

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DEL METODO ADAPTADO DE
TINAS CIEGAS EN LA REFORESTACION DE
AREAS DEGRADADAS EN EL MUNICIPIO DE
MARIN, N. L."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA:

JUAN ANDRES ACOSTA MORALES

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1996

T

SD409

A2

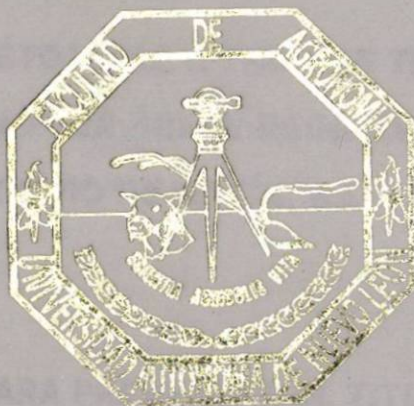
c.1



1080072036

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



"EVALUACION DEL METODO ADAPTADO DE
TTNAS CIEGAS EN LA REFORESTACION DE
AREAS DEGRADADAS EN EL MUNICIPIO DE
MARIN, N. L."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA:

JUAN ANDRES ACOSTA MORALES

MARIN, N. L.

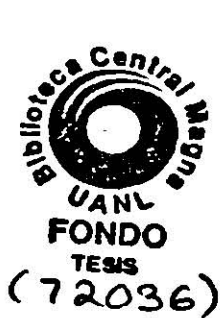
DICIEMBRE DE 1996

5329

12618

X
SD 409
A2

040.634
FA1
1996
C.5.



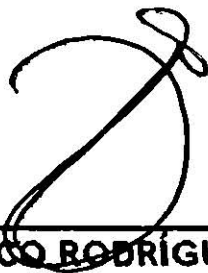
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**"EVALUACIÓN DEL MÉTODO ADAPTADO DE TINAS CIEGAS EN
LA REFORESTACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS EN EL
MUNICIPIO DE MARÍN, N.L."**

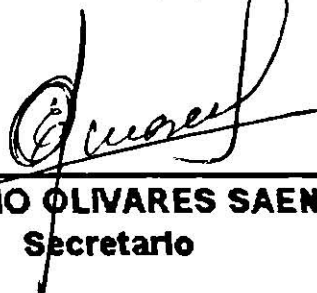
**TESIS QUE PARA PRESENTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA**

**PRESENTA
JUAN ANDRÉS ACOSTA MORALES**


COMISIÓN REVISADORA



**ING. FRANCISCO RODRÍGUEZ ESQUIVEL
Presidente**



**DR. EMILIO OLIVARES SAENZ
Secretario**



**DR. RIGOBERTO VAZQUEZ ALVARADO
Vocal**

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L

MARIN, N.L.

DICIEMBRE DE 1996.

DEDICATORIAS

A mi Esposa:

ISELA, por su amor y apoyo brindado y darme ánimo para culminar mi trabajo de tesis.

A mis Hijos:

JUANITO (+)

DENICE

TITO

Quien por amor a ellos quienes que con su sonrisa y amor me alentaron para seguir adelante.

A mis Padres:

ENRIQUETA MORALES SALAS

ANDRÉS ACOSTA TENORIO

Por todo el apoyo, dedicación, esfuerzo y sacrificios que me brindaron durante toda mi carrera de estudiante.

A mis Hermanos:

LETICIA, SONIA, GABY, JUANY, CHACHO, RORA, ANALU, MAURI Y PAMA, A todos ellos gracias por apoyarme siempre.

AGRADECIMIENTOS

AL ING. FRANCISCO RODRÍGUEZ ESQUIVEL, por guiarme y brindarme todos sus conocimientos para la culminación del presente trabajo de tesis.

AL DR. EMILIO OLIVARES SAENZ, por su colaboración en la revisión y asesoría del presente trabajo de tesis.

AL DR. RIGOBERTO VAZQUEZ ALVARADO, por su ayuda y atinados consejos para terminar mi tesis profesional.

A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA U.A.N.L.

Por ser parte de mi vida.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	3
III. DESCRIPCIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO	9
3.1. Localización del Sitio Experimental	9
3.2. Suelos	9
3.3. Vegetación	13
3.4. Tipos de Clima	14
3.5. Fislografía	14
3.6. Topografía	14
IV. OBJETIVOS	16
V. MATERIALES Y METODOS	17
VI. RESULTADOS	28
VII. CONCLUSIONES	30
VIII. RECOMENDACIONES	32
IX. ANEXOS	33
X. BIBLIOGRAFÍA	45

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Lugar clandestino donde "preparan" la leña para la venta	2
2	Area de estudio donde se reforestó con plantas ...	5
3	Protección de la mezcla de suelo de la cepa con madera.....	6
4	Formación de la media luna aguas abajo de la tina – (microcuenca)	7
5	Ubicación de la zona de estudio	8
6	Suelos regosoles. Conglomerados en ladera sobre material parental (lutita)	10
7	Suelos regosoles. Perfil de conglomerado mayor de 50 cm. en parte alta del cerro	11
8	Mapa edafológico del municipio de Marín, N.L.	12
9	Mapa topográfico del municipio de Marín, N.L.	15

	Pág.
10 Centímetros de pérdida de suelo correspondientes a kilogramos de suelo azolvado	19
11 Sistema de plantación de las tinas ciegas tratando de seguir el método de "Tresbolillo"	21
12 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	23

INDICE DE CUADROS

		Pág.
CUADRO		
1	Factores que son considerados para el cálculo del escurrimiento superficial	22
2	Grupos hidrológicos de suelo usados por el SCR - (Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU)	27

1. INTRODUCCIÓN

Analizando las ventajas y desventajas del desarrollo del país, en relación a los recursos naturales agua, suelo y vegetación; con la tendencia a la desaparición de campesinos, del ejido, así como a la emigración de éstos a estados Industriales, incluso a los E.U.A. y por parte al libre mercado de canales de ovinos y bovinos, respecto a los recursos suelo y vegetación disminuirá la degradación de estos recursos en áreas rurales, aunque en zonas Industriales se están enterrando suelos de primera clase. Respecto al recurso agua debido a la mayor demanda para la Industria y población en ciertas ciudades es ya un grave problema debido a que traen el agua cada vez más lejos afectando además la ecología y desarrollo agropecuario de esos lugares.

Aunque cada empresa en zonas Industriales tiene la obligación de establecer según el área que ocupa cierta cantidad de áreas verdes, es necesario realizar programas de reforestación a nivel casero, en áreas de recreación, cerros y sierras, además de cuidar los montes, puesto que el uso de leña principalmente de ébano y mezquite es alarmante, ya que la explotación es comercial; basta ver los patios de los restaurantes de Monterrey y municipios aledaños o tiendas y casas rurales de casi todo el Estado de Nuevo León (Figura 1).

Por tal motivo a grandes problemas grandes remedios y como en todo es preferible prevenir que lamentar urge empezar a reforestar en todas direcciones puesto que los beneficios que tiene la vegetación en la cadena alimenticia es de todos sabido.



Figura # 1. Lugar clandestino donde "preparan" la leña para la venta.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

Para iniciar con el pie derecho una reforestación hay que utilizar materiales autóctonos o silvestres de la zona.

Los métodos de reforestación más comunes son:

- a) Terrazas individuales.- Este método se utiliza más que nada para establecer huertas frutícolas en área de pendientes abruptas, la cuál consiste en realizar una cepa y una media luna aguas abajo de la misma utilizada como área de captación o microcuenca, además de que las líneas a nivel siguen el método de "tresboilllo". Una condición para el éxito de estas huertas es que el suelo sea profundo, de zonas templadas y con precipitaciones medias anuales mayores de 750 mm, lo anterior debido a las necesidades de agua y nutrientes de las especies explotadas, al menos que cuente con riesgos presurizados.**

- b) Terrazas de banco de pendiente interna o contrapendiente.- Este método es costoso y esta supeditado a suelos profundos o áreas tepetatosas, debido a que se tiene que invertir la pendiente, este método es incosteable, aunque a grandes males grandes remedios. La ventaja es que capta casi el total del agua de lluvia, toda terraza debe contar con un canal para desalojar los excedentes de agua a cárcavas controladas o causes empastados.**

- c) Método tradicional.- En este método nada más se realiza un pozo y se establece el árbol y no se tiene un diseño especial ni una área de**

captación de agua de lluvia para alimentar a las plantas, como premisa se acepta que mínimo del 50 al 60% de éstos trasplantes no funcionarán.

d) Método adaptado de "tinajas ciegas".- Dentro de todas las prácticas tendientes a la conservación del suelo y cosecha de agua se encuentran las "zanjas trincheras" que es una zanja continua a nivel de 50 cm. de ancho y 50 cm. de profundidad, con la finalidad de interceptar los escurrimientos superficiales del agua de lluvia y evitar el crecimiento a lo largo de las cárcavas. Las "tinajas ciegas" no son más que zanjas trincheras intermitentes que lo que varía es lo largo de las tinajas que pueden ser de 2 a 3 m. de largo y la distancia entre ellas puede ser de 1 a 2 m., el nombre de "tinaja ciega" viene por la similitud de una tinaja de baño y lo de ciega porque no tiene salida según prácticas personales con especialistas en la materia, la profundidad no mayor de 50 cm. es para evitar quebraduras de patas de animales. En agosto de 1986 se realizó un trabajo en la F.A.U.A.N.L. con la finalidad de reforestar un cerro pequeño (0.6 ha.) (Figura 2), que estaba azolvando un vaso de almacenamiento de agua, al método de captación de escurrimientos superficiales de "tinajas ciegas" se le adaptó una cepa de 50 x 50 x 50 cm., se llenó con una mezcla de suelo, se protegió la mezcla de la cepa con madera ó lámina para evitar el derrumbe de esta mezcla a la tinaja y se sembraron plantas de ébano (Pltheccelloblum flexicaule y algarrobo (Ceratería sillqua L.) (Figura #3), con la tierra excavada se realizó una media luna y se compactó con la finalidad de utilizarse como microcuenca (Figura #4), cabe aclarar que con este método se tienen dos áreas de captación, una que es el área tributaria y la de la media luna, además una área de almacenamiento que



RIBLIOTECA Agronomía U. A. N. I

Figura #2. Área de estudio donde se reforestó con plantas.



Figura #3. Protección de la mezcla de suelo de la cepa con madera.

viene siendo las dimensiones de la tina que para este trabajo fue de 3 x 0.5 x 0.5 m, dando un volumen a captar de 0.75 m³ y una distancia entre tinas de 1.5 m., la distancia entre líneas de tinas en base a las curvas numéricas, a la retención máxima potencial y a los escurrimientos medios a captar fue de 4.5 m., sin embargo por cuestiones económicas (# de tinas) y al diámetro de las copas que alcanzan estas especies se decidió darles una distancia entre líneas de 9 m. tratando de ubicar las tinas siguiendo el método de "tresbolillo".



Figura #4. Formación de la media luna aguas abajo de la tina (microcuenca)

CROQUIS MUNICIPAL CON LA DIVISION EN AREAS GEOESTADISTICAS BASICAS

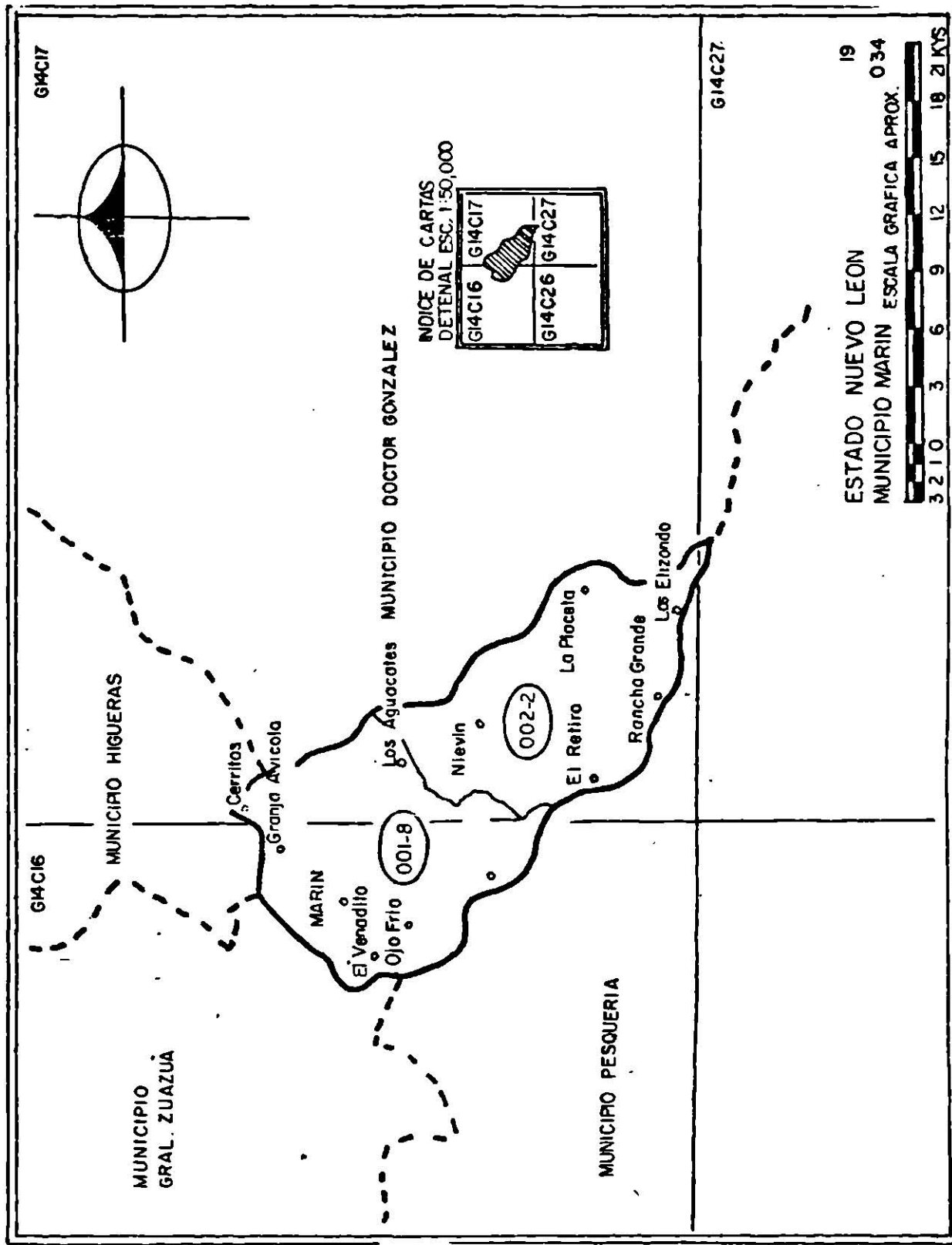


Figura 5. Lugar clandestino donde "preparan" la leña para la venta.

III. DESCRIPCIÓN 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, con coordenadas geográficas de 25°03' longitud oeste en el Meridiano de Greenwich con una altura de 367.5 m.s.n.m. (Figura # 5).

3.2. Suelos

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

Calcario (del latín Calcareum calcáreo) son suelos ricos en cal, son los regosoles más fértiles.

Regosol calcárico (Rc).- Suelos calcáreos pobres en nutrientes. Utilización variable, costosa mejoración del suelo, muy permeable.

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 pedregosidad, ya que frecuentemente son someros y pedregosos. En las regiones costeras se usan algunos regosoles arenosos para cultivar cocoteros y sandía entre otros, con buenos rendimientos (Figuras # 6, 7 y 8).



Figura #6. Suelos regosoles. Conglomerados en la ladera sobre material parental (lutita).

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.



Figura # 7. Suelos regosoles. Perfil de conglomerado mayor de 50 cm. en parte alta del cerro.

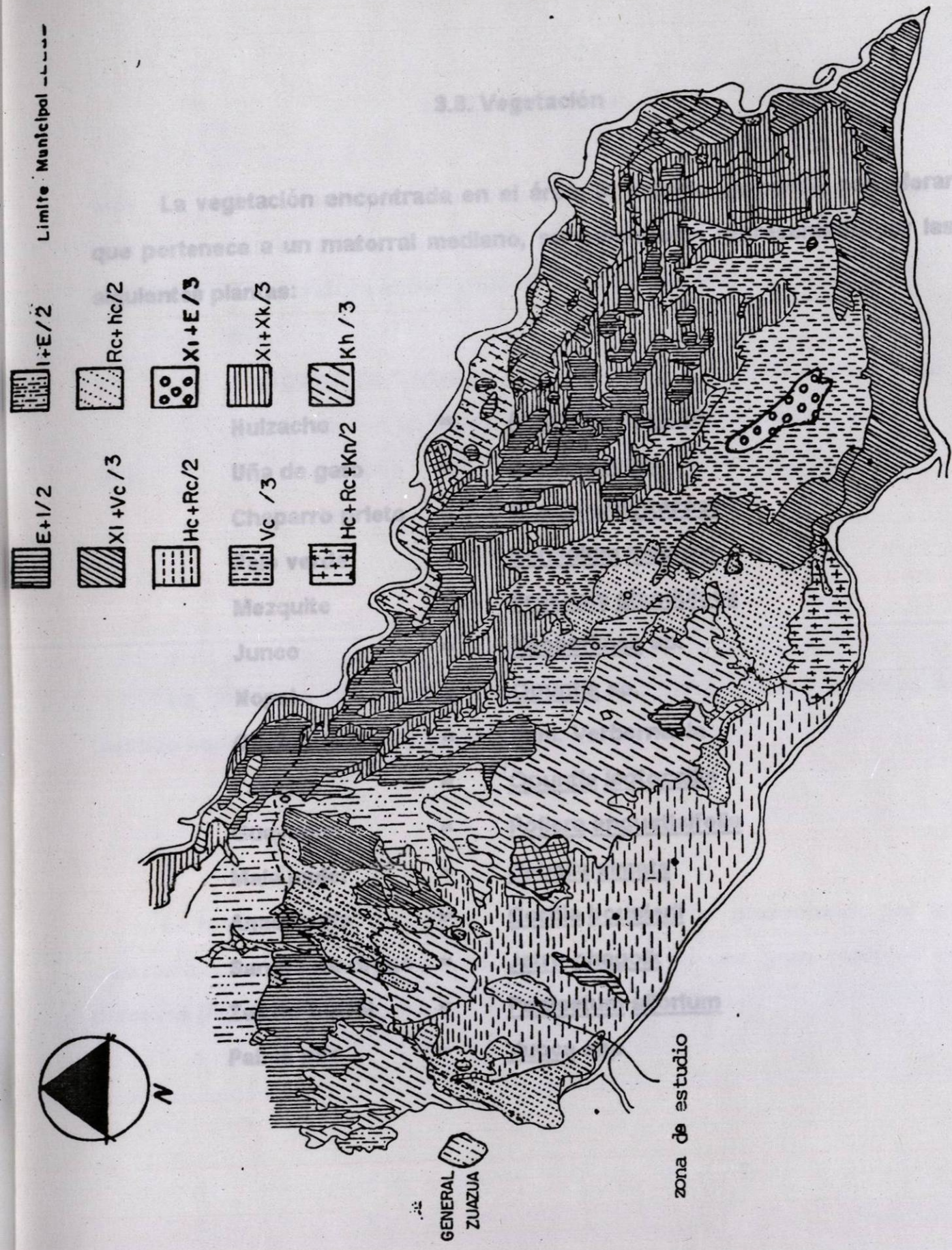


Figura 8. Mapa edafológico del municipio de Marín, N.L.

3.3. Vegetación

La vegetación encontrada en el área de estudio se puede considerar que pertenece a un matorral mediano, subperennifolio, representado por las siguientes plantas:

Hulzache	=	<u>Acacia farnesiana</u>
Uña de gato	=	<u>Acacia greggii</u>
Chaparro prieto	=	<u>Acacia amentaceae</u>
Palo verde	=	<u>Serpidium macrum</u>
Mezquite	=	<u>Prosopis glandulosa</u>
Junco	=	<u>Keoberlnea sp.</u>
Nopal	=	<u>Opuntia sp.</u>
Quebradora	=	Fam. Verbernacia
Tasajillo	=	<u>Opuntia leotocallis</u>
Guayacán	=	<u>Pollera angustisifolia</u>
Mala mujer	=	<u>Ceballa simata</u>
Anacahuita	=	<u>Cordia bousleri</u>
Sangre de drago	=	<u>Jetro phagolk</u>
Zacate buffel	=	<u>Penisetum sllorium</u>
Palma pita	=	<u>Yucca spp.</u>

3.4. Tipos de Clima

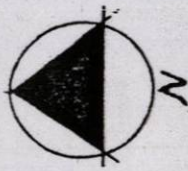
- BS₁** **Climas secos o áridos con régimen de lluvias de verano siendo el menos seco de los B.S.**
- (h')h** **Temperatura anual sobre 22°C y bajo los 18°C en el mes más frío.**
- x'** **El régimen de lluvias se presenta como intermedio entre verano e invierno con un porcentaje de lluvias invernal mayor del 18%.**
- (e')** **Muy extremoso y oscilación anual de temperaturas medias mensuales mayor de 14°C.**

3.5. Fislografía

La geoforma del área de estudio es un cerro cóncavo 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 (Figura # 9).



SIMBOLOGIA

Curva De Nivel Acorada En Mts. ~ 300

Límite Municipal - - - - -

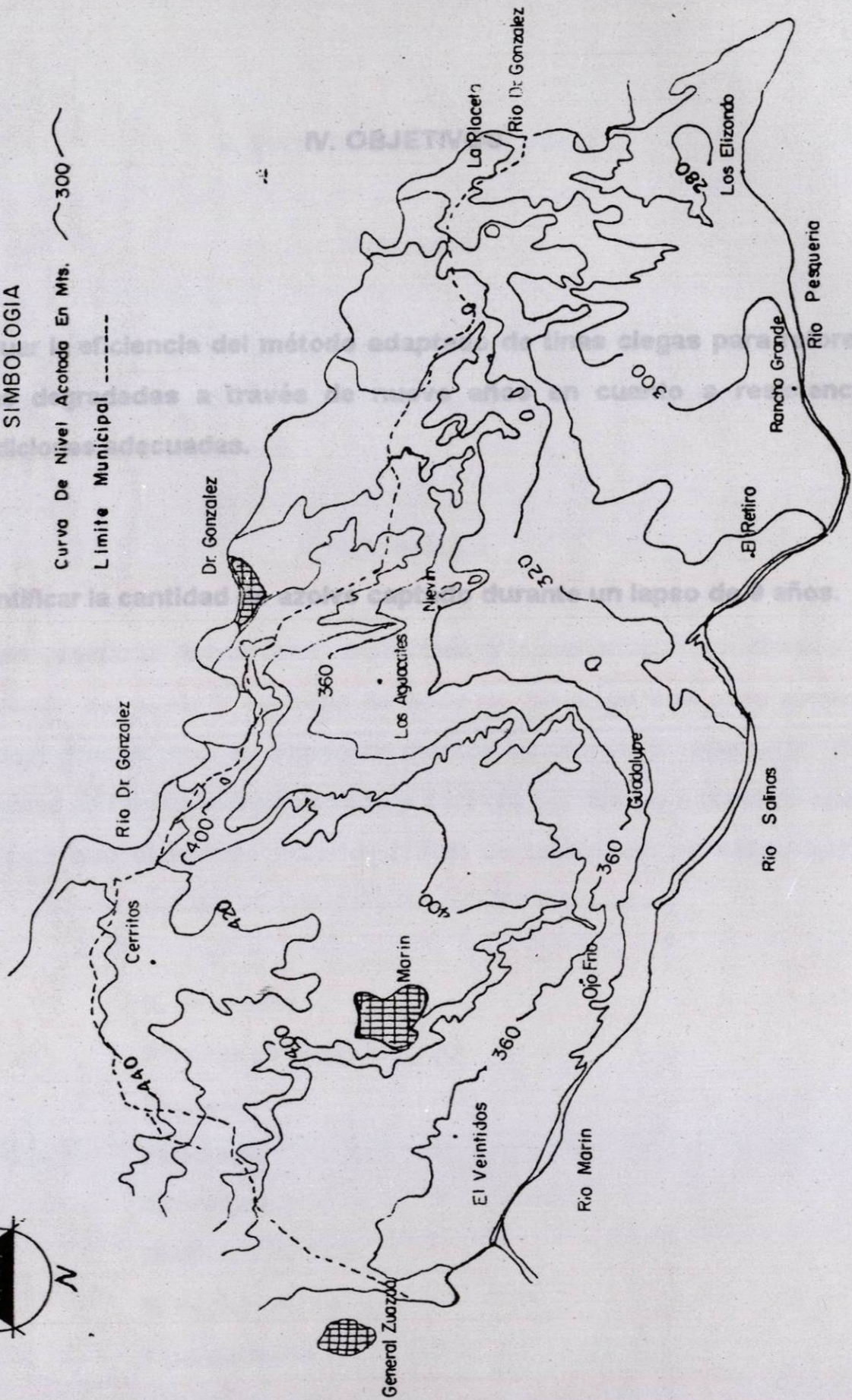


Figura 9. Mapa topográfico del municipio de Marín, N.L.

IV. OBJETIVOS

- 1) Evaluar la eficiencia del método adaptado de tinajas ciegas para reforestar áreas degradadas a través de nueve años en cuanto a resistencia a condiciones adecuadas.**
- 2) Cuantificar la cantidad de azolve captado durante un lapso de 9 años.**

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para la evaluación del presente estudio se utilizaron los siguientes materiales: estadal, clisímetro, cinta métrica, de costurera, pico, pala, talaches y especies vegetales.

Metodología

Las prácticas mecánicas, culturales y agronómicas tendientes a la conservación del suelo y cosecha de agua de lluvia, ya sea para almacenar en bordos, presas, etc. ó alimentar mantos acuíferos o reforestar, deben establecerse en forma correlacionada y a través del tiempo a nivel de cuenca, es por esto que el trabajo anterior (1986) se estableció en este lugar; las variables que se tomaron inicialmente fueron las siguientes:

% de azolve

Pérdida de suelo en (kg.)

Especie

Fenología

Altura (cm.)

Diámetro de tallo

% de pendiente

Tipo de suelo

Variable % de azolve.- Se evaluó mediante la regla de tres simple; 50 cm. de profundidad de la tina es 100%, "x" cm. que porcentaje de la tina estará azolvada, correspondiendo el % de azolve a la mitad en cm., por ejemplo si el azolve es del 8% sería cuatro centímetros de la tina azolvada.

Para la variable pérdida de suelo (kg.).- Vienen siendo los kilogramos de azolve captados; por motivos de la cantidad que representa este trabajo ya que para el tipo de suelo donde todo el perfil es piedra y el azolve captado era material fino (suelo alterado), por cuestiones prácticas se igualó volumen de agua a kilogramos de suelo, por ejemplo el volumen de la tina es de 0.5 m. de profundidad x 0.5 m. de ancho x 3.0 m. de largo, dando 0.75 m³ de agua a captar que serán 750 kg. de suelo captado y para el ejemplo anterior de 8% de azolve sería 60 kg. de suelo captado (Figura # 10),

Respecto a la variable especie.- El estado de Nuevo León cuenta con una buena variabilidad de especies silvestres o autóctonas de porte alto como por ejemplo anacua, coma, palo blanco, brasil, palo verde, retama, hulzache, mezquite, ébano, algarrobo, etc. Para la realización del presente trabajo se decidió establecer las especies ébanos y algarrobos, dándoles solamente un riego de auxilio al momento de la siembra y por lógica la siembra fue antes de la segunda época de lluvias que es agosto-septiembre; debido a que son las más seguras y de mayor cantidad.

En lo que respecta a la variable fenología.- Se establecieron tres características de las plantas: regular, buena y muertas.



Figura 10. Centímetros de pérdida de suelo correspondiente a kilogramos de suelo azolvado.

Variable tipo de suelo.- Debido a la topografía del cerro donde en la parte alta y central forma una pequeña meseta en las líneas 1 y 2 el porcentaje de pendiente no pasa del 3%. Sin embargo existe una relación muy alta del grado de pendiente con el tipo de suelo puesto que a pendientes menores viniendo de arriba hacia abajo, los perfiles de suelo de las tinas son 100% pedregosas (conglomerados) y a medida que se baja del cerro la pendiente se incrementa considerablemente a partir de la línea tres y principalmente en el centro cambiando el tipo de suelo donde el perfil es un B₃/C donde el material parental es lutita.

Metodología General

Para el establecimiento del trabajo se realizaron los siguientes pasos:

- 1) Se localizó y delimitó el área que estaba causando problemas de azolvamiento a la presa que esta ubicada dentro del Campo Experimental de la F.A.U.A.N.L.**
- 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 realizaron las tinas ciegas.**
- 4) Se les hizo las cepas y se plantaron los árboles a tresbolillo (Figura # 11).**

BIBLIOTECA Agronomía U. A. N. L

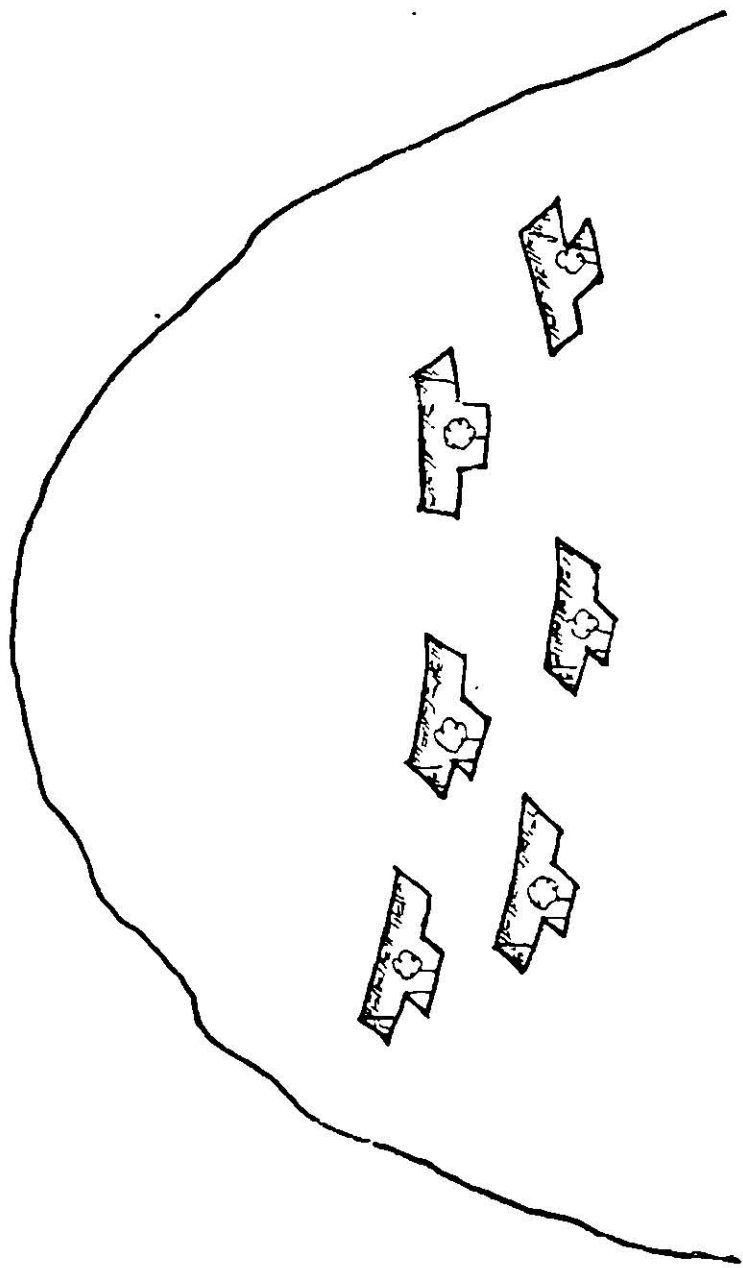


Figura 11. Sistema de plantación de tinas ciegas tratando de seguir el método de 'Tresbolillo'.

Descripción de la metodología

Cálculo del escurrimiento superficial.

Las **tinajas ciegas** son zanjas rectangulares que van a curvas a nivel o curvas al contorno, con un espaciado entre líneas que es determinado por el escurrimiento medio de la zona. En nuestro trabajo se les adaptó una cepa de 50 x 50 x 50 cm. para establecer los árboles.

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 y lluvia máxima en 24 horas (Cuadro # 1).

Cuadro #1. Factores que son considerados para el cálculo del escurrimiento superficial.

Zona	Uso de suelo	Área	Cobertura vegetal (%)	Grupo de suelo	CN
Marín, N.L.	Matorral y Pastizal	.6 ha.	50%	C	70

Determinadas las características se obtienen las curvas numéricas (CN) las cuales son indicadoras de la proporción de escurrimiento (Figura #12).

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

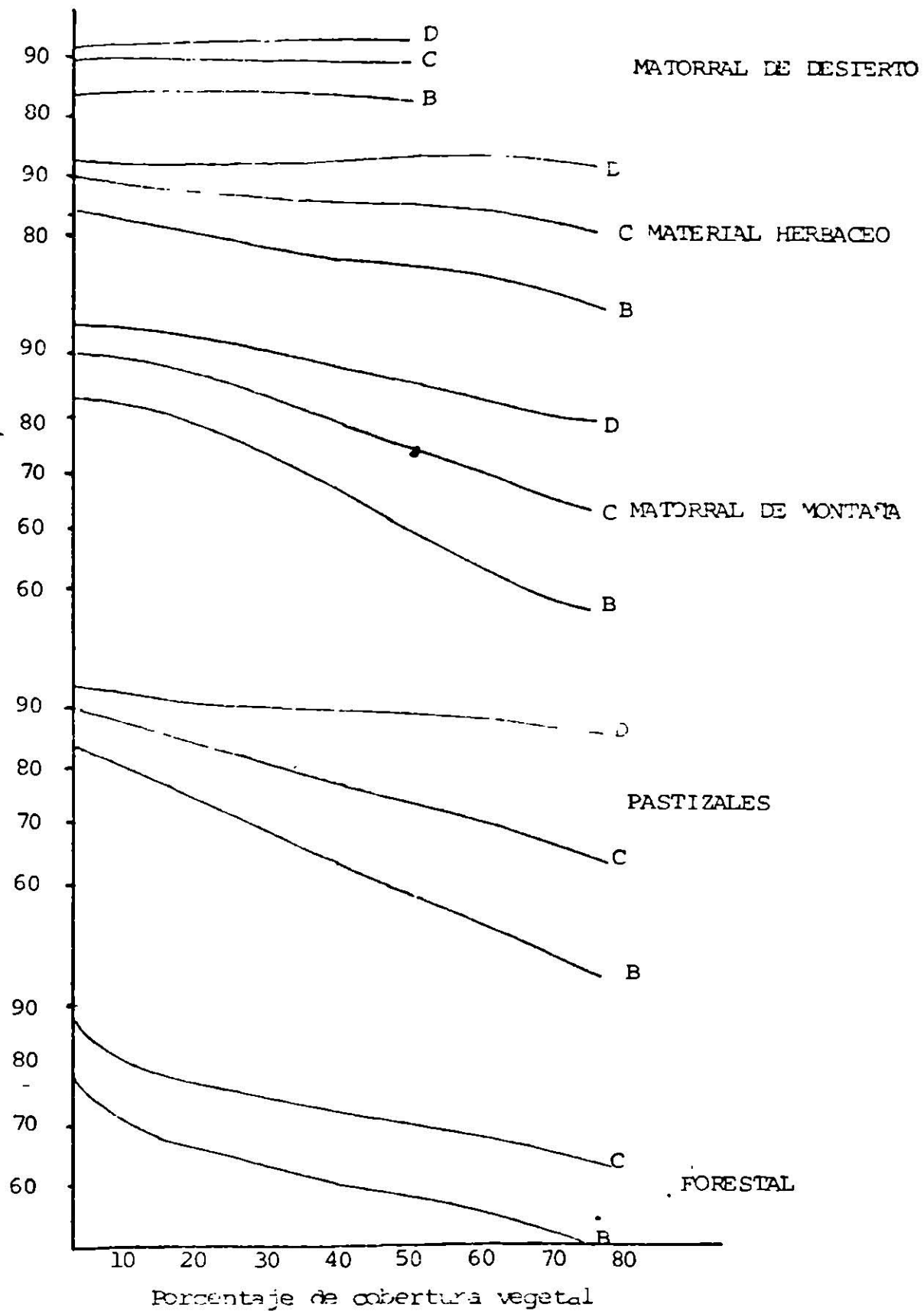


Figura 12. Determinación de las curvas numéricas (CN) para las zonas áridas y semiáridas de acuerdo con el porcentaje de cobertura vegetal para diferentes tipos de vegetación.

$$S = \frac{25.400 - 254}{CN}$$

Donde:

S = Retención máxima potencial (mm)

CN = Curva numérica

254 y 25,400 = Constantes

$$S = \frac{25.400 - 254}{70}$$

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

Con los valores de la retención máxima y de la lluvia máxima en 24 horas que es de 106.5 mm. se obtuvo: el escurrimiento medio mediante la fórmula siguiente:

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

Donde:

Q = Escurrimiento medio en mm.

P = Lluvia máxima en 24 horas (mm.)

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:

Escurrimiento a captar

$$\frac{Q}{2} = \frac{37.08 \text{ mm}}{2} = 18.54 \text{ mm}$$

Las dimensiones de tinas 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 tinas: 1.5 m.

Con estas dimensiones, la capacidad por tina es de 0.75 m³ pudiéndose calcular el área tributaria de escurrimiento para que trabajen al máximo.

$$\text{Área} = \frac{\text{volumen}}{\text{Lámina de escurrimiento}}$$

$$\text{Área tributaria} = \frac{.75 \text{ m}^3}{0.01854 \text{ m.}} = 40.45 \text{ m}^2$$

Siendo el ancho de la faja que cubre tina de 3.0 m. el espaciamiento entre dos tinas que se encuentran en la misma dirección son:

$$dt = \frac{\text{área tributaria}}{3 \text{ m}}$$

$$= \frac{40.45}{3}$$

$$dt = 13.48$$

Por su colocación en el terreno la distancia entre líneas de tinas será igual dt/3.

$$dt = \frac{dt}{3} = \frac{13.48}{3} = 4.47$$

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 darle una distancia entre líneas de 9 m., además de que se abaten los costos al realizar menos tinas.

**Cuadro #2. Grupos hidrológicos de suelo usados por el SCR
(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 migajosos, arenosos ligeros y migajosos limosos.
C	Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelos someros 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 migajosos, 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.

VI. RESULTADOS

Línea 1.- El promedio de azolve de las cinco tinas es de 10 cm. En un lapso de 9 años, lo anterior debido a que el perfil de las tinas es 100% de material conglomerado y además a que el área tributaria de captación es no mayor de 6 m y la pendiente no es mayor de 3%; por otro lado la altura promedio de las plantas sembradas originalmente son en promedio de 127 cm. Por lo anterior se observa que esta altura es baja en relación al tiempo que fueron sembradas. Esto es debido a que las raíces no tienen suficiente espacio para extenderse. El total de azoles de las cinco tinas es de 735 kg.

Línea 2.- El promedio de altura de las plantas es de 140 cm. El área tributaria de captación es mayor de 15 m por lo que permite una mayor captación de agua de lluvia en la tina. El promedio de captación de azolve es 3.2 cm. debido a que se presenta una vegetación densa, aguas arriba y la pendiente es igual a la Línea 1; además de que el tipo de suelo son conglomerados cementados por carbonatos, la cantidad de azolve de las nueve tinas es de 432 kg.

Línea 3.- El promedio de azolve de esta línea es de 5 cm. no habiendo una diferencia significativa con la media de azolve de la Línea 2, debido al control de la erosión por la buena densidad de la vegetación nativa.

La vegetación presenta una altura promedio de 191 cm. la cual es el promedio más alto en comparación con todas las demás líneas y esto debido al microclima creado por las tinas anteriores y los escurrimientos

superficiales captados por la tina. El total de azolve de las 15 tinas es de 1,144.5 kg.

Línea 4.- El promedio de azolve es de 16 cm. el cual muestra una diferencia significativa con relación a las otras líneas anteriores y esto es debido al cambio de suelo B₃/C.

Aquí podemos encontrar tinas con un 100% de azolve. En esta línea encontramos que la pendiente con un cambio muy marcado llegando a ser hasta el 40% en la parte central. Con esta pendiente pronunciada causó una erosión en tiempos anteriores, la capa discontinua litológica de conglomerados y aforando el perfil B₃.

La vegetación presenta una altura promedio de 181 cm. aunque el suelo favorece a una expansión de la raíz más fácil en condiciones húmedas, más sin embargo el suelo provee nutrientes en mínima cantidad para un buen desarrollo de la planta.

El total de toneladas de suelo que se evitó le entraran al vaso de almacenamiento durante estos 9 años de las 21 tinas es de 4,383.5 kg.

Línea 5.- El promedio de azolve de las 20 líneas fue de 20.58 cm., y el total de suelo que se evitó entrara al vaso de almacenamiento de agua fue de 6,161 kg.

VII. CONCLUSIONES

Las ventajas de este sistema de reforestación son: captación mayor del 90% del agua de lluvia, alimentación de mantos acuíferos, captación del suelo, pastos más desarrollados, el resurgimiento de otras especies que no existían tales como el quelite (Amaranthus retroflexus). El evitar azolve el vaso de almacenamiento existente aguas abajo, la creación de un microclima y el aseguramiento del éxito en la reforestación, Independientemente del tipo de suelo y pendiente.

La cantidad de azolve en las líneas 1, 2 y 3 en promedio es de 6 cm. para el tiempo que tienen éstas son muy bajas, lo anterior a que el "suelo" es 100% pedregoso actuando la piedra como si fuera vegetación, disminuyendo la energía cinética de las gotas de lluvia.

Las características de los dos tipos de "suelo" crearon contradicciones adversas para el buen desarrollo de las plantas en el tipo 1, es una capa discontinua litológica de conglomerados donde el horizonte A y B se erosionaron y en el tipo de suelo 2, el horizonte es un B₃/C, donde el material no está intemperizado, por lo tanto es un suelo infértil.

Los algarrobos no resistieron a condiciones diversas de temperatura y suelo, pero principalmente a temperatura, puesto que a las primeras heladas éstos se iban muriendo.

El total de azolve que se evitó que entrara a la presa fue de 12,856 kg. durante los 9 años en que se evaluó el experimento.

Mediante que en el método de reforestación tradicional donde no existe ninguna microcuenca de captación de agua existe la premisa de que mínimo de un 50 al 60% de las plantas transplantadas no sobrevivirán; sin embargo con este método adaptado de tinas ciegas y en base a los resultados obtenidos mediante este experimento se concluyó que mínimo el 70% de las plantas establecidas fructificaron, el éxito de esta reforestación es el uso de especles autóctonas y al período de fecha de siembra que fue antes de las lluvias.

VIII. RECOMENDACIONES

Para efectos inmediatos se recomiendan especies silvestres o autóctonas de crecimiento más rápido.

Reforzar bien el material, ya sea madera o lámina que sostiene la mezcla de tierra de la tina. Para evitar derrumbes de la capa es primordial que la tina y cepa estén 100% conectadas.

Darle la mayor altura al borde de la media luna para evitar que el agua lo brinque, además de compactarlo bien y realizar lo más retirado de la cepa para aprovecharlo como área de captación.

Para lugares donde el material es pedregoso es muy importante el tipo de mezcla de suelo, para proporcionarle a la planta los nutrientes necesarios para un buen desarrollo.

ANEXO 1. Datos tomados del muestreo #1 realizado el día 28 de marzo de 1986.

Suelo 1: Pedregoso (conglomerado)

Suelo 2: Erosionado con horizonte B₃/C

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura (cm)	Ø Tallo (cm)	Pérdida (kg)	Tipo de suelo
L1T1	4	2	E	B	60	3.8	30.0	1
L1T2	5	2	E	B	70.5	3.11	37.5	1
L1T3	3	2	A	B	49	5	2.5	1
L1T4	4	2	E	B	59	2.7	30	1
L1T5	4	3	NE	+	0	0	30	1
L2T1	4	3	E	B	33	2	30	1
L2T2	4	3	E	B	75	3	30	1
L2T3	1	3	NE	O	0	3	30	1
L2T4	3	3	E	B	70	2.5	22.5	1
L2T5	3	3	E	B	40	2.5	22.5	1
L2T6	1.5	3	A	B	37.5	3.8	11.25	1
L2T7	2	3	E	B	35	1.9	15	1
L2T8	5	3	E	B	50	2	37.5	1
L2T9	2	3	A	+	0	0	15	1
L3T1	4	4	E	B	60	2.0	30	1
L3T2	4	5	E	B	35	1.8	30	1
L3T3	2.5	5	A	B	55	1.6	18.75	1
L3T4	3	8	E	B	57	2.2	22.5	1
L3T5	2.5	10	E	B	53	2	18.75	1
L3T6	2.5	12	A	B	43	1.8	22.5	1
L3T7	3	12	E	B	43	1.8	22.5	1
L3T8	3	10	E	B	75	2.6	22.5	1
L3T9	3	8	A	B	78	2	22.5	1
L3T10	4	6	E	B	70	2.2	30.0	1
L3T11	5	6	E	B	50	1.8	37.5	1
L3T12	4	4	A	B	62	2	30.0	1
L3T13	3.5	4	E	B	75	2.1	26.25	1
L3T14	3	4	E	B	46	1.7	22.5	1
L3T15	3	2	A	B	70	2.4	22.5	1

ANEXO 1.- Continuación

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura (cm)	θ Tallo (cm)	Pérdida (kg)	Tipo de suelo
L4T1	8	12	E	+	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	4	15	E	B	70	1.9	37.5	1
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	O	0	0	45.0	2
L4T10	7	40	E	B	55	2.5	52.7	2
L4T11	20	40	E	B	85	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	2-1
L4T15	10	25	A	B	65	3	75.0	1
L4T16	10	15	E	+	0	0	75.0	1
L4T17	3	10	NE	O	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	+	0	0	37.5	1
L5T1	3	4	E	+	0	0	22.5	1
L5T2	5	6	E	B	85	2.4	37.5	1
L5T3	5	8	A	+	0	0	37.5	1
L5T4	4	12	NE	O	0	0	30.0	2
L5T5	8	25	E	B	35	1.8	60.0	2
L5T6	2	40	A	+	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	O	0	0	300.0	2
L5T10	35	50	E	B	56	2	262.5	2

ANEXO 1.- Continuación

Tinas	%Azolve	% Pend.	spp.	Fen.	Altura (cm)	Ø Tallo (cm)	Pérdida (kg)	Tipo de suelo
L5T11	25	50	E	B	45	1.9	187.5	2
L5T12	25	55	A	B	35	1.7	187.5	2
L5T13	32	60	E	B	67	2.3	112.5	2
L5T14	15	60	A	B	30	1.6	112.5	2
L5T15	10	50	E	B	50	2	75	2-1
L5T16	10	55	E	B	25	1.3	75	2-1
L5T17	8	60	E	B	25	1.8	60	2-1
L5T18	20	60	E	B	50	1.8	150	2
L5T19	20	50	E	B	40	2.8	150	1
L5T20	15	45	E	B	39	2.2	112.50	1

Nomenclatura:

- LT = Número de línea y número de tina
- E = Ebano
- A = Algarrobo
- NE = Arbol no establecido
- B = Fenología buena
- + = Arbol muerto

ANEXO 2. Datos tomados del muestreo #2 realizado el día 6 de noviembre de 1986.

Suelo 1: Pedregoso (conglomerado)

Suelo 2: Erosionado con horizonte B_g/C

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura (cm)	θTallo (cm)	Pérdida	Tipo de suelo
L1T1	5	2	E	B	72	4	37.5	1
L1T2	5	2	E	B	73	3.8	37.5	1
L1T3	3	2	A	+	0	0	22.5	1
L1T4	5	2	E	B	59	3.3	37.5	1
L1T5	4	3	NE	O	0	0	30.3	1
L2T1	2	3	E	B	77	4	15.0	1
L2T2	2	3	E	B	77	4	15.0	1
L2T3	2	3	NE	O	0	0	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	*	+	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	+	0	0	22.5	1
L3T1	1.5	4	E	B	76	4.6	11.5	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
L3T5	7	10	E	B	60	4.4	52.5	1
L3T6	6	12	A	B	67	3.5	45.0	1
L3T7	6	12	E	B	56	3.4	45.0	1
L3T8	6	10	E	B	80	4.1	45.0	1
L3T9	6	8	*	+	0	0	45.0	1
L3T10	15	8	E	B	74	4	112.5	1
L3T11	10	6	*	+	0	0	75.0	1
L3T12	10	4	A	R	50	4	75.0	1
L3T13	8	4	E	B	75	3.9	60.0	1
L3T14	10	4	E	B	50	3.1	75.0	1
L3T15	8	2	*	+	0	0	60.0	1

ANEXO 2.- Continuación

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura (cm)	Ø Tallo (cm)	Pérdida	Tipo de suelo
L4T1	8	12	E	+	0	0	60.0	1
L4T2	5	8	*	+	0	0	37.5	1
L4T3	12	12	*	+	0	0	90.0	1
L4T4	15	20	E	B	54	3.7	112.5	1
L4T5	12	15	E	B	68	3.9	90.0	1
L4T6	40	25	*	+	0	0	300.0	2
L4T7	70	35	E	B	60	4	525.0	2
L4T8	35	40	E	B	65	4.2	262.5	2
L4T9	35	40	NE	+	0	0	262.5	2
L4T10	40	40	E	R	50	4.6	300.0	2
L4T11	75	40	E	B	65	3.5	525.0	2
L4T12	50	40	*	+	0	0	375.0	2
L4T13	50	38	E	B	67	3.4	375.0	2
L4T14	50	35	E	R	53	3.4	375.0	2
L4T15	30	25	*	+	0	0	225.0	2
L4T16	25	15	E	+	0	0	187.5	2-1
L4T17	5	10	NE	O	0	0	37.5	1-2
L4T18	8	8	E*	+	0	0	60.0	1
L4T19	10	4	E	B	66	3.6	75.0	1
L4T20	8	2	E	B	70	4	60.0	1
L4T21	10	2	A	+	0	0	75.0	1
L5T1	6	4	E	+	0	0	45.0	1
L5T2	10	6	E	B	81	4	75.0	1
L5T3	10	8	A	+	0	0	75.0	1
L5T4	8	12	NE	O	0	0	60.0	1
L5T5	30	25	E	B	53	3.4	225.0	2
L5T6	4	40	A	+	0	0	30.0	2
L5T7	20	50	E	B	72	3.5	150.0	2-1
L5T8	35	60	E	B	91	4.5	262.0	2
L5T9	95	60	NE	O	0	0	712.5	2

ANEXO 2. Continuación.-

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura (cm)	Ø Tallo (cm)	Pérdida	Tipo de Suelo
L5T10			(E)* DESTRUIDO x CAMINO					
L5T11	90	50	E	B	74	3.5	675.0	2
L5T12	70	66	*	+	0	0	525.0	2
L5T13	60	60	E	B	60	3.4	450.0	2
L5T14	40	50	E	+	0	0	300.0	2-1
L5T15	85	60	A	B	68	3.6	637.0	2
L5T16	40	55	E	B	56	3.5	300.0	2-1
L5T17	30	60	E	B	28	2.1	225.0	2-1
L5T18	50	60	E	R	63	3.4	375	2
L5T19	50	50	E	B	48	3.6	375	1
L5T20	45	45	E	R	45	2.8	337.5	1

Nomenclatura:

LT = Número de línea y número de tina

E = Ebano

A = Algarrobo

NE = Arbol no establecido

B = Fenología buena

+ = Arbol muerto

*** = Fallas posteriores**

ANEXO 3. Datos tomados del muestreo #3 realizado el 10 de diciembre de 1993.

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura (cm)	θ Tallo (cm)	Pérdida (kg)	Tipo de suelo
L1T1	13	2	E	B	177	9.5	195	1
L1T2	10	2	E	B	97	5.8	150	1
L1T3	9	2	A	+	-	-	135	1
L1T4	8	2	E	B	106	7.5	120	1
L1T5	9	2	NE	-	-	-	135	1
L2T1	2.5	3	E	B	175	17	37.5	1
L2T2	2.6	3	E	B	210	13	39.0	1
L2T3	1	3	NE	-	-	-	15	1
L2T4	3	3	E	B	145	16	45	1
L2T5	1	3	E	B	180	14	15	1
L2T6	1.5	3	A	+	-	-	22.5	1
L2T7	2.5	3	E	B	145.2	8.5	37.5	1
L2T8	3.7	3	E	B	130.0	9.0	55.5	1
L2T9	11	3	A	-	-	-	165	1
L3T1	1	4	E	B	208.3	15	15	1
L3T2	1.5	5	E	B	203.0	17	22.5	1
L3T3	5.5	5	A	-	-	-	82.5	1
L3T4	2.5	8	E*	+	+	+	37.5	1
L3T5	3.7	10	E	B	187.9	16	55.5	1
L3T6	2.5	12	A	-	-	-	37.5	1
L3T7	4.5	12	E	B	160	9.5	67.5	1
L3T8	3.7	10	E	B	193	11.5	55.5	1
L3T9	12.5	8	A	+	-	-	107.5	1
L3T10	1.0	6	E	B	243.8	17	15.0	1
L3T11	8.7	6	E*	+	-	-	130.5	1
L3T12	5	4	A	+	-	-	7.5	1
L3T13	8	4	E	B	276.8	20	120	1
L3T14	6.2	4	E	B	259.0	15.5	93	1
L3T15	10	2	A	+	-	-	150	1

ANEXO 3. Continuación.-

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura (cm)	Ø Tallo (cm)	Pérdida (kg)	Tipo de Suelo
L4T1	8	12	E*	-	-	-	120	1
L4T2	1	8	E*	-	-	-	15	1
L4T3	10	12	A	-	-	-	150	1
L4T4	15	2	E	B	170	13	225	1
L4T5	11.5	15	E	B	155	11	172.5	2
L4T6	45	25	A	-	-	-	67.5	2
L4T7	40	35	E*	-	-	-	60.0	2
L4T8	12.5	40	E	B	315	23	187.5	2
L4T9	15	40	NE	-	-	-	225	2
L4T10	12	40	E	B	94	12	300	2
L4T11	32	40	E	B	146	12	480	2
L4T12	32.5	70	A	-	-	-	487.5	2
L4T13	16.5	38	E	B	150	14	243.9	2
L4T14	20	35	E	B	120	9.5	300	1-2
L4T15	25	25	A	-	-	-	375	1
L4T16	22.5	15	E*	-	-	-	337.5	1
L4T17	12.5	10	NE	-	-	-	187.5	1
L4T18	7.5	8	E	R	62	5	75	1
L4T19	5	4	E	B	155	7.5	112.5	1
L4T20	8.7	2	E	B	330	20.5	131.2	1
L4T21	8.7	2	A	-	-	-	131.2	1
L5T1	7	4	E*	-	-	-	105	1
L5T2	9	6	E	-	125	12.5	135	1
L5T3	5	8	A	-	-	-	75	1
L5T4	17.5	12	NE	-	-	-	262.5	2
L5T5	16	25	E*	-	-	-	240.0	2
L5T6	20	40	A	-	-	-	300	1-2
L5T7	15	50	E	-	32	4.5	225	2
L5T8	50	60	E*	-	-	-	750	2
L5T9	27.5	60	NE	-	-	-	412.5	2
L5T10	22.5	50	E	-	40	4.8	337.5	2

ANEXO 3. Continuación.-

Tinas	%Azolve	%Pend.	spp.	Fen.	Altura (cm)	Ø Tallo (cm)	Pérdida (kg)	Tipo de Suelo
L5T11	50	50	E*	-	-	-	750	2
L5T12	50	55	A	-	-	-	750	2
L5T13	50	60	E*	-	-	-	750	2
L5T14	15	60	A	-	-	-	225	2
L5T15	10	50	E	157	7.5	7.5	150	1-2
L5T16	22.5	55	E	30	3.8	3.8	337.5	1-2
L5T17	12.5	60	E	147.5	10.2	10.2	182.5	1-2
L5T18	6	60	E*	-			90.0	2
L5T19	2.5	50	E	290	13.5	13.5	37.5	1
L5T20	3.75	45	E	90	4.3	4.3	56.2	1

COMPARACION Y ANALISIS DEL PORCIENTO DE PERDIDAS DEL MUESTREO 1 Y 2 REALIZADA EL 28 DE MARZO DE 1986 Y 6 DE NOVIEMBRE DE 1986 RESPECTIVAMENTE.

**Resumen de datos del muestreo realizado el 28 de marzo de 1986 .
(muestreo #1).**

#Línea	#Total Ebanos	#Total Algarrobos	#Ebano vivo	#Algarrobo muerto	#NE/ Línea	#Fallas	Total Tinajas/ Línea	#Fallas Algarrobos	#Fallas Ebano
1	3	1	3	1	1	0	5	0	0
2	6	2	6	1	1	1	9	1	0
3	10	5	10	5	0	0	15	0	0
4	14	5	12	4	2	3	21	1	2
5	14	4	13	2	2	3	20	2	1
Tot 5	47	17	44	13	6	7	70	4	3

**Resumen de datos del muestreo realizado el 6 de noviembre de 1986.
(muestreo # 2).**

#Línea	#Total Ebanos	#Total Algarrobos	#Ebano vivo	#Algarrobo muerto	#NE/ Línea	#Fallas	Total tinajas/ Línea	#Fallas Algarrobos	#Fallas Ebano
1	3	1	3	0	1	1	5	1	0
2	6	2	6	0	1	2	9	2(1+1)	0
3	10	5	9	3	0	3	15	2	1
4	14	5	10	0	2	0	21	5(4+1)	2(+2)
5	14	4	12	0	2	6	20	4	1(+1)
Tot 5	47	17	40	3	6	12	70	14	4(+3)

Comparación de los porcentajes de fallas de Ebanos y Algarrobos de los muestreos # 1 y 2.

Muestreo	spp.	Existencia	Murieron	Quedaron	#Pérdida Fallas
28/III/86	Ebano	44	3	41	6.81
06/XI/86	Ebano	41	8	33	19.5
28/III/86	Algarrobo	17	13	4	76.47
06/XI/86	Algarrobo	4	4	0	23.53

COMPARACION Y ANALISIS DEL PORCIENTO DE PERDIDAS DEL MUESTREO 1 Y 3 REALIZADOS EL 28 DE MARZO DE 1986 Y EL 10 DE MARZO DE 1993.

**Resumen de datos del muestreo realizado el 28 de marzo de 1986.
(muestreo # 2),**

#Línea	#Total Ebano	#Total Alga-rrobo	#Ebano vivo	#Alga-rrobo vivos	#NE/ Línea	#Fallas	Total Tinajas/ Línea	#Fallas alga-rrobo	#Fallas Ebano
1	3	1	3	1	1	0	5	0	0
2	6	2	6	1	1	1	9	1	0
3	10	5	10	5	0	0	15	0	0
4	14	5	12	4	2	1	21	1	2
5	14	4	13	1	2	2	20	2	1
Tot	5	47	17	44	13	6	70	4	3

**Resumen de datos del muestreo realizado el 10 de marzo de 1993.
(muestreo # 3).**

#Línea	#Total Ebano	#Total Alga-rrobo	#Ebano vivo	#Alga-rrobo vivos	#NE/ Línea	#Fallas	Total Tinajas/ Línea	#Fallas Alga-rrobo	#Fallas Ebano
1	3	1	3	0	1	0	5	0	0
2	6	2	6	0	1	0	9	0	0
3	10	5	7	0	0	3	15	0	2(+1)
4	14	5	9	0	2	1	21	0	1(+2)
5	14	4	6	0	2	4	20	0	4(+2)
Tot	5	47	31	0	6	6	70	0	7(+5)

Comparación de los porcentajes de fallas de Ebanos y Algarrobos del muestreo 1 y 3.

Muestreo	spp.	Existían	Murieron	Quedarón	%Pérdidas x Fallas
28/II/86	Ebano	44	3	41	6.81
10/XII/93	Ebano	41	10	31	24.04
28/II/86	Algarrobo	17	14	3	82.35
10/XII/93	Algarrobo	17	17	0	100.00

Comparación de los porcentajes de las plantas establecidas al inicio del trabajo con las del último muestreo (10/XII/93).

Especie	Sembradas	Quedarón	#Fallas	%Fallas
Ebano	47	29	18	38.3
Algarrobo	17	0	17	100.0

X. BIBLIOGRAFIA

- 1. B. Forter Albert. 1967. Métodos Aprobados en Conservación de Suelos.**
- 2. Colegio de Postgraduados de Chapingo, Méx. 1980. Manual de Conservación de Suelo y Agua.**
- 3. Duchafouy P. 1975. Manual de Edafología.**
- 4. Martínez Menes, Mario R. Dr. 1980. Estimación de Escurrimientos en Cuencas Pequeñas. C.P. Chapingo, Méx.**
- 5. Rodríguez Esquível F. 1981. Apuntes de Maestría en la materia de Conservación del Suelo y Agua.**
- 6. Servicio de Conservación de Suelos. 1973. Departamento de Agricultura de los E.U.A.**
- 7. Velázquez Hernández, Flavio R. 1987. Reforestación en Areas Degradadas Adaptando el Método de Tinajas Ciegas.**
- 8. Worthman, M.S. 1949. Suelos, Agriculturas y su Conservación.**

