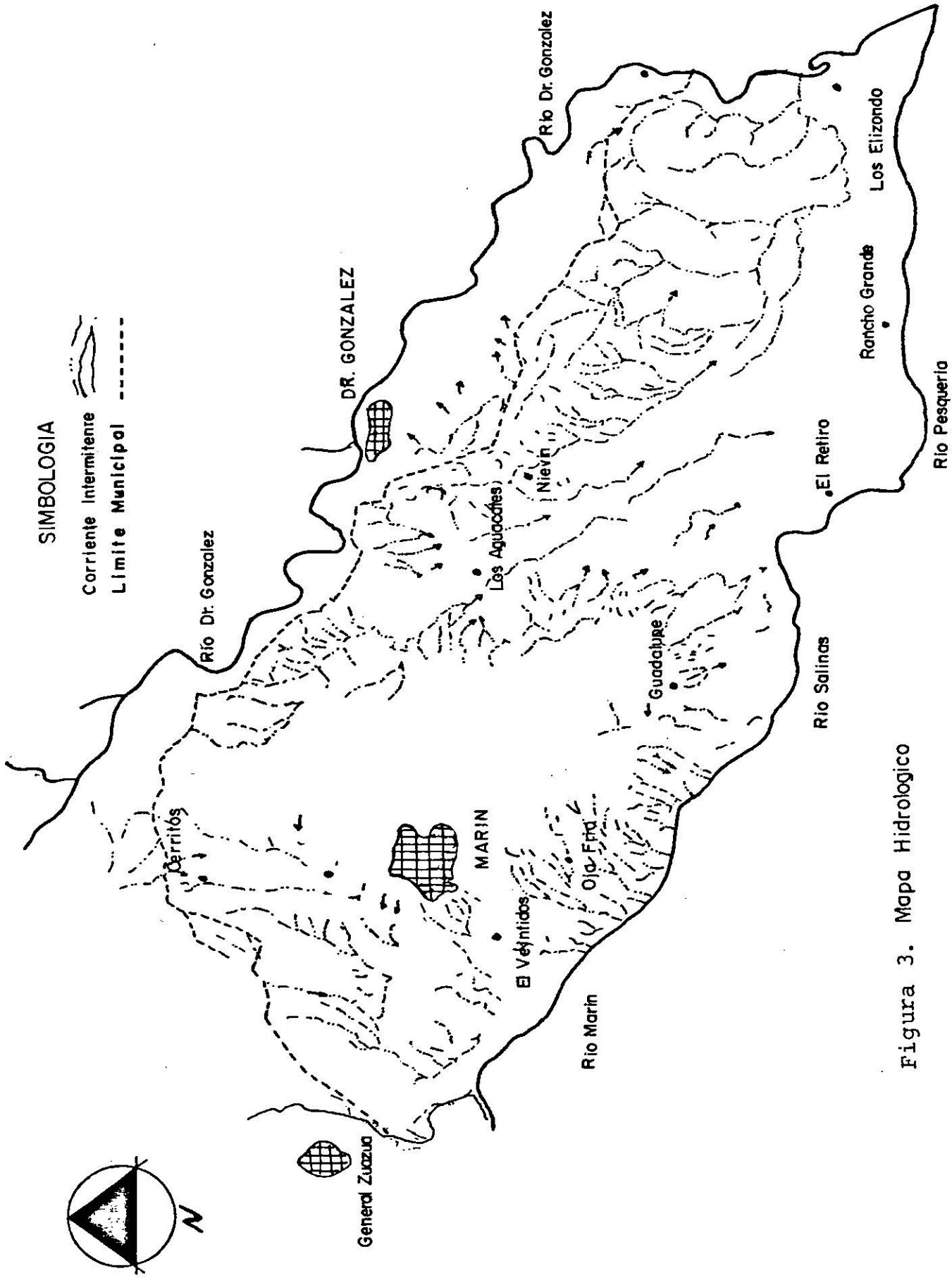


Figura 3. Mapa Hidrologico



precipitación es muy común en México.

Medición de la precipitación.-La precipitación se mide en base a una lámina de agua acumulada en una determinada superficie, este valor se expresa en milímetros o en centímetros y puede proporcionar información a diferentes intervalos (24 horas, semanas, mes o año); el aparato utilizado para esta medición es el pluviómetro. Para calcular la precipitación media anual, mensual o semanal en ciertas áreas se utilizan varios métodos, los más comunes son el de la media aritmética y el de las isoyetas.

2.4.2. Factores asociados con la cuenca.- Al considerar que toda una cuenca es toda área drenada por una corriente o por un sistema cuyas aguas concurren a un punto de salida, es importante señalar que las características propias de las cuencas afectan los escurrimientos superficiales. Entre estas características se pueden señalar el tamaño, forma, pendiente y tiempo de concentración de la cuenca.

Tamaño de la cuenca; Este factor influye en el escurrimiento superficial ya que al incrementarse el tamaño de la cuenca se aumenta el volumen escurrido y los escurrimientos máximos.

Forma de la cuenca; Este factor al igual que el tamaño también influye en la magnitud de escurrimiento de tal forma que las cuencas compactas (redondeadas) presentan un escurrimiento superficial mayor que aquellos de igual tamaño pero de forma estrecha y alargada ya que en esta última los escurrimien

tos se concentran mas lentamente.

Pendiente media de la cuenca: Al considerar la pendiente media de una cuenca es necesario tomar en cuenta la pendiente de las partes altas, el relieve, la pendiente de las cuencas, la extensión y número de depresiones, ya que estos aspectos influyen en el escurrimiento superficial.

Suelos; Este factor es importante a considerar en la determinación de los escurrimientos ya que las características físicas (textura, permeabilidad y grado de retención de humedad) dependen en gran parte de la magnitud de los escurrimientos.

El factor suelo, independientemente de otros factores (pendiente, cubierta vegetal) se diferencia en cuatro grupos con base en su potencial de escurrimiento.

- a) Suelos de bajo potencial de escurrimiento. Son aquellos que presentan altas velocidades de infiltración aun en condiciones de saturación. Son suelos de textura gruesa (arenas, anchas gruesas o gravas) con drenaje muy bueno y permeabilidad alta a muy alta.
- b) Suelos de medio potencial de escurrimiento. Estos suelos presentan velocidades medias de infiltración en condiciones de saturación y su drenaje varía de medio a alto son suelos de profundidad media o profundos de textura media gruesa (franco-arenosos, franco-arcillo-limosos, franco-limoso y limos) y de permeabilidad media).
- c) Suelos de regular potencial de escurrimiento. Son suelos con velocidades bajas de infiltración, generalmente poco profun-

dos y con una capa impermeable que impide el movimiento de agua hacia abajo. Dichos suelos presentan texturas medias a finas (franco-arcillosos, arcillo-limoso y arcillo-arenoso) y su permeabilidad varía de media a baja,

d) Suelos de alto potencial de escurrimiento. Estos suelos son de textura fina (arcillas expandibles), y presentan horizontes casi impermeables cerca o en la superficie y algunas veces los niveles freáticos son muy someros.

El drenaje superficial es lento y la velocidad de infiltración en condiciones de saturación es muy baja; por lo tanto su permeabilidad es baja.

Cubierta vegetal: Este factor es importante porque disminuye el impacto de las gotas de lluvia e intercepta parte del volumen llovido.

2.4.3. Cálculo del escurrimiento superficial.- El cálculo de los escurrimientos superficiales, se considerará para dos objetivos: El escurrimiento medio que sirve para estimar el volumen de agua por almacenar o retener y los escurrimientos máximos necesarios para diseño de obras de conservación. Como el objetivo de este trabajo es almacenar o retener agua usaremos el siguiente,

Cálculo del escurrimiento medio: Para calcular el escurrimiento medio o volumen medio en cuencas pequeñas o áreas de drenaje reducidas es necesario conocer el valor de la precipitación media, el área de drenaje y su coeficiente de escurri-

miento, de tal manera que la fórmula a utilizar sería la siguiente:

$$V_m = A c P_m \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

$V_m$  = Volúmen medio que puede ocurrir (miles de  $m^3$ )

$A$  = Area de la cuenca ( $km^2$ )

$c$  = Coeficiente de escurrimiento que generalmente varia de 0,10 a 1,0

$P_m$  = Precipitación media (mm)

Para aplicar esta fórmula es indispensable determinar cada uno de los factores que en ella intervienen, para lograrlo debe seguirse los pasos siguientes,

1. Se obtiene el valor del coeficiente de escurrimiento ( $c$ ) por medio del cuadro 1 de acuerdo a las características de la cuenca y al uso del suelo.

Cuando la cuenca o área de drenaje presenta diferentes tipos de suelos, vegetación y pendiente media, el coeficiente de escurrimiento ( $c$ ) se obtendrá para cada área parcial y posteriormente se calculara el promedio ponderado para aplicarlo a la fórmula (1).

Cuadro 1. Valores de  $c$  para el cálculo de escurrimiento

Topografía Vegetación	Textura del suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Bosque			
Plano (0.5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (11-30% pendiente)	0.30	0.50	0.60

Cuadro 1. Continuación

Topografía Vegetación	Textura del suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Pastizales			
Plano (0.5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11-30% pendiente)	0.22	0.42	0.60
Terrenos cultivados			
Plano (0-5% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6-10% pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11-30% pendiente)	0.52	0.72	0.82

Para nuestro trabajo se tiene una cuenca ó área de drenaje de 0.6 ha donde el terreno es escarpado con pastizal y matorral y textura media 34% arcilla, 36% limo, 30% arena (migajón arcilloso)

$$\text{Coeficiente escurrimiento} = 0.42$$

2. Se obtiene el área de la cuenca o de drenaje por medio de cartas topográficas fotográficas aéreas o por un levantamiento recto en el campo.
3. Se localiza el área en estudio en las mallas de isoyetas medias anuales de la República Mexicana, y se determina la precipitación media anual que se presente,

En el caso de requerir mayor precisión en los cálculos se recurre a la estación meteorológica más cercana al área de estudio,

4. Con esta información se procede a calcular los volúmenes medios escurridos mediante la Fórmula (1)



$$V_m = A c P_m$$

Donde:

$$A = ,6 \text{ ha} = ,006 \text{ km}^2$$

$$c = 0,42$$

$$P_m = 450 \text{ mm anual}$$

Sustituyendo valores nos da:

$$V_m = ,006 \times 0,42 \times 450$$

$$V_m = 1.13 \text{ millares de m}^3$$

## 2,5. Descripción botánica de los spp establecidas

2,5,1. Ebano (Pithecellbium flexicaule) Fam. Leguminosae.- Son árboles o arbustos con estípulas espinosas, hojas bipinnadas, compuestas con 2 ó más pinnas, numerosas hojillas lisas ó con venación levantada, presenta una glándula en la parte axial del peciolo y raquis de la hoja; flores en la parte superior ó en racimos blanquecinos amarillentos ó color crema, estambres más de 10 por flor y basalmente unidos, adentro de un tubo pro longado detras de la copa floral; el fruto es una vaina con 6 a 15 semillas, usualmente 5-15 cm de longitud; es un amplio gé nero con arriba de 150 especies extensivamente distribuídas en lugares calientes de América,

Usos.- El fruto puede ser hervido ó asado y luego se consume la semilla, también la semilla se puede dejar secar, luego se muele y posteriormente se hierve por ser utilizado como sustituto del café, La madera de esta planta es muy longeva, pesada y dura y por lo cual es muy utilizada y buena para trabajos de ebanesteria; se usa en la elaboración de rayos, rue-

das y camas de las carretas, dinteles de puerta; es una planta utilizada para fines de construcción.

2,5,2. Algarrobo (Ceratonia siliqua L.)

- a) Raiz.- Es pivotante o principal, penetrante, robusta, rica de raíces laterales, que se expanden superficialmente y después oblicuamente. En los suelos rocosos tienen gran desarrollo, alargándose mas alla de la proyección de la copa formando un sistema suficiente para absorber agua de las capas mas profundas y ofrecer resistencia a la acción del viento.
- b) Tallo.- Es un tronco bien desarrollado, rugoso, tertuoso y ramificado, determinandose un árbol cuya altura media es comunmente inferior a los 10 m, su diámetro medio es superior a los 50 cm pudiendo llegar en algunos casos hasta 2 m. La corteza rugosa es de color rojizo o grisáceo agrietada hacia la base y comunmente lisa en las últimas ramificaciones.
- Los árboles jóvenes tienen sus ramas más dispuestas regularmente que los viejos y son por consecuencia mas esbeltos y de forma más cilíndrica que cóncava. Los algarrobos viejos presentan forma globosa, con capa mas ancha que alta, debido a la disposición gradual casi horizontal de las ramas mas viejas (mas gruesas) al aproximarse al suelo con sus extremos (6) (10).
- c) Hojas.- Son perenes, compuestas y paripinadas con un número ordinario de foliolos de 4, 6, 8; sin impar en el extremo del peciolo principal.

Los foliolos son ovales, elípticos o redondos, correa-  
ceos, de bordes enteros y ondulados de color verde oscuro  
y brillantes (6) (17)..

d) Flores.- Son imperfectas o incompletas, por consiguiente se  
considera generalmente como planta dioica o universal es de-  
cir; plantas con flores solamente estaminadas o pistiladas.

Las plantas con flores estaminadas o macho, no fructi-  
fican y las pistiladas o hembras fructifican al ser polini-  
zadas. Su floración ocurre en el período otoñal, en España  
las plantas silvestres que se originan de semillas presentan  
momoecia, dioecia y hermafroditismo es decir poligamia

e) Fruto.- El fruto es una vaina o legumbre o silícula de 10 a  
20 cm de longitud por 2 ó 3 cm de ancho y aproximadamente 1  
cm de grueso, de color negro castaño o rojo según las varie-  
dades, mas delgada por uno de sus lados. La algarroba, nom-  
bre que recibe el fruto, es indehiscente, es decir que no  
suscita la semilla que contiene al madurar, su superficie es  
lustrosa, arrugada y sinuosa, mostrando depresión en la  
porción central de sus dos caras en toda su longitud.

El epicarpio está formado por la capa exterior unida a  
otra fibrosa rojiza; el mesocarpio constituye la materia  
azucarada del fruto y es la mas gruesa; y el endocarpio es  
la capa inferior que cubre las semillas. Cada algarroba\*  
contiene generalmente de 8 a 12 semillas,

La producción media de los algarrobos maduros (de mas  
de 30 años de vida) es de 100 kg/árbol..

f) Semilla.- Las semillas son plumas, ovadas de color rojizo lustroso, lisas, duras y dicotiledoneas.

### 3. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

#### 3.1. Localización del sitio experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, situado en el municipio de Marín, N.L. con coordenadas geográficas de 25°53' latitud norte y 100°03' longitud oeste en el meridiano de Greenwich con una altura de 367,5 metros sobre el nivel del mar (Ver Figura 4).

#### 3.2. Suelo

Regosol calcarico (Rc).- Suelos calcareos pobres en nutrientes, Utilizaciones variables, costosa mejoración del suelo, muy permeable (Ver figura 5),

Regosol (Del griego Rhegos-Manto, cobija connotativo de la capa de material suelto que cubre la roca).

Son suelos que se pueden encontrar en muy distintos climas y con diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por no presentar capas distintas, son claros en general y se parecen bastante a la roca que tienen debajo, cuando no son profundos. Se encuentran en las playas, dunas y en mayor o menor grado en las laderas de todas las sierras mexicanas, muchas veces acompañados de litosoles y de roca o tepetate que aflora. Su fertilidad es variable y su uso agrícola esta principalmente condicionado a su profundidad y a que no tenga mucha pedregocidad, ya que frecuentemente son someros y pedregosos. En las regio-



CROQUIS MUNICIPAL CON LA DIVISION EN AREAS GEOESTADISTICAS BASICAS

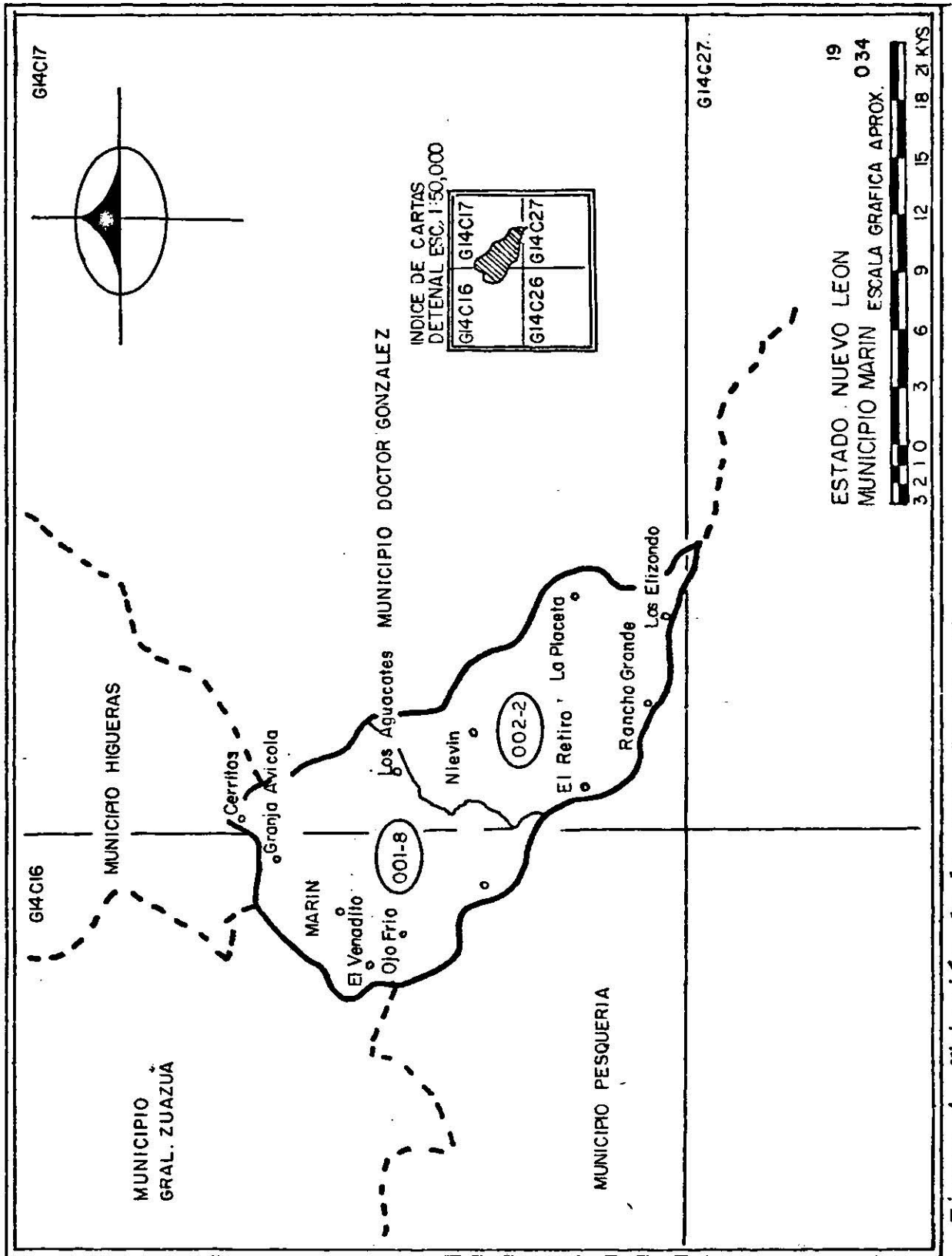


Figura 4. Ubiación de la zona de estudio.

nes costeras se usan algunos regosoles arenosos para cultivar cocoteros y sandia entre otros, con buenos rendimientos.

En Jalisco y otros estados del centro, se cultivan principalmente granos con resultados moderados o bajos.

El uso pecuario y forestal se lleva a cabo en las sierras con resultado variable y en función de la vegetación.

Calcario (del latín *calcareum calcareo*) son suelos ricos en cal, son los regosoles más fértiles.

3.3. Vegetación.- La vegetación encontrada en el área de estudio se puede considerar que pertenecen a un material mediano, subperenifolio, representado por las siguientes plantas:

Huizache	=	<u>Acacia farnesiana</u>
Uña de gato	=	<u>Acacia greggi</u>
Chaparro prieto	=	<u>Acacia amentaceae</u>
Palo verde	=	<u>Sercidium macrum</u>
Mezquite	=	<u>Prosopis glandulosa</u>
Junco	=	<u>Koeberlinea sp.</u>
Nopal	=	<u>Opuntia sp.</u>
Quebradora	=	Fam. Verbenacia
Tasajillo	=	<u>Opuntia leotocallis</u>
Guayacan	=	<u>Poliera angustisifolia</u>
Mala mujer	=	<u>Cebalia simata</u>
Anacahuita	=	<u>Cordia bousierii</u>
Sangre de drago	=	<u>Jatro phagoik</u>
Zacate buffel	=	<u>Penisetum silorium</u>
Palma pita	=	<u>Yucca spp.</u>

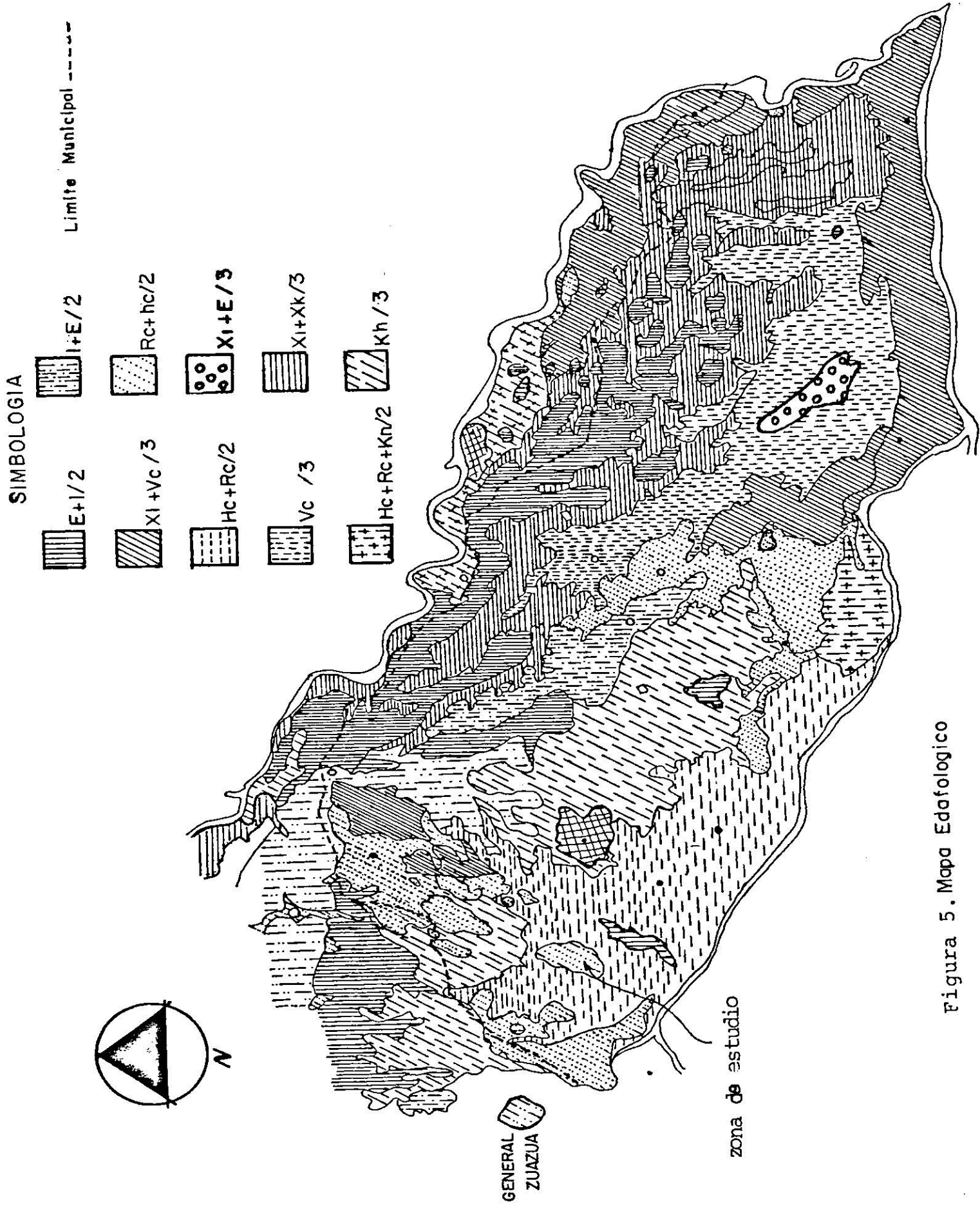


Figura 5. Mapa Edafologico

### 3.4. Tipo de clima.

- BS<sub>1</sub>            Climas secos o áridos con régimen de lluvias de verano siendo el menos seco de los B.S.
- (h')h            Temperatura anual sobre 22°C y bajo los 18°C en el mes más frío.
- x'                El régimen de lluvias se presenta como intermedio entre verano e invierno con un porcentaje de lluvias invernal mayor del 18%, (Cuadro 2)
- (e')              Muy extremoso y oscilación anual de temperaturas medias mensuales mayor a 14°C.

### 3.5. Fisiografía.

La geoforma del área de estudio es un cerro domo concavo en sentido horizontal y recto en sentido vertical.

### 3.6. Topografía.

La topografía en la zona de estudio es irregular presentando por las características del suelo y tipo de clima extremoso una gran cantidad de cárcavas (ver Figura 6).

FACULTAD DE AGRONOMIA U. A. N. L.  
DPTO. DE METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA.

\*\*\*\* C A S E T A    K A R I N    \*\*\*\*

Altitud: 375m.

Latitud: 25° 56'

Longitud: 100° 03'

\*\*\*\*\* H I S T O R I A L \*\*\*\*\*

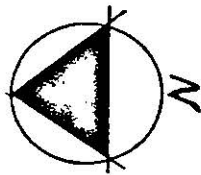
MES	PRECIPITACION (mm).	Año	PRECIPITACION (mm)
Enero.	0.0	+ 1978	367.6
Febrero.	2.5	1979	594.9
Marzo.	9.8	1980	494.2
Abril.	23.9	1981	673.3
Mayo.	106.5	++ 1982	146.8
Junio.	151.7	1983	516.5
Julio.	35.7	1984	397.7
Agosto.	12.1	1985	550.1
Septiembre.	189.3	1986	715.2
Octubre.	88.9		
Noviembre.	24.8		
Diciembre	70.0		

-----  
715.2 mm. Hasta el 31 de Diciembre de 1986.

+ DESDE EL MES DE JUNIO AL MES DE DICIEMBRE.  
++ DESDE EL MES DE MAYO AL MES DE DICIEMBRE DEBIDO A LA REUBICACION DE LA ESTACION METEOROLOGICA.

Nota: 1986 Año con precipitación record desde que empezaron los registros.

Cuadro 2. Precipitación anual y mensual.



SIMBOLOGIA

Curva De Nivel Acotada En Mts. ~ 300

Límite Municipal -----

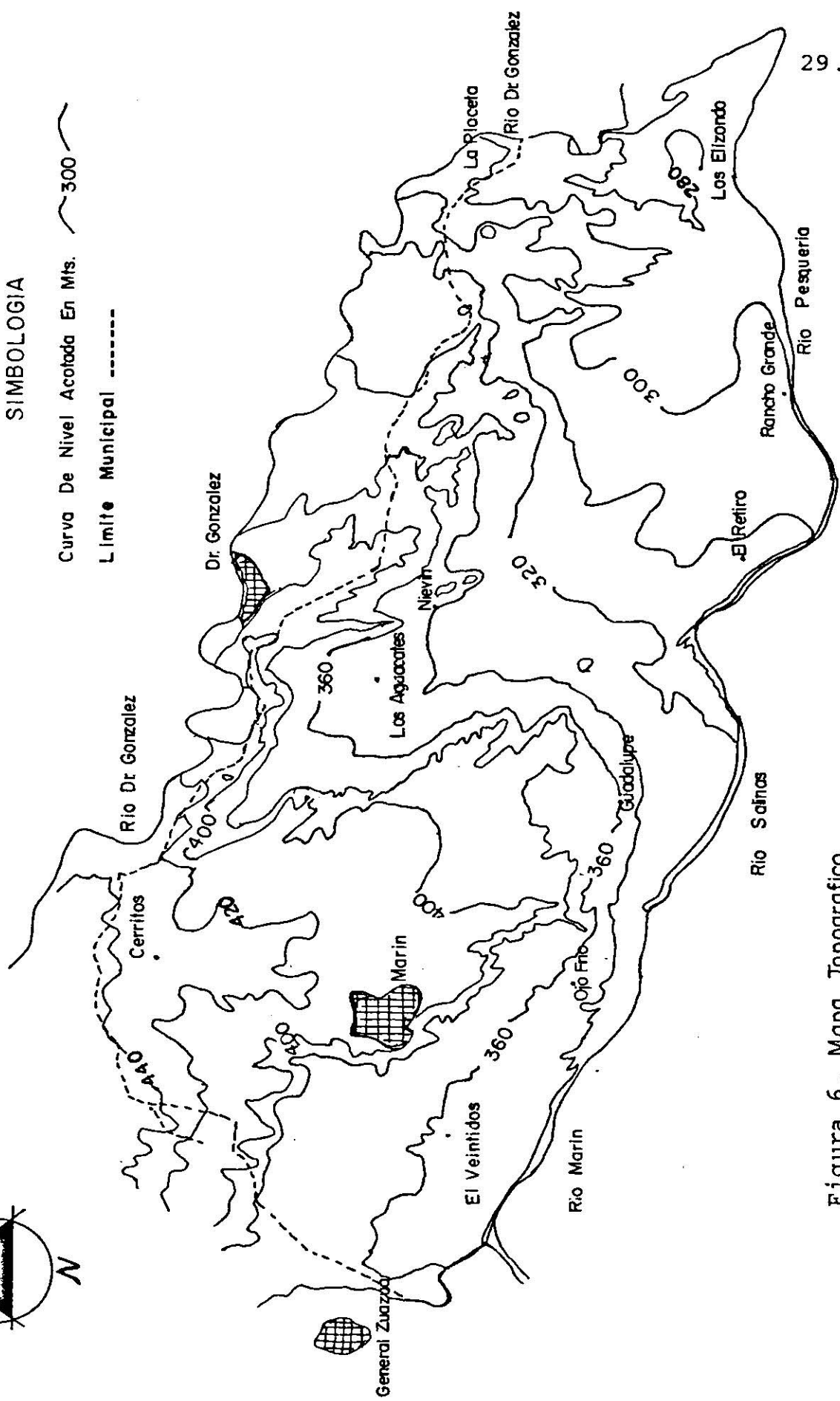


Figura 6. Mapa Topografico



#### 4. OBJETIVOS

1. Captar la máxima cantidad de agua de lluvia, disminuir los escurrimientos superficiales y por lo tanto la erosión laminar o de flujo superficial así como alimentar los mantos acuíferos.
2. Reforestar los terrenos degradados y evitar el azolvamiento de los vasos de almacenamiento de agua.

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1. Materiales

Para la realización del presente trabajo se utilizaron los materiales siguientes: pico, pala, clicímetro, nivel estadal, cinta métrica, estacas, cal, spp botánicas y madera.

### 5.2. Metodología general

Para el establecimiento del trabajo se realizaron los pasos siguientes:

1. Se localizó y delimitó el área que estaba causando el problema de azolvamiento a la presa que esta ubicada dentro del Campo Experimental de la FAUANL. (Ver Figura 7).
  2. Se caracterizó el área de estudio en cuanto a tipo de suelo, pendiente, vegetación, precipitación media anual, (lluvia máxima en 24 horas, etc.)
  3. Se alinearon, estacaron, marcaron y realizáron las tinas ciegas.
  4. Se les hizo las cépas y se plantaron los árboles
- Descripción de la metodología  
Cálculo del escurrimiento superficial

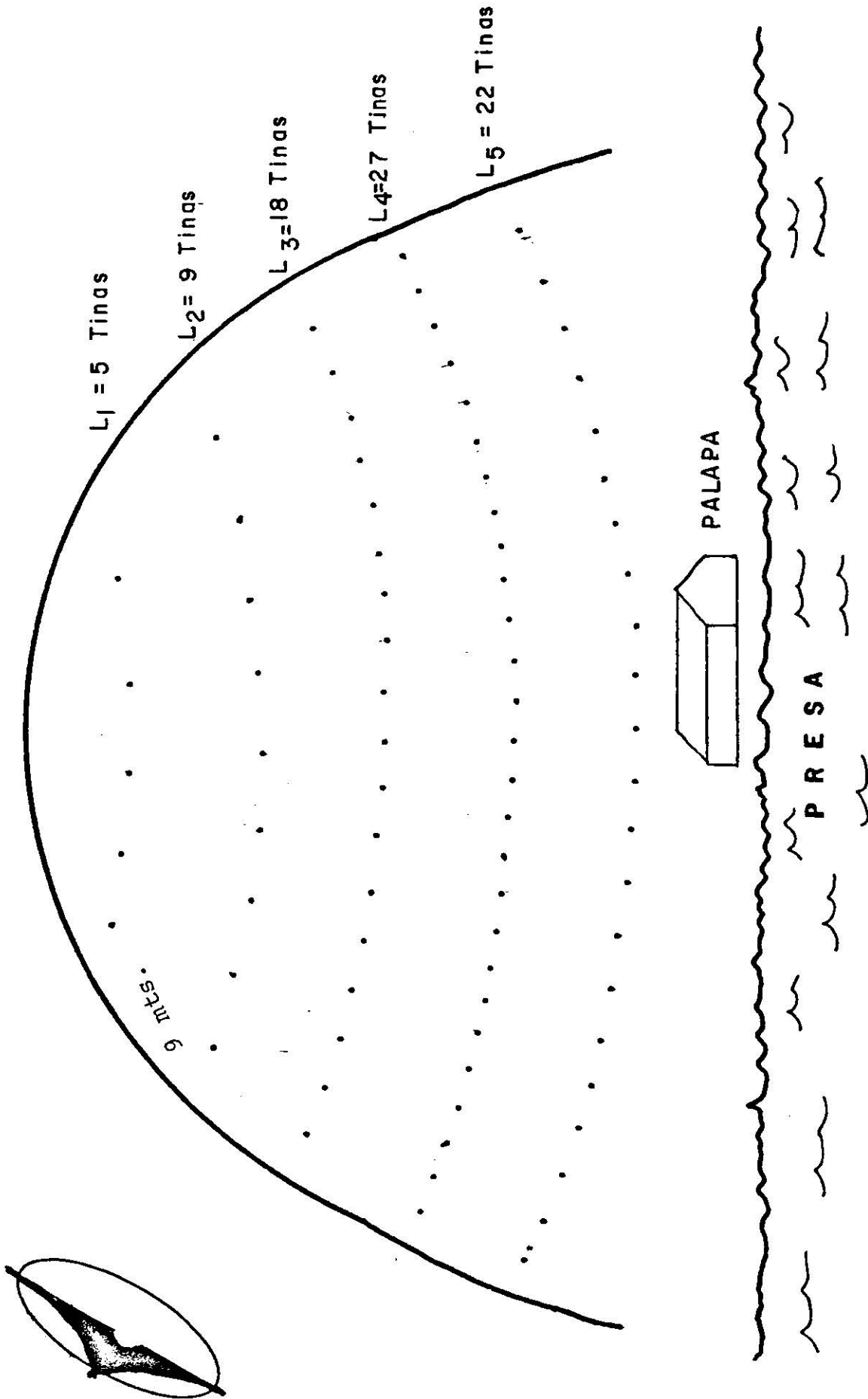


Figura 7. Distribución de las tinajas ciegas mediante líneas al conteo con una distancia de 9 metros entre ellas.

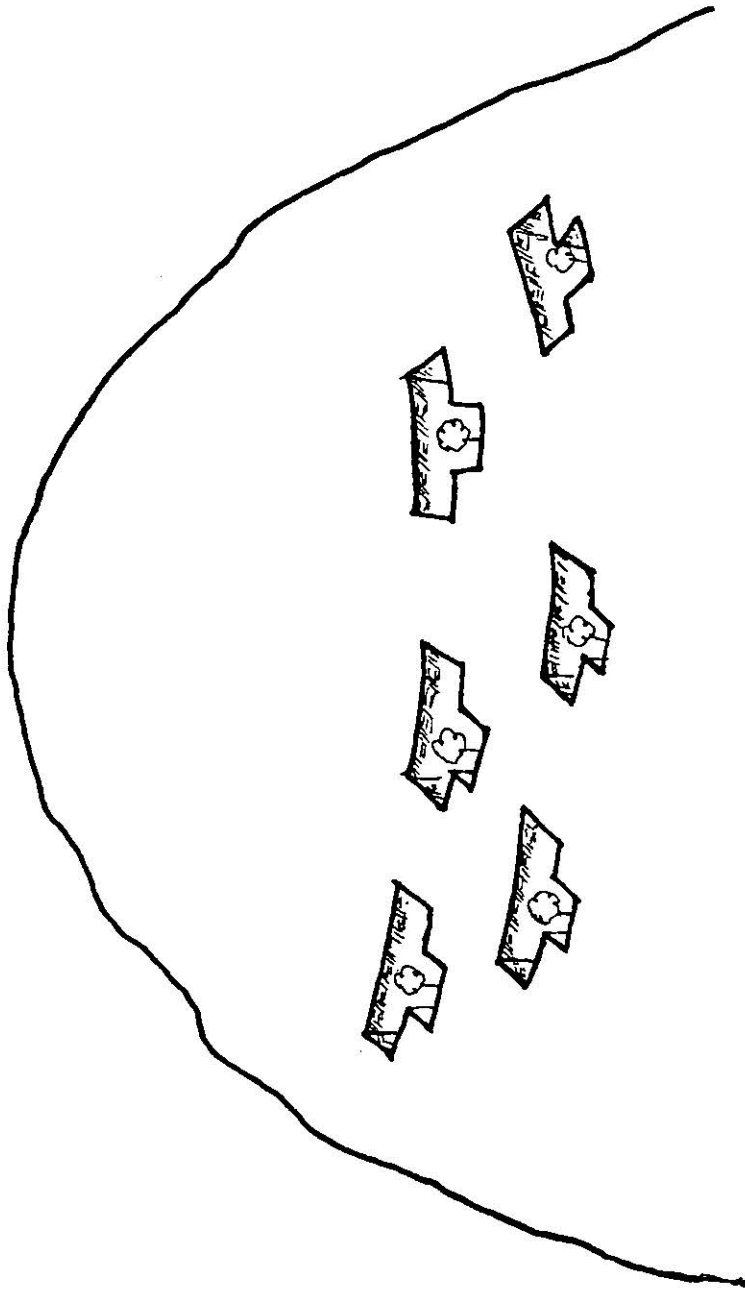


Figura 7-A. Arreglo topológico de tinas "Tresbolillo"

Las tinajas ciegas son zanjas rectangulares que van a curvas a nivel ó curvas al contorno, con un espaciamento entre líneas que es determinado por el escurrimiento medio de la zona. En nuestro trabajo se les adaptó una cepa de 50x50 cm para establecer los árboles. (ver Figura 7).

El objetivo principal es el de aumentar la recarga de los mantos acuíferos, así como mantener la humedad en el suelo, para fomentar el desarrollo de la vegetación nativa y además en este trabajo reforestar con árboles silvestres.

Para estimación del escurrimiento medio se utilizó la metodología del servicio de conservación del suelo, de los EE.UU. ya que se consideran los factores que inciden directamente en el escurrimiento superficial, tales como el uso del suelo, tipo de suelo, cobertura vegetal, lluvia máxima en 24 horas.

#### Características de la zona de estudio

Zona	Uso del suelo	Area	Cobertura vegetal(%)	Grupo de suelo
Marín, N.L.	Matorral y Pastizal	.6 ha	50%	C

Determinadas las características se obtienen las curvas numéricas (CN) las cuales son indicadoras de la proporción de escurrimiento (Ver Cuadro 3 ).

Zona	Area (ha)	CN
Marín, N.L.	.6	70

Distancia entre líneas = 9 m.

Distancia entre tinas de centro a centro = 4.5 m.

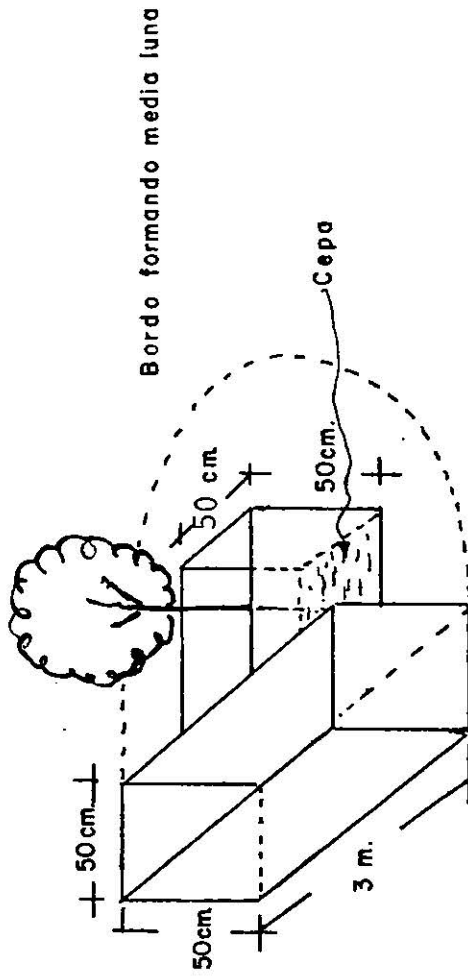


Figura 8. Divisiones de la tina ciega con la cepa.



Con este valor adimensional, se obtiene el valor de retención máxima potencial (S) mediante la relación empírica siguiente;

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254$$

Donde:

S = Retención máxima potencial

CN = Curva numérica (Cuadro 2)

254 y 25,400 = Constantes

$$S = \frac{25,400}{70} - 254$$

$$S = 108.86 \text{ mm}$$

Con los valores de la retención máxima y de la lluvia máxima en 24 horas que es de 106.5. Se obtuvo:

$$Q = \frac{(P - 0.2 (S))^2}{P + 0.8 (S)}$$

Donde:

Q = Escurrimiento medio en mm

P = Lluvia máxima en 24 horas

S = Retención máxima potencial

$$Q = \frac{(106.5 - 0.2(108.86))^2}{106.5 + 0.8(108.86)}$$

$$Q = 37.08 \text{ mm}$$

Como se empleo lluvia máxima en 24 horas para la estimación de este escurrimiento medio y esperado por lo menos trabajan a su capacidad la mitad de las veces, se seleccionó para su diseño la captación de 50% de escurrimiento es decir;

## Esgurrimiento a captar

$$\frac{Q}{2} = \frac{37.08 \text{ mm}}{2}$$

$$= 18.54 \text{ mm}$$

Las dimensiones de tinajas ciegas que han sido más efectivas considerando la presencia de matorrales y otros obstáculos, son los siguientes:

Largo: 3 m

Ancho: 0.50 m

Profundidad: 0.50 m

Espaciamiento entre tinajas 1.5 m

Con estas dimensiones, la capacidad por tinaja es de  $0.75 \text{ m}^3$  pudiéndose calcular el área tributaria de esgurrimiento para que trabajen al máximo,

$$\text{Area} = \frac{\text{Volúmen}}{\text{Lámina de esgurrimiento}}$$

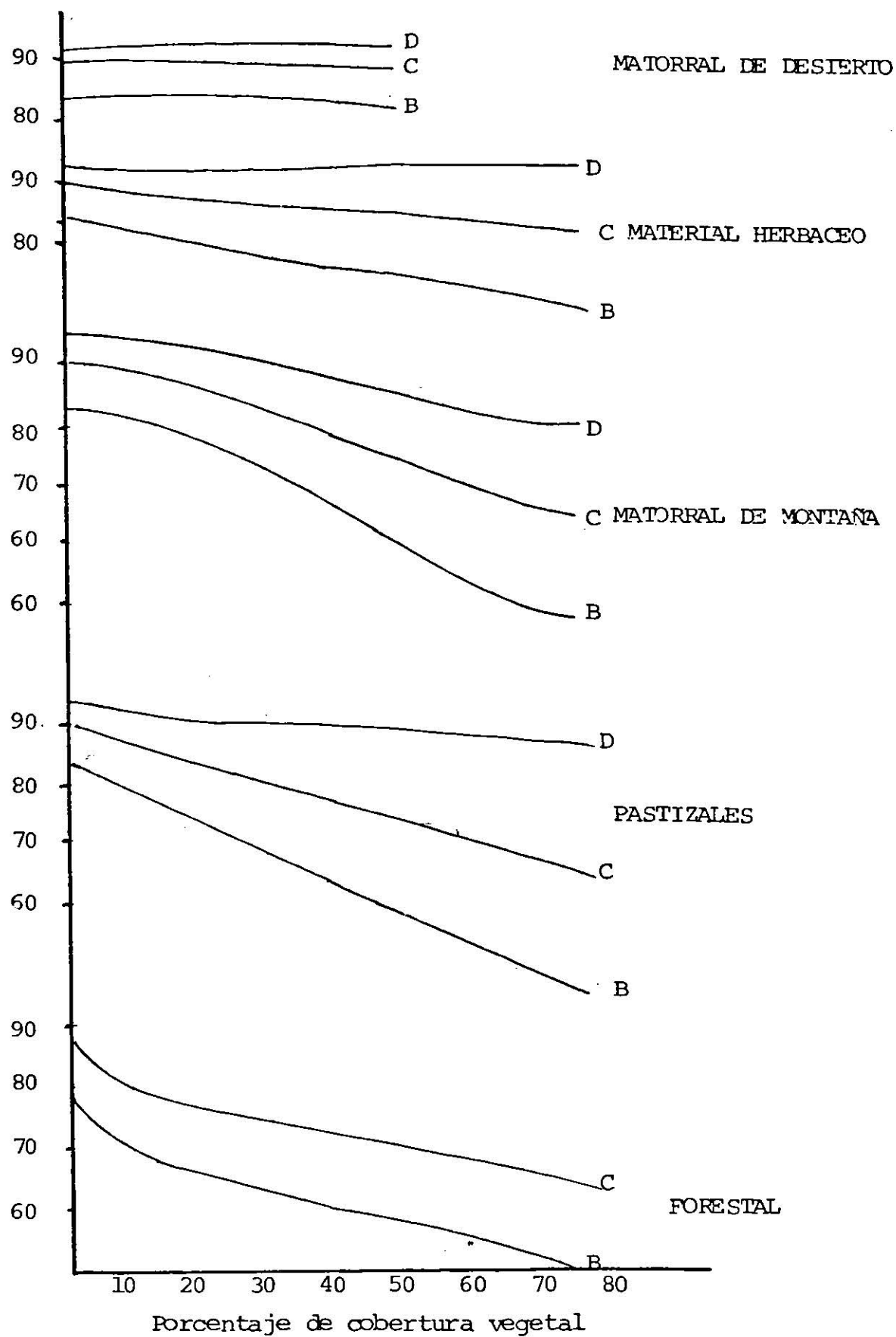
$$\begin{aligned} \text{Area} &= \frac{.75 \text{ m}^3}{0.01854 \text{ m}} && \frac{.625}{0.01854} \\ \text{Tributaria} & && \\ &= 40.45 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Siendo el ancho de la faja que cubre cada tinaja de 3. m, el espaciamiento entre dos tinajas que se encuentran en la misma dirección son:

$$\begin{aligned} dt &= \frac{\text{área tributaria}}{3 \text{ m}} \\ &= \frac{40.45}{3} \end{aligned}$$

$$dt = 13.48$$

Por su colocación en el terreno la distancia entre líneas



Cuadro 3. Determinación de las curvas numéricas (CN) para las zonas áridas y semiáridas, de acuerdo con el porcentaje de cobertura vegetal para diferentes tipos de vegetación.

de tinas sera igual  $dt/3$

$$d1 = \frac{dt}{3} = \frac{13,48}{3} = 4.47$$

Para fines prácticos y en función del ancho de las copas de los árboles que llegan a ser hasta 12 m de diámetro se decidió darles una distancia entre líneas de 9 m además de que se abaten los costos al realizar menos tinas.

Cuadro 4. Grupos hidrológicos de suelo usados por el SCS (Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU.)

Grupo de suelo	Descripción de las características del suelo
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla; también, suelo permeable con grava en el perfil.
B	Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo; suelos migajones, arenosos ligeros y migajones limosos.
C	Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplos: suelos migajones, arcillosos.
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento por ejemplo: suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cimentados.

## 6. RESULTADOS

1. En los cálculos que se realizaron para el diseño del presente trabajo resultaron tener una distancia entre líneas de tinajas de 4.47; sin embargo, debido a las irregularidades de la distribución de la pp las cuales son en períodos cortos y de mucha cantidad e intensidad y tomando en cuenta los diámetros de copa de los árboles que se establecieron para reforestar, las cuales llegan a medir hasta 12 metros, el área de estudio y también para fines prácticos se decidió darle a las tinajas una anchura de tres metros de largo por 50 cm de profundidad y 50 cm de ancho para que captáramos un escurrimiento de  $.75 \text{ m}^3$  y una distancia entre líneas de 9 metros.
2. La cantidad de azolve que se captó en las tinajas y evitó llegar a la presa fué de 11,403,75 kg
3. Los ebanos sembrados en un 95% se adaptaron muy bien a las condiciones que se les asignó, en cambio los algarrobos en su mayoría no se adaptaron.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Debido a las características silvestres del ébano resultó como se esperaba ó sea que el 95 % de los árboles fenológicamente se encuentran en buen desarrollo.
2. El algarrobo debido a las condiciones que se le dieron al momento de establecerlos refiriendonos con esto a los cambios de sequía, alterando con exceso de humedad no se pudieron adaptar como se esperaba aunque también cabe mencionar que la mezcla de suelo utilizada en la cepa no fué esterilizada la cual pudo crear condiciones propicias para la proliferación de alguna enfermedad,
3. La tierra que se removió para la construcción de la tina y cepa se realizó una media luna agua hacia abajo con el objetivo de que en un mediano plazo le sirva como aporque a la planta y en un futuro cuando la tina cumpla su función de azolverse seria como una terraza individual.
4. Vida de las tinas.- Debido a los tipos de suelo dentro del área de estudio como por ejemplo suelos con una capa de piedra superficial hasta de unos 30 cm con una pendiente hasta un 30%, y suelos que se encontraban en etapa de transición de horizontes B/C respectivamente el azolve de las tinas fue que para el primer tipo de suelo un máximo de un 15% del volumen total de tierra extraída, para el segundo tipo de suelo los azolvamientos fueron hasta de un 95% en ambos tipos de suelo donde las pendientes son similares la diferencia estriba en que para el tipo de suelo 1 la capa superficial de pie



dra actuo de la misma manera como si hubiera vegetación establecida y para el tipo 2 debido a que es material no in-temperizado se observó este resultado.

#### RECOMENDACIONES

1. Debido a lo sencillo de realizar esta práctica y a los múltiples beneficios que traen consigo así como evitar el avance de la desertificación es necesario extrapolar esta información a nivel extensivo así como su práctica porque además de reforestar, alimentar mantos acuíferos, controlar la erosión y formar suelo, serviría como mano de obra para ejidatarios y campesinos a la vez que éstos pudieran obtener algun beneficio forestal, estableciendo cierto tipo de especie silvestre adaptable a la región.

ANEXO

ANEXO 1. Datos tomados del muestreo #1 realizados el día 28 de marzo de 1986. Suelo 1: Pedregoso  
Suelo 2: Erosionado con horizontes B/C

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura cm.	Ø Tallo cm	Perdida kg.	Tipo de suelo
L <sub>1</sub> T <sub>1</sub>	4%	2%	E	B	60 cm	3.8 cm	30.0	1
L <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	5	2	E	B	70.5	3.11	37.5	1
L <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	3	2	A	B	49	5	22.5	1
L <sub>1</sub> T <sub>4</sub>	4	2	E	B	59	2.7	30	1
L <sub>1</sub> T <sub>5</sub>	4	3	NE	X	NE	NE	30	1
L <sub>2</sub> T <sub>4</sub>	4	3	E	B	33	2	30	1
L <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	4	3	E	B	75	3	30	1
L <sub>2</sub> T <sub>3</sub>	1	3	NE	0	0	0	7.5	1
L <sub>2</sub> T <sub>4</sub>	3	3	E	B	70	2.5	22.5	1
L <sub>2</sub> T <sub>5</sub>	3	3	E	B	40	2.5	22.5	1
L <sub>2</sub> T <sub>6</sub>	1,5	3	A	B	37.5	3.8	11.25	1
L <sub>2</sub> T <sub>7</sub>	2	3	E	B	35	1.9	15	1
L <sub>2</sub> T <sub>8</sub>	5	3	E	B	50	2	37.5	1
L <sub>2</sub> T <sub>9</sub>	2	3	A	+	+	+	15	1
L <sub>3</sub> T <sub>11</sub>	4	4	E	B	60	2.0	30	1
L <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	4	5	E	B	35	1.8	30	1
L <sub>3</sub> T <sub>3</sub>	2,5	5	A	B	55	1.6	18.75	1
L <sub>3</sub> T <sub>4</sub>	3	8	E	B	57	2.2	22.5	1
L <sub>3</sub> T <sub>5</sub>	2,5	10	E	B	53	2	18.75	1
L <sub>3</sub> T <sub>6</sub>	2,5	12	A	B	66	2,3	18.75	1
L <sub>3</sub> T <sub>7</sub>	3	12	E	B	43	1.8	22.5	1
L <sub>3</sub> T <sub>8</sub>	3	10	E	B	75	2.6	22.5	1
L <sub>3</sub> T <sub>9</sub>	3	8	A	B	78	2	22.5	1
L <sub>3</sub> T <sub>10</sub>	4	8	E	B	70	2.2	30.0	1
L <sub>3</sub> T <sub>11</sub>	5	6	E	B	50	1.8	37.5	1
L <sub>3</sub> T <sub>12</sub>	4	4	A	B	62	2	30.0	1
L <sub>3</sub> T <sub>13</sub>	3.5	4	E	B	75	2.1	26.25	1
L <sub>3</sub> T <sub>14</sub>	3	4	E	B	46	1.7	22.5	1
L <sub>3</sub> T <sub>15</sub>	3	2	A	B	70	2.4	22.5	1

## ANEXO 1: Continuación

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura cm	∅ Tallo cm	Perdida kg	Tipo de suelo
L4T1	8	12	0	0	0	0	60,0	1
L4T2	4	8	E	B	70	4	30,0	1
L4T3	4	12	A	B	60	3	30,0	1
L4T4	4	2	E	B	53	1,8	30,0	1
L4T5	5	15	E	B	70	1,9	37,5	2
L4T6	20	25	A	B	90	2.2	150,0	2
L4T7	30	35	E	B	67	2,8	225,0	2
L4T8	15	40	E	B	62	2,2	112,0	2
L4T9	6	40	NE	0	0		45,0	2
L4T10	7	40	E	B	55	2.5	52,7	2
L4T11	20	40	E	B	65	2,2	150,0	2
L4T12	15	40	A	B	95	3	112,5	2
L4T13	16	38	E	B	45	1.8	120,0	2
L4T14	7	35	E	B	52	2	52,5	2
L4T15	10	25	A	B	65	3	75,0	2,1
L4T16	10	15	0	0	0	0	75,0	1
L4T17	3	10	NE	0	0	0	22,5	1
L4T18	5	8	E	B	67,5	2.5	37,5	1
L4T19	5	4	E	B	45	1.8	37,5	1
L4T20	3	2	E	B	68	20,8	22,5	1
L4T21	5	2	A	B	0	0	37,5	1
L5T1	3	4	E	0	0	0	22,5	1
L5T2	5	6	E	B	85	2,4	37,5	1
L5T3	5	8	A	0	0	0	37,5	1
L5T4	4	12	NE	0	0	0	30,0	2
L5T5	8	25	E	B	35	1.8	60,0	2
L5T6	2	40	0	0	0	0	15,0	2,1
L5T7	8	50	E	B	66	2.2	60,0	2
L5T8	20	60	E	B	88	2.5	150,0	2
L5T9	40	60	NE	0	0	0	300,0	2
L5T10	35	50	E	B	56	2	262,5	2
L5T11	25	50	E	B	45	1.9	187,5	2

## ANEXO 1: Continuación

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura cm	∅ Tallo cm	Perdida kg	Tipo de suelo
L5T12	25	55	A	B	35	1.7	187.5	2
L5T13	32	60	E	B	67	2.3	240.0	2
L5T14	15	60	A	B	30	1.6	112.5	2
L5T15	10	50	E	B	50	2	75.00	2,1
L5T16	10	55	E	B	25	1.3	75.00	2,1
L5T17	8	60	E	B	25	1.8	60.0	2,1
L5T18	20	60	E	B	50	1.8	150.0	2
L5T19	20	50	E	B	40	2.8	150.0	1
L5T20	15	45	E	B	39	2.2	112.5	1

## Nomenclatura:

LT = Número de línea y número de tina

E = Ebano

A = Algarrobo

NE = Arbol no establecido

B = Fenología buena

X = Fenología nula

+ = Arbol muerto

ANEXO 2. Datos tomados del muestreo #2 realizado el día 6/XI/86

Tinas	%Azolve	%Pend	spp	Fenología	Altura	ØTallo	Pérdida	Tipo de suelo	Observaciones
L1T1	5	2	E	B	72 cm	4 cm	37.5	1	Rodeado de zatactae Buffel
L1T2	5	2	E	B	73	3.8	37.5	1	"
L1T3	3	2	A	X	0	0	22.5	1	"
L1T4	5	2	E	B	59	3.3	37.5	1	"
L1T5	4	3	NE	X	NE	NE	30.3	1	"
L2T1	2	3	E	B	50	2.8	15.0	1	"
L2T2	2	3	E	B	77	4	15.0	1	"
L2T3	2	3	NE	X	NE	NE	15.0	1	"
L2T4	3	3	E	B	72	3.6	22.5	1	"
L2T5	2	3	E	B	53	4	15.0	1	"
L2T6	2	3	A	X	0	0	15.0	1	"
L2T7	2	3	E	B	44	2.6	15.0	1	"
L2T8	3	3	E	B	51	3.1	22.5	1	"
L2T9	3	3	A	X	NE	NE	22.5	1	"
L3T1	1.5	41	E	B	76	4.8	11.25	1	"
L3T2	4	5	E	B	49	3.2	30.0	1	"
L3T3	4	5	A	B	54	2.2	30.0	1	"
L3T4	5	8	E	B	48	3.6	37.5	1	Chaparro Prieto
L3T5	7	10	E	B	60	4.4	52.5	1	N.R.
L3T6	6	12	A	B	67	3.5	45.0	1	Chaparro Prieto
L3T7	6	12	E	B	56	3.4	45.0	1	N.R.
L3T8	6	10	E	B	80	4.1	45.0	1	N.R.
L3T9	6	8	A	0	0	0	45.0	1	N.R.

ANEXO 2. Continuación

Tinas	%Azolve	%Pend	spp	Fenología	Altura	ØTallo	Pérdida	Tipo de suelo	OBSERVACIONES
L3T10	15	8	E	B	74	4	112.5	1	BYO
L3T11	10	6	E	0	0	0	75.0	1	N.R.
L3T12	10	4	A	R	50	4	75.0	1	BYO
L3T13	8	4	E	B	75	3.9	60.0	1	BYO
L3T14	10	4	E	B	50	3.1	75.0	1	BYO
L3T15	8	2	A	0	0	0	60.0	1	Varías
L4T1	8	12	0	0	0	0	60.0	1	
L4T2	5	8	E	0	0	0	37.5	1	N.R.
L4T3	12	12	A	0	0	0	90.0	1	R.B.E.
L4T4	15	20	E	B	54	3.7	112.5	1	N.R.
L4T5	12	15	E	B	68	3.9	90.0	1	N.R.
L4T6	40	25	A	0	0	0	300.0	2	BYO
L4T7	70	35	E	B	60	4	525.0	2	Varías
L4T8	35	40	E	B	65	4.2	262.5	2	BYO
L4T9	35	40	E	0	0	0	262.5	2	N.R.
L4T10	40	40	E	R	50	4.6	300.0	2	N.R.
L4T11	75	40	E	B	65	3.7	562.5	2	N.R.
L4T12	50	40	A	0	0	0	375.0	2	N.R.
L4T13	50	38	E	B	57	3.4	375.0	2	N.R.



Tinas	%Azolve	%Pend	spp	Fenologia	Altura	ØTallo	Pérdida	Tipo de suelo	Observaciones
L4T14	50	35	E	R	53	3.4	375.0	2	BYO
L4T15	30	25	A	0	0	0	225.0	2	N.R.
L4T16	25	15	E	0	0	0	187.5	2 Y 1	N.R.
L4T17	5	10	NE	0	0	0	37.5	1 Y 2	N.R.
L4T18	8	8	A	0	0	0	60.0	1	BYO
L4T19	10	4	E	R	66	3.6	75.0	1	B
L4T20	8	2	E	R	70	4	60.0	1	BYO
L4T21	10	2	A	0	0	0	75.0	1	BYO
L5T1	6	4	E	0	0	0	45.0	1	BYO
L5T2	10	6	E	B	81	4	75.0	1	BYO
L5T3	10	8	A	0	0	0	75.0	1	BYO
L5T4	8	12	NE	0	0	0	60.0	1	BYO
L5T5	30	25	E	B	53	3.4	225.0	2	BYO
L5T6	4	40	A	0	0	0	30.0	2	N.R.
L5T7	20	50	E	B	72	3.5	150.0	2 Y 1	N.R.
L5T8	35	60	E	B	91	4.5	262.5	2	BYO
L5T9	95	60	NE	0	0	0	712.5	2	N.R.
L5T10	Destruído x Camino								
L5T11	90	50	E	B	34	3.5	675.0	2	N.R.
L5T12	70	55	A	0	0	0	525.0	2	N.R.
L5T13	60	60	E	B	40	3.4	450.0	2	BYO
L5T14	85	60	E	B	68	3.6	637.5	2	BYO
L5T15	40	50	A	0	0	0	300.0	2 Y 1	BYO
L5T16	40	55	E	B	56	3.5	300.0	2 Y 1	N.R.
L5T17	30	60	E	B	28	2.1	225.0	2 Y 1	N.R.
L5T18	50	60	E	R	63	3.4	375	2	N.R.
L5T19	50	50	E	B	48	3.6	375	1	R.O.
L5T20	45	45	E	R	45	2.8	337.5	1	N.R.

Nomenclatura:

LT = Número de línea y número de tina

E = Ebarro

A = Algarrobo

NE = Arbol no establecido

B = Fenología buena

X = Fenología nula

+ = Arbol muerto

NR = No rodeado

B y O = Buffel y otras especies

## 9. BIBLIOGRAFIA

Aguillón Ramírez Jesús Salvador 1980. Monografía del algarrobo Seminario.

Arias Rojo Hector Manuel 1980. El factor R de la ecuación universal de pérdida de suelo en la cuenca del Río Texcoco. Tesis maestría C.P. Chapingo, México.

Espino Peña Raúl 1975. Especies frutícolas silvestres. Tesis. FAUANL.

FOA, 1978. Riquien à methodology foor assessing soil degradation.

Manual de conservación del suelo y el agua. 1977. C.P. Chapingo, México.

Martínez Menez Mario R. Dr. Estimación en escurrimientos en cuencas pequeñas C.P. Chapingo, México.

Poy Contreras Mario Alberto 1979. Estimación de la erodabilidad de los tepetates en la cuenca del Río Texcoco en base al factor "K". Tesis maestría Colegio de Postgraduados Chapingo, México.

SAG. D.G.C.S.A. 1975. Conservación de suelos y agua.

SARH, 1978. Abonos verdes. Dirección General de Conservación del Suelo y el agua. México, D.F.

Secretaría de Programación y Presupuesto 1977. Descripción de la leyenda de la carta edafologica

Silva M. Carlos Ing. Unidad del suelo. Compañía Editores Continental, S.A.



