
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



EVALUACION DE 3 TIPOS DE ACOLCHADOS
VEGETATIVOS PARA LA REHABILITACION
DE TERRENOS DEGRADADOS.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
PRESENTAN
CESAR ALBERTO SUAREZ OCARANZA
CELSO ROLANDO GARCIA JIMENEZ
MANUEL ARANGUREN OCHOA
LASAGUJAS, ZAPOPAN, JAL., ENERO DE 1996.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

COMITE DE TITULACION CLAVE:
SOLICITUD Y DICTAMEN

1Z094130/95
1Z094130/95
1Z094130/95

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION
PRESENTE.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la División de Ciencias Agronómicas, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TRABAJO DE TITULACION, con el tema:

EVALUACION DE 3 TIPOS DE ACOLCHADOS VEGETATIVOS PARA LA REHABILITACION DE TERRENOS DEGRADADOS

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DE TITULACION.

MODALIDAD: Colectiva.

NOMBRE DEL SOLICITANTE	CODIGO	GENERACION	ORIENTACION O CARRERA	FIRMA
CESAR ALBERTO SUAREZ OCARANZA	086402343	89-94	ZOOTECNISTA	
CELSO ROLANDO GARCIA JIMENEZ	089313759	89-94	ZOOTECNISTA	
MANUEL ARANGUREN OCHOA	086372096	89-94	ZOOTECNISTA	
-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----

Fecha de Solicitud: 15 DE NOVIEMBRE DE 1995

DICTAMEN

APROBADO (X) NO APROBADO ()

DIRECTOR: ING. SERGIO H. CONTRERAS RODRIGUEZ

ASESOR: BIOL. ROSA LOURDES ROMO CAMPOS

ASESOR: M.C. ARTURO CURIEL BALLESTEROS

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

ING. SERGIO H. CONTRERAS RODRIGUEZ
DIRECTOR

BIOL. ROSA LOURDES ROMO CAMPOS

ASESOR

M.C. ARTURO CURIEL BALLESTEROS

ASESOR

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

Vo. B. Pde. del Comité.

FECHA: 15 de enero de 1996

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres:

*Celso Rolando García M. y Julia J. Jiménez de García
Jorge H. Suárez y Ma. Dolores Ocaranza de Suárez
E. Manuel Aranguren F. y J. Alicia Ochoa de Aranguren*

Gracias por el esfuerzo y el sacrificio que realizaron en el transcurso de la formación y para fijar una meta en mí: ver realizado a un verdadero profesionalista y a su vez brindarme su calor y amistad que me brindaron su apoyo más importante durante cada etapa de la carrera.

A nuestros hermanos:

*Arturo Javier y Luis Enrique García Jiménez,
Jorge O., Ricardo y Gabriela Suárez Ocaranza,
Claudia L. y Edith Noemí Aranguren Ochoa.*

Con toda mi especial admiración por su valiosa comprensión y compañerismo en lograr una meta muy especial.

A nuestros maestros:

A su valiosa ayuda, dedicación y su invaluable amistad que me brindaron a lo largo de la carrera.

A nuestros amigos y compañeros:

Gracias por su valiosa e invaluable amistad que me brindaste a lo largo de nuestra formación, y otra vez gracias a tí compañero que de alguna manera me ayudaste en una parte en la realización en el trabajo de campo de la tesis y nunca lo voy a olvidar.

Un verdadero agradecimiento:

Por su valiosísima ayuda y comprensión, además gracias por haberme brindado su fabulosa amistad:

<i>Ing. Contreras Rodríguez Sergio Honorio,</i>	<i>Director</i>
<i>M.C. Curiel Ballesteros Arturo</i>	<i>Asesor</i>
<i>Biól. Romo Campos Rosa de Lourdes</i>	<i>Asesor</i>

A nuestra Alma Mater:

Con un sincero y profundo agradecimiento por la formación que me brindó.

Agradecemos a la Generación 1965-1970 de Ingenieros Agrónomos, A. C. por su apoyo financiero para la realización de este trabajo.

INDICE.

	PAG.
I.- INTRODUCCION.	1
II.- OBJETIVO.	2
III.- ANTECEDENTES.	4
3.1.- ANTECEDENTES DEL AREA.	4
3.1.1.- UBICACION.	4
3.1.2.- SUELOS.	4
3.1.3.- GEOLOGIA.	5
3.1.4.- FISIOGRAFIA.	6
3.1.5.- HIDROGRAFIA.	6
3.1.6.- CLIMA.	7
3.1.7.- FLORA.	7
IV.- REVISION DE LITERATURA.	8
4.1.- PRACTICAS VEGETATIVAS.	8
4.1.1.- COBERTURA VEGETAL.	8
4.1.1.1.-CONDICIONES QUE AFECTAN EL FACTOR COBERTURA VEGETAL.	9
4.1.1.2.- ABONOS VERDES.	14
4.1.3.- PRACTICAS VEGETATIVAS PARA LA RESTAURACION DE TERRENOS EROSIONADOS.	15
4.1.4.- RECUPERACION DE ZONAS EROSIONADAS.	17
4.1.5.- ACOLCHADOS VEGETATIVOS.	17
4.1.5.1- BAGAZO DE CAÑA.	26
4.1.5.2.- OCOCHAL. (HOJA DE PINO " <i>Pinus devoniana</i> y <i>Pinus oocarpa</i> ").27	27
4.1.5.3- RASTROJO DE MAIZ.	27
4.2.- BANCOS DE MATERIAL.	27
4.2.1.- REHABILITACION DE BANCOS DE MATERIAL.	28
4.2.2.- ACCESO A LA EXPLOTACION E INSTALACIONES.	28
4.2.3.- EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES.	29
4.2.4.- MEDIDAS DE RESTAURACION Y CORRECCION.	29
4.2.5.- REHABILITACION DE SUELOS Y VEGETACION.	30
4.3.- SUELO Y EROSION.	30
4.3.1.- SUELO.	30
4.3.2.- EROSION.	32
4.3.2.1.- EROSION HIDRICA.	36
4.3.2.1.1.- FORMAS DE EROSION HIDRICA.	37
4.3.2.1.2.- FORMAS ESPECIALES DE LA EROSION HIDRICA.	41
4.3.2.2.- EROSION EOLICA.	45
4.3.2.2.1.- CALCULO DE LA CANTIDAD DE EROSION.	48
4.3.3.- PROCESOS DE DEGRADACION.	52
4.3.4.- DESEQUILIBRIO NUTRIMENTAL DEL SUELO.	53
4.3.5.-CLASIFICACION DE TIERRAS SEGUN SU CAPACIDAD DE USO.	54
4.3.6.- CLASES DE TERRENOS.	54

V.- MATERIALES Y METODOS.	56
5.1.- UBICACION DEL AREA DEL EXPERIMENTO.	56
5.1.1.- CLIMA.	58
5.1.2.- SUELO.	58
5.1.4.- FERTILIZACION.	60
5.2.- DISEÑO EXPERIMENTAL.	62
5.3.- DESCRIPCION BOTANICA DE LAS ESPECIES UTILIZADAS.	63
5.3.1.- GRAMINEAS.	63
5.3.1.1.- ESTRELLA AFRICANA (<i>Cynodon plectostachyus</i>).	63
5.3.1.2.- RHODEX (<i>Chloris gayana Kunth</i>).	66
5.3.1.3.- SENNA (<i>Senna nicaragüensis</i>).	69
5.4.- PROCEDIMIENTO.	71
5.4.1.- PREPARACION DEL TERRENO.	71
5.4.2.- SIEMBRA.	71
VI.- RESULTADOS Y DISCUSION.	72
6.1.- ANALISIS DE DATOS.	72
6.2.- LA ECUACION UNIVERSAL DE LA PERDIDA DE SUELO.	82
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	87
7.1.- CONCLUSIONES.	87
7.2.- RECOMENDACIONES.	89
VIII.- BIBLIOGRAFIA.	90
IX.- APENDICE.	93
PRECIPITACION.	93
GLOSARIO DE TERMINOS BOTANICOS UTILIZADOS.	98

INDICE DE FIGURAS.

FIGURA.	PAG.
01.- EROSION GEOLOGICA.	34
02.- EROSION ACELERADA.	35
03.- FORMAS DE EROSION HIDRICA.	38
04.- FORMAS ESPECIALES DE EROSION HIDRICA.	42
05.- EROSION EOLICA.	47
06.- ADITAMENTOS UTILIZADOS PARA CUANTIFICAR LAS PERDIDAS DE SUELO.	49
07.- MAPA DE LOCALIZACION DEL AREA DEL EXPERIMENTO.	57
08.- DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES CON SUS TRATAMIENTOS EN CAMPO CON UNA PENDIENTE DEL 30 % .	62
09.- <i>Cynodon plectostachyus</i> y <i>Cynodon dactilon</i> .	65
10.- <i>Chloris gayana</i> Kunth.	68
11.- <i>Senna nicaragüensis</i> .	70
12.- GRAFICA DE EROSION DE ESPECIES.	78
13.- GRAFICA DE EROSION DE ACOLCHADOS.	78
14.- GRAFICA DE COBERTURA DE ESPECIES.	80
15.- GRAFICA DE COBERTURA DE ACOLCHADOS.	80

INDICE DE CUADROS.

CUADROS.	PAG.
01.- DETERMINACION DE NUTRIENTES, TEXTURA Y M.O. DEL SUELO.	59
02.- ANALISIS DE DATOS : EROSION.	72
03.- ANALISIS DE VARIANZA : EROSION.	72
04.- CUADRO DE INTERACCIONES PARA LA VARIABLE EROSION.	73
05.- PRUEBA DE TUKEY EN ESPECIES PARA EROSION.	73
06.- PRUEBA DE TUKEY EN ACOLCHADOS PARA EROSION.	74
07.- ANALISIS DE DATOS : COBERTURA.	75
08.- ANALISIS DE VARIANZA : COBERTURA.	75
09.- CUADRO DE INTERACCIONES PARA LA VARIABLE COBERTURA.	76
10.- PRUEBA DE TUKEY EN ESPECIES PARA COBERTURA.	76
11.- PRUEBA DE TUKEY EN ACOLCHADOS PARA COBERTURA.	77

RESUMEN.

La población viene creciendo en una forma bastante acelerada y ésto va repercutiendo en los recursos naturales se vayan degradando sin medida, tales como la vegetación y el suelo. Lo cual El Bosque de La Primavera se vaya reduciendo más y más con los municipios que lo colindan tales como Zapopan, Tala, Arenal, Guadalajara, Acatlán de Juárez, Tlaquepaque y Teuchitlán. Para ello se deberá estimar en una alternativa para poder resolver este tipo de problema es la de rehabilitación de los suelos degradados a través del establecimiento de coberturas vegetales utilizando la técnica de acolchados vegetales para así mejorar y conservar nuestros recursos naturales, al tratar de explotarlos adecuadamente.

Nuestro trabajo de campo fue un proyecto de selección de especies herbáceas que ha estado implementando el Laboratorio Bosque La Primavera de la Universidad de Guadalajara. El presente estudio pretende investigar cual tipo de las diferentes gramíneas podrá crecer bien a través de los diversos acolchados vegetativos que se utilizaron en el trabajo de campo. Este trabajo de campo se llevó a cabo en el "Potrero La Goterita", esto es en un banco de material (Minería de cielo abierto) Municipio de Zapopan, Jal.

Las especies estudiadas fueron las siguientes :

GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS:

a.-) *Cynodon plectostachyus*.

b.-) *Cynodon dactylon*.

* De éstas 2 gramíneas solamente se utilizó el *Cynodon plectostachyus* en el trabajo de campo.

c.-) *Chloris gayana* Kunth.

d.-) *Senna nicaraguensis*.

El tiempo de duración del experimento fue del 1ro. de Junio hasta al 10 de Octubre de 1993. El diseño experimental utilizado fue parcelas divididas con un diseño de tratamientos factorial 4×3 , esto es 3 acolchados con 1 testigo = 4 con 3 especies, la siembra se realizó en hileras, presentando una densidad de siembra de acuerdo al porcentaje de semilla pura viva de cada especie.

Los acolchados fueron evaluados en base a la pérdida de suelo medido por el método de clavos y rondanas, también así por la cobertura vegetal de las diferentes especies que se probaron. En esta tesis se utilizó la prueba estadística de Tukey dando como resultado de mayor cobertura vegetal y menor pérdida de suelo fue el rastrojo de maíz.

I.- INTRODUCCION

Durante los últimos años se ha registrado una degradación de los suelos por causa de la explotación excesiva de los bancos de material los cuales proporcionan materias primas para la construcción de viviendas y casas habitación y esto en Jalisco no ha sido una excepción, refiriéndose a la zona metropolitana de Guadalajara y sus alrededores, las principales fuentes de donde se extraen estos materiales (jal, arena amarilla, arena de río) es el Bosque la Primavera. Estos bancos de material explotan este recurso sacando el máximo provecho económico y posteriormente son abandonados sin darles ningún manejo de reestructuración; rompiendo el equilibrio ecológico tanto en el sitio como en su entorno, causando daños en la estructura del suelo pues después de haber sido explotado queda descubierto sin ninguna cubierta vegetal, provocando así que con las lluvias se está provocando un arrastre de material y esto se van perdiendo toneladas de suelo y dejando grandes cárcavas en donde cada vez es más difícil que exista una revegetación.

Dicha explotación y el mal manejo de estos bancos de material implica que miles de hectáreas se pierdan y que tengan poca posibilidad de recuperación para la flora y fauna o ninguna para la producción. Este problema ha sido posible gracias a la falta de conocimiento de una técnica adecuada y accesible que nos lleve a la reutilización de estas tierras.

El actual trabajo se propone dar una solución al problema actual en estos bancos de material, poniendo a prueba tres tipos de acolchados vegetativos de fácil acceso a la zona, con los cuales se pretende disminuir la intensidad del contacto de la lluvia con el suelo y asimismo el arrastre erosivo y permitir el establecimiento de las especies, quedando una cubierta vegetal que retendrán el suelo. Esta rehabilitación se lleva a cabo con la utilización de una especie de gramínea por propagación vegetal.

II.- OBJETIVOS.

Contribuir a generar una tecnología para rehabilitar los suelos degradados de los Bancos de Material por medio de los acolchados vegetativos.

*A.-) Seleccionar el mejor tipo de acolchado entre bagazo de caña, rastrojo de maíz y ocochal (hoja de pino " *pinus devoniana* y *pinus oocarpa* ") para obtener la mejor protección del suelo en contra de la erosión.*

*B.-) Elegir entre las especies de gramíneas y leguminosa: Estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), Rhodex (*Chloris gayana* Kunth), Senna (*Senna nicaragüensis*) la que presenta una mejor adaptación para los diferentes tipos de acolchados.*

HIPOTESIS.

- 1.-) Los acolchados vegetativos ayudan a reducir la erosión de los suelos degradados en los Bancos de Material.*
- 2.-) Los acolchados es la técnica por el cual se debe de rehabilitar terrenos degradados.*
- 3.-) Los acolchados es una técnica adecuada para evitar la pérdida de suelo.*
- 4.-) Los acolchados de tipo grueso y ancho son los mejores para rehabilitar terrenos degradados.*
- 5.-) Los acolchados vegetativos permiten el establecimiento de la vegetación.*

III- ANTECEDENTES.

3.1.- ANTECEDENTES DEL AREA. (Fuente : Curiel et al. 1988)

3.1.1. UBICACION.

El Bosque La Primavera (BLP) tiene un área de influencia hídrica - ambiental de 150,000 Has. aproximadamente que engloba a 8 municipios y 114 poblados. La proporción de estos Municipios que dependen del BLP para mantener el equilibrio ambiental es el siguiente :

MUNICIPIO	% AREA DE INFLUENCIA (AI)	% DEL MUNICIPIO DENTRO DEL (AI).
ZAPOPAN	36.6	55.61
TALA	30.8	66.58
TLAJOMULCO	15.2	33.75
ARENAL	4.6	49.53
GUADALAJARA	4.1	40.06
ACATLAN DE JUAREZ	3.4	32.06
TLAQUEPAQUE	3.2	36.62
TEUCHITLAN	2.1	15.64
	<hr/>	
	100.0	

3.1.2.- SUELOS.

Las unidades de suelo que en el orden de abundancia constituyen en la región según la clasificación FAO / UNESCO (1980) son : Regosol, Feozem, Vertisol, Fluvisol, Cambisol, Litosol y Luvisol, los cuales presentan un proceso de formación in situ coluvial y aluvial

En cuanto a la fertilidad de estas unidades es bastante variada dado en el contenido de arcilla, materia orgánica y humedad cambian según en el lugar en que se ubiquen. A continuación se mencionarán las características de las 3 unidades predominantes y son :

Regosol : Esta se presenta en un 51 % de la zona y se consideran con un desarrollo incipiente y con una fertilidad de baja a moderada, éstos presentan una alta proporción en arenas pomáceas aportadas por La Primavera que permite la retención de humedad (características bastantes deseadas en la siembra de maíz). Pobre contenido de materia orgánica y es susceptible a la erosión por la baja capacidad de estos materiales en formar agregados.

En la acidez de los suelos se presentan en los valles por consecuencia del excesivo uso de fertilizantes químicos lo que provoca la liberación de niveles tóxicos de aluminio del suelo, lo que limita el rendimiento del maíz en la actualidad en un 25 %.

Feozem : Estos se manifiestan de una superficie de un 29 % y la composición y las características son semejantes con la unidad anterior y la diferencia del contenido mayor de materia orgánica y humedad. El color es más oscuro el cual se encuentra en los valles al sur de la región.

Vertisol : Estos se encuentran en el tercer sitio y el que domina en el 5 % del área; son suelos profundos y un alto contenido de arcillas. En el horizonte C se puede manifestar en un proceso de gleyación por una saturación del agua en la época húmeda del año. Se pueden encontrar en pequeños llanos aislados cerca de Acatlán y poseer una fertilidad bastante alta.

Con las otras 4 unidades pueden englobar el 15 % en la superficie y se pueden distribuir esporádicamente en conjunto con los suelos dominantes.

3.1.3.- GEOLOGIA.

La región del BLP es parte de la faja volcánica mexicana (Eje Neovolcánico), producto de subducción de la placa de Cocos y Rivera. Las rocas más predominantes son las ígneas extrusivas ácidas : Riolita porfírica, Toba diparítica, Pómez y Obsidiana asociados con algunas afloraciones de Basalto; materiales que presentan antigüedad que van de 25,000 a los 5,000,000 de años, siendo algunas de las formas más recientes las corresponden a La Primavera, manifiesta un relieve producto de una caldera de tipo explosivo, aprox. de 11 Km. de diámetro, modificada por varios domos riolíticos en la zona de fractura anular. Este conjunto puede dar una forma de sierra central que esta rodeada por valles. Los volúmenes de materiales líquidos y sólidos que son arrojados por esta zona volcánica han sido estimados en 60 Km. cúbicos aprox., estos se pueden encontrar ampliamente distribuidos en esta región de influencia.

En cuanto al riego volcánico actual puede considerarse entre los otros centros volcánicos silicos conocidos. La Primavera es sin duda el que tiene mayor posibilidad de causar serios daños esencialmente por la cercanía de Guadalajara. Otra consideración económica de gran importancia es en la posibilidad de aprovechar la energía geotérmica para la cual realizan estudios por la CFE con pozos de perforación para evaluar la capacidad real de la zona misma que en este momento no ha sido productiva, después de 15 años de trabajo y degradación continua.

3.1.4.- FISIOGRAFIA.

Orográficamente esta región está compuesta de 3 formas características de relieve considerando el nivel de restricción : ZONAS DE RESTRICCIÓN MAXIMAS con pendientes superiores del 15 % que abarca aproximadamente 22.34 % de la superficie, se localiza al centro y sur de la región, con altitudes de 1400 a 2200 msnm; ZONAS DE RESTRICCIÓN MODERADAS con pendientes del 6 al 15 % que abarca aproximadamente el 6.4 % de la superficie, se localiza al norte, noroeste, sur y algunas otras dispersas con altitudes de 1400 a 1900 msnm; ZONAS DE RESTRICCIÓN MINIMA O TERRENOS PLANOS con pendientes del 0 al 6 % se localiza en algunos mesetas del Bosque La Primavera hasta la periferia del mismo, y cubre aproximadamente el 71.2 % de la superficie, el cual se presenta en altitudes que van de 1300 a 1700 msnm.

3.1.5.- HIDROGRAFIA.

En esta zona de influencia así como el Bosque La Primavera está compuesto de 2 regiones hidrológicas, 3 cuencas hidrológicas y 5 subcuencas, de las que el BLP es el parteaguas. Estas cuencas son la de los ríos : Santiago, Ameca y San Marcos, que abastecen acuíferos al Valle de Atemajac - Tesislán, Valle de Toluquilla y Valle Etzatlán - Ahualulco y de manera indirecta al Valle de Ameca.

Los ríos y arroyos más importantes son el Río Salado, Río Ahuisculco, Arroyo Las Tortugas, Arroyo Blanco, Arroyo Las Animas, Arroyo la Villita y Arroyo Agua Caliente. Hay varias fuentes de abastecimiento que dependen de las recargas del bosque son 8 presas, de las cuales las de mayor volumen la presa de La Vega (44 millones de metros cúbicos), al oeste, y la presa del Hurtado (22 millones de metros cúbicos), y la playa Santa Cruz al sur. Se cuenta aproximadamente con 1,159 pozos, 57 manantiales y 452 norias de gran importancia vital para los poblados del área y algunas industrias como los ingenios de Tala, Ameca y Bella Vista.

3.1.6.- CLIMA.

Se detectaron 2 tipos de clima (en la clasificación de Köppen), modificado por García (1973), con algunas variaciones que depende de las localidades en donde fué tomado el dato. Se detectó un clima A (C) W (w) (i) g y un (A) C (w2) (W) a (e), estos climas se caracterizaron por ser del tipo semicálido, subhúmedos con lluvias de verano y parte de otoño.

Para la estación de Zapopan el mes más cálido se presentó en Mayo con una temperatura de 25 ° C, y la temperatura desciende a 7.8 ° C entre el mes más cálido (amplitud térmica) y el mes más frío Enero (18.2 ° C), el promedio anual es de 21.7 ° C y la máxima precipitación se dio en el mes de Julio con 430.6 mm., y la más baja en abril con 5.4 mm., los meses más secos son : Febrero, Marzo y Abril. (Reyna, O. 1989).

El BLP favorece la región que lo rodea proporcionalmente pocos días calurosos en inviernos benignos, hace de Guadalajara y localidades circunvecinas lugares agradables que permiten el desarrollo de diversas especies vegetales y animales. Los vientos de la zona son muy variados, que predominan los que van en dirección este y sureste. En lo que respecta a Guadalajara y Tlaquepaque, los vientos predominan son de oeste y noroeste en épocas de secas, además existe una mayor carga de contaminantes de la atmósfera, razón por lo cual se puede considerarse en esta masa arbolada como el pulmón para la ciudad, en la renovación de aire puro y el transporte de humedad misma que presenta un promedio anual del 63 %. (Curiel, 1988).

3.1.7.- FLORA.

En la vegetación natural en la región puede mostrar claros signos de perturbación es producto de las diferentes actividades antrópicas y hasta nuestros tiempos se vienen desarrollando, lo que origina la substitución en la flora nativa del bosque de pino - encino (en la actualidad solo se presentan en el Bosque La Primavera) son : Agricultura, Matorral subtropical y Pastizales.

IV.- REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1.- PRACTICAS VEGETATIVAS.

Las prácticas vegetativas se dice que se pueden considerar para un desarrollo de plantas o cultivos, con la finalidad de mejorar la capacidad productiva en los terrenos y ayudar en disminuir la erosión del suelo. La vegetación puede impedir el efecto erosivo de las gotas de la lluvia en la superficie del terreno y las raíces puede servir en evitar que nuestro suelo sea arrastrado por ciertos escurrimientos superficiales. Esas prácticas nos pueden facilitar la conservación del suelo y del agua en los terrenos que puedan presentar dificultades en deficiencias de humedad, erosión, topografía, texturas gruesas o finas y permeabilidades altas y bajas. (Manual de Conservación del Suelo y del Agua, Colegio de Postgraduados, 1974).

4.1.1.- COBERTURA VEGETAL.

El efecto benéfico de las coberturas para la reducción en el proceso erosivo es indudablemente, ya que se han estudiado los cambios en las pérdidas del suelo y los escurrimientos superficiales en que se presentan en quitar la vegetación natural en cierta área determinada. Ya que en algunos casos se ha observado en cierto lapso de tiempo relativamente corto, que se hace visible el proceso erosivo, si nuestra área es bastante grande. La cubierta del suelo desempeña ante todo un papel importante contra el batido de éste y la destrucción de su estructura en superficie y actúa interceptando las gotas de la lluvia. Este punto ha sido ya tratado con ocasión del estudio de la erosión hídrica. Pero las vegetaciones permanentes, praderas y bosques. Juegan un papel importante de modificación y mejora de la estructura por su sistema de raíces. Cuando la estructura es continua, la granulación se efectúa por fragmentación de la masa del suelo en unidades más pequeñas. El mecanismo de transformación descansa en un fenómeno de humectación - desecación referente, a nivel de las raíces. Estas acentúan y orientan la figuración debida al hinchamiento y retracción de la masa del suelo. (Ríos Berber José Donald, 1987).

Las consecuencias de un mecanismo de este tipo son muy importantes :

- Los materiales con un mínimo de aptitud natural a figurarse toman rápidamente bajo la pradera una estructura granular. Se trata generalmente de tierras que presentan un contenido en arcilla de al menos un 20 ó 30 %.

- Los materiales que "no se hacen" bajo la influencia de los ciclos humectación - desecación, no modifican su estructura bajo la pradera más que al cabo de un tiempo más largo y en relación con un fenómeno que se estudiará más adelante.

Como la intensidad de la granulación depende ampliamente de la cantidad de raíces presentes, se comprende que los sistemas de raíces fasciculadas como las de gramíneas, favorezcan esta evolución.

Hughes et al (1966), dicen que en la mayor parte de las tierras es necesario tener el suelo ocupado por un césped de vegetación continua, a intervalos relativamente regulares. Esto conserva la estructura del suelo, impide el lavado excesivo y la erosión, cuando se incluye leguminosas aumenta el contenido de nitrógeno en el suelo. Comentan Wilson y Richer (1960) que la principal causa de la erosión es la lluvia que caen sobre los terrenos con pendiente sin ninguna cubierta vegetal, cuando hay una cubierta vegetal, esta logra que el movimiento del agua sea más lento y se retienen las partículas de suelo en su lugar.

Las coberturas vivas (vegetación) y las cubiertas no - vivas (residuos), pueden brindar protección en el suelo contra los agentes erosivos. De tal forma que, se puede considerar a las coberturas vegetales como la mejor defensa natural del suelo contra la erosión. La cobertura vegetal puede reducir la erosión hídrica en 2 formas principalmente que son: a través de la protección al suelo contra el impacto directo de las gotas de lluvia, las cuales proceden el salpicado y; por los efectos sobre la estructura del suelo. Suárez (1979)

4.1.1.1.- CONDICIONES QUE AFECTAN EL FACTOR COBERTURA VEGETAL

(Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos, FAO - PNUMA., 1984).

El efecto de la vegetación para la reducción en el proceso erosivo puede depender del desarrollo y manejo de la misma, así como en el tiempo que esta cobertura vegetal este presente en el suelo. La interacción en las condiciones vegetación - suelo - ambiente, produce cierta combinación en las fuerzas que pueden acelerar y fuerzas atenuantes en el proceso erosivo. Hay condiciones en el manejo del suelo y vegetación, como algunas prácticas agronómicas, y sin influir directa e inmediatamente para la protección al suelo contra la erosión, son importantes que influyen indirectamente algunas condiciones físicas del suelo. El porcentaje de cobertura podría estimarse como una función de la fertilidad del suelo, labores del cultivo y manejo de residuos de cosecha, los cuales originan diferencias en el desarrollo de los cultivos. La interacción planta - suelo es debida a la labranza que produce modificaciones en las propiedades del suelo y en la erosionabilidad del mismo. Los factores de suelo y de manejo que influyen sobre el desarrollo de la vegetación a través del tiempo se presentan a continuación :

a.-) Sistemas de Labranza.

El tipo, frecuencia, intensidad y oportunidad de las prácticas de labranza, originan diferentes cambios en las condiciones internas y condiciones externas del suelo. La estructura, porosidad, rugosidad y microtopografía afectados por la labranza tiene un efecto en la infiltración, almacenamiento superficial, inicio y velocidad del escurrimiento superficial, desprendibilidad de las partículas del suelo y sobre la alteración en el grado de cobertura por los residuos de cosecha, (Wischmeier y Smith, 1978 y Mannering y Fenster, 1977).

b.-) Cobertura del Follaje.

El follaje de las plantas constituyen el 1er. obstáculo de protección natural atenuante de la fuerza erosiva de la lluvia. En forma natural hay diferentes tipos y combinaciones de estratos de follajes. En el bosque se presentan normalmente 2 estratos de follaje: un estrato primario, formado por las copas de los árboles y; un estrato secundario formado por la vegetación que crece a la sombra del bosque como arbustos, pastos e hierbas, que adicionalmente hay una capa formada por hojarasca y residuos de vegetación que también brinda una buena y excelente protección. La relación cobertura vegetal contra pérdidas del suelo, como fue estudiado por Gumbs y Lindsay (1982), demostraron que cualquier cultivo reduce la erosión y los escurrimientos superficiales.

c.-) Manejo de Residuos de cosecha.

Se consideran residuos de cosecha a las partes de las plantas que quedan en el campo, después de la recolección. Comprenden los rastrojos que quedan después de la siega y las partes de las plantas que caen sobre el suelo. Wilson y Richer (1960).

Imporre et al (1983), comentan que en México, en general, se dan dos usos a los residuos de las cosechas. En el caso del maíz en la meseta central y en la parte norte del país, los residuos vegetales son utilizados completamente para la alimentación del ganado y usos en el hogar. En estas áreas existe un uso completo de todos los residuos vegetales, aunque, en general, ninguno de estos usos involucra el compostaje de los mismos para su uso posterior. En las zonas tropicales no se hace ningún uso de los residuos vegetales y estos generalmente son quemados. De la misma manera no hay intentos de hacer compostajes con las malas hierbas de los cultivos tropicales. Así mismo, en las zonas de riego los residuos de trigo son, generalmente, quemados al final de la cosecha.

También merecen ser mencionados los sistemas agrícolas de roza, tumba y quema que son utilizados extensivamente en el sur del país (zonas tropicales), en los cuales en la quema del material acumulado durante el periodo de descanso de los terrenos constituye un desperdicio grande de materiales orgánicos susceptibles de utilización.

Las experiencias en México con respecto al uso de residuos se concentran casi en su totalidad en el uso de los residuos como coberturas vegetales. En especial, se ha estudiado el sistema de cero labranza combinado con el desmenuzamiento de los residuos vegetales y su uso como cobertura vegetal produce el mismo rendimiento de maíz en grano que en el caso de sistemas tradicionales (quema de residuos, fertilización y deshierbe manual), pero resulta más económico y permite la siembra de una área mas grande, ya que se disminuye las horas hombre/ha con el sistema de cero labranza. Asimismo, en el Edo. de Morelos se han obtenido hasta tres cosechas al año (maíz - frijol - maíz), bajo condiciones de riego, y hasta dos cosechas al año (maíz - frijol), bajo condiciones de temporal usando cero labranza y cobertores de residuos vegetales. Otros usos de las coberturas ha sido en sistemas para captación de agua. En estos experimentos se ha observado que las coberturas ayudan a aumentar el contenido de humedad del suelo y, por lo tanto, las posibilidades de éxito de los cultivos en zonas de humedad deficiente.

Según Hughes et al (1972), los residuos de cosecha tienden a prevenir la erosión del suelo en dos formas: con el tiempo un grano crece y la planta tiende a ser dócil para proteger el suelo para el impacto de la gota de la lluvia, salpicación y retrasar el escurrimiento. Volteando bajo la cobertura los residuos de cosecha como abonos verdes adicionados como material orgánico, incrementando su permeabilidad ayudando a una mejor retención de humedad. El nivel de producción en un campo de cultivo tiene una función de los factores de la producción y afecta los escurrimientos superficiales y las pérdidas de suelo, y se presenta un rápido y mayor crecimiento de la biomasa para proteger al suelo de la erosión y luego aporta residuos de cosecha que tienen la misma función. El uso de residuos de cosecha el cual representa un poderoso y eficaz medio, usado como complemento en los trabajos de conservación de los suelos, para reducir el proceso erosivo.

d.-) Tipos de coberturas vegetales.

En base al grado de protección del suelo durante el año, las coberturas vegetales vivas se agrupan en: permanentes y temporales. Holy (1980), haciendo una comparación entre coberturas permanentes y temporales, en su eficiencia en la protección al suelo contra la erosión, concluye: que las coberturas vegetales reducen el proceso erosivo y su eficiencia depende del porcentaje y tipo existente, y por lo tanto, las coberturas vegetales más eficientes para disminuir la erosión son las forestales, pastizales permanentes, pastizales en rotación con cultivos agrícolas y finalmente los cultivos anuales.

e.-) Importancia de la cobertura vegetal.

La cubierta vegetal puede controlar la erosión por chapoteo del agua, el cual recoge las gotas de lluvia que caen y absorbe su energía. La gota de lluvia que es recogida no tiene fuerza para salpicar al suelo. (no podrá erosionarlo).

La efectividad de la cubierta vegetal para poder prevenir la erosión depende de la cantidad presente y de cuán bien ella esté distribuida sobre la superficie del suelo. Ambos pesos, en términos de Kg / ha (peso seco), y cobertura, en términos de porcentaje de superficie del suelo cubierta, son importantes. El tipo de planta es también importante. Las plantas bajas que crecen gruesas, como la mayoría de las hierbas y muchos tréboles, son más efectivas que las plantas que crecen más altas. Las plantas que crecen altas, como el maíz y el algodón, están bastante separadas unas de otras y permiten muchas gotas de lluvia pasar por entre ellas. Asimismo, el agua de las gotas que ellas recogen en sus hojas forman gotas más grandes, las cuales caen al suelo desde las puntas de las hojas. Estas gotas grandes pueden hacer más daño que las gotas de lluvia que recogió la cubierta, porque ellas son más grandes y tienen más peso. (Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos 1984.).

f.-) La conservación de los elementos nutritivos de la planta por la cubierta vegetal.

La cantidad total de suelo perdido por la erosión nos dice solamente una parte de la historia. Ha sido demostrado que la erosión del suelo consiste en un proceso selectivo, es decir, que éste decide qué parte del suelo tomará primero. Como un resultado de esta selección, el suelo removido por la erosión contiene por lo regular cantidades más altas de materia orgánica, limo y arcilla que de materiales gruesos. Y, excepto en casos extremos, el material removido por la erosión contiene cantidades mucho más grandes de alimento de la planta que el suelo del cual el alimento se originó, o que el suelo que es dejado. (Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos, Colegio de Postgraduados, Chapingo, 1974).

g.-) La conservación de la materia orgánica por la cubierta vegetal.

La erosión remueve rápidamente la materia orgánica del suelo, y esto es particularmente verdad donde no hay bastante cubierta vegetal para remover el suelo del impacto de las gotas de lluvia. Pues sin la protección de tal cubierta, es difícil precisamente mantener el contenido de materia orgánica del suelo. (Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos, FAO - PNUMA, 1984).

h.-) La infiltración se aumenta con la cubierta vegetal.

El agudo impacto de las gotas de lluvia, cuando ellas golpean el suelo desnudo durante las fuertes lluvias, demuele los terrones grandes y pequeños y descompone la estructura del suelo. El batido y la sacudida de estas gotas de lluvia forman una masa compacta con las finas partículas del suelo, convirtiéndolas en una capa de superficie lodosa casi impermeable. La erosión lodosa puede ser evitada si se mantiene bastante cubierta vegetal sobre la superficie para proteger el suelo.

Esta cubierta podrá estar compuesta de plantas en desarrollo, de residuos de plantas, o de ambas cosas. Pero es sumamente importante que hay bastante cubierta y que esté bien distribuida sobre la superficie, pues de este modo para evitar que el golpe de las gotas de lluvia arruine la estructura del suelo; y se evita con ella la erosión lodosa. (Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos, FAO - PNUMA, 1984).

i.-) Diferencia entre los cultivos que deterioran el suelo y los que lo mejoran debido a la cubierta vegetal.

Mucho se ha dicho en los años recientes en torno a los cultivos que deterioran al suelo y de los que lo mejoran. En realidad la diferencia entre las 2 clases de cultivos depende de la cubierta vegetal sobre el terreno. Las plantas que deterioran al suelo no proporcionan bastante cubierta y además toman menos materia orgánica y minerales del suelo que las plantas que lo conservan. La cultivación y el hábito de desarrollo de las plantas que deterioran al suelo permite la erosión; y como resultado de ello, la pérdida total de elementos nutritivos del suelo es alta.

Las plantas que conservan al suelo, por el contrario, suministran buena cubierta vegetal una vez que ellas quedan establecidas. Aunque estas plantas toman más elementos nutritivos del suelo, evitan pérdidas a través de la erosión y agregan materia orgánica para mejorar la fertilidad del suelo. Las cantidades comparativas de elementos nutritivos removidos por las cosechas en una rotación de 5 años y en 1 de 3. Uno de los beneficios más importantes de la cubierta vegetal es la preservación de esa materia orgánica. Habrá sido generalmente creído que la oxidación era responsable de las mayores pérdidas de materia orgánica del suelo. Pero ahora se ha demostrado que es la erosión del suelo la que disfruta de esta distinción. La cubierta vegetal en la forma de plantas vivas, desechos vegetales o residuos de plantas hacen buenos tejados, pues sirven como absorbentes del choque al recoger las gotas, rompiéndolas y facilitando su penetración en el suelo como agua clara.

El éxito de la cubierta está determinado por la eficacia con que evita que las gotas de lluvia golpeen al suelo desnudo, es decir, por lo bien que cierta cubierta proteja al suelo. Así, las plantas de bajo desarrollo, formando un pasto denso, cubren al suelo completamente y recogen prácticamente todas las gotas de lluvia, o sea que constituyen una cubierta efectiva. (Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos FAO - PNUMA, 1984).

4.1.1.2.- ABONOS VERDES.

Para los abonos verdes deberá entenderse por estos, como en la práctica de la siembra de cierta planta sobre el terreno para una finalidad especial de incorporación al suelo en la época ideal para el desarrollo vegetativo (esto es antes de la floración). Para la incorporación en varias veces de los abonos verdes para el suelo, se efectuara con una finalidad en agregar Materia Orgánica, manteniendo e incrementando la fertilidad del suelo, y además aumentando en la capacidad de la retención de humedad y reduciendo los escurrimientos superficiales y con ello la erosión.

En la incorporación de algunas plantas o algunos residuos de las cosechas, pueden proporcionar en el suelo algunas propiedades que son deseables, de estas ya se citaron con anterioridad; pero nuestro objetivo primordial es de mantener en un cierto nivel de la fertilidad adecuada, para luego hacer nuestra selección de especies, con requisitos indispensables que puedan satisfacer esta última condición. Las condiciones primordiales deben ser: que sea alguna planta por la cual deba enriquecer al suelo en nutrientes, que contenga un desarrollo foliar fuerte y en incorporar en el suelo las condiciones suculentas (antes de la floración).

Esas plantas que pudieron reunir las características antes señaladas son primordialmente las Leguminosas, de las cuales tienden a fijar el nitrógeno atmosférico, e incrementar en el contenido del elemento al suelo.

Para poder utilizar las leguminosas para fines de abonos verdes, se recomienda elevadas densidades de siembra se podrán utilizar semillas que estén inoculadas para la bacteria específica ya sea en fortalecer a la nodulación y en la fijación del nitrógeno. Además se deben de emplear Gramíneas en abonos verdes lo cual el costo de las semillas de éstas son baratas y al incorporarlas en la forma oportuna, para la fijación del nitrógeno es bajo que en los casos de las Leguminosas. (Instructivo Colegio de Postgraduados, 1977).

4.1.3.- PRACTICAS VEGETATIVAS PARA RESTAURACION DE TERRENOS EROSIONADOS.

Será bastante necesario que se mencione una clasificación de los tipos de tierra y son, del 1 al 8 ya sea en identificar la situación problemática y las medidas de la conservación que requieran en cada tipo de tierra. En la clasificación del 5 al 8 son clasificadas como tierras impropias para el cultivo y es del tipo de tierra en donde se realizó nuestro experimento.

Las prácticas vegetativas son las siguientes :

- .- Cultivo en fajas.*
- .- Planeación de árboles.*
- .- Rotación de cultivos.*
- .- Cultivos de cobertura.*
- .- Abonos verdes.*

Cultivos en faja es un sistema en el cual se utiliza para la conservación del suelo y además consiste en la cultivación de los terrenos con pendientes del 2 al 15 %, con fajas alternadas y una anchura variada con cultivos de escarda y tupidos, además se sigue con un programa de rotación.

.- Protege a los terrenos contra la erosión, y que las fajas en donde se desarrollan los cultivos tupidos, disminuye el impacto de las gotas de la lluvia contra la superficie del suelo, aumenta la oportunidad de infiltrar el agua y puede reducir los volúmenes de escurrimiento. a tal manera en disminuir la erosión en esa faja y atenúa al efecto del escurrimiento pueda producir en las fajas en cultivos de escarda.

.- Puede evitar hasta un 60 % la erosión en los terrenos con pendientes que sean moderadas, y se pueden combinar con un cierto tipo de terrazas, y podrá reducir hasta en un 90 %.

Plantación de árboles. Será necesario en plantar árboles en las tierras forestales que no lo contengan, y si no pueda obtenerse en reproducción natural, se daría cierto tipo y densidad en la cubierta que no se desea, pero se puede depender exclusivamente de dicha fuente una demora que sea innecesaria en la obtención de la cubierta deseada. Se deberá hacer una selección de ciertas especies que han de prosperar lo adecuado para la siembra de arboles.

Rotación de cultivos. En la rotación de cultivos es la sucesión de los cultivos diferentes en los ciclos continuos en una área de terreno determinada. Para las rotaciones de cultivo tienen una aplicación casi nula. Para los agricultores es poca la utilización de las rotaciones, ya sea por un desconocimiento de los beneficios o por la presión de cultivar, año con año, determinado cultivo. Se señaló que en un campo recién barbechado, que anteriormente era una pradera, es menos erosionable que otro campo continuamente labrado. Foster y Meyer (1977).

Se le atribuye a la cadena de raíces finas y a la estructura del suelo formada durante la permanencia de la pradera, el mantener altos rangos de infiltración, protegiendo al suelo de las fuerzas erosivas.

- Mejora o mantiene la fertilidad de los suelos.
- Previene la incidencia de plagas, malezas y enfermedades.
- Controla la erosión del suelo.
- Mantiene cubierto el suelo de vegetación en las zonas de temporal.
- Conserva la humedad del suelo de una estación a la otra estación.

Cultivos de cobertura. Esto puede constituir una práctica vegetativa la cual tiene una finalidad, formación y establecimiento de una cubierta vegetal ya en el terreno para la conservación y mejoramiento. Para usar los cultivos de cobertura es bastante importante en las áreas donde han estado desapareciendo la vegetación y esto se debe por la acción hídrica o eólica, y posteriormente de que se ha cosechado el cultivo principal y del suelo está expuesto a los agentes de la erosión y entre las plantaciones de frutales estos no forman la cobertura total en la superficie del suelo.

Para un tipo de cultivo, podrá ser aprovechado como un forraje verde, heno, producción de granos o como abono verde, puede ser de acuerdo con la especie de que se trate. Para estos cultivos podrán ser permanentes o en ocasiones, si están en las características de la especie cultivada. Para el empleo de cierto tipo, dependerá de los objetivos del programa.

Los cultivos que son principalmente de cobertura pueden constituir los pastos pero que no se deben de excluir en utilizar leguminosas tales como : Alfalfa, Sinatro, Hebo, Trébol Persa, Trébol Blanco, Trébol Rojo, Chicharro Forrajero, etc.

Pastos : Buffel, Pangola, Pará, Guinea, Bermuda, Estrella Africana, etc. (Manual Colegio de Postgraduados, 1977).

4.1.4.- RECUPERACION DE SUELOS EROSIONADOS.

Para la recuperación deberá ser rentable a mediano y largo plazo. En las zonas que contiene problemas de erosión más o menos graves, se trata en frenar o para detener los procesos erosivos que tienen lugar y poner los medios para regenerar al suelo de las zonas erosionadas. Algunas de las veces para la regeneración del suelo erosionado es muy lenta y se buscara en aumentar la infiltración y poder frenar la circulación y velocidad del agua de escorrentía, y así en reducir nuestra carga de sedimentos de la misma. Para esos planes en la recuperación en las zonas erosionadas es en especial importante en las zonas que tiene problemas de avenidas así como en las cuencas en la recepción de embalses, lleno que retardan la circulación y reducción del volumen de las aguas de escorrentía, ya que al mismo tiempo el volumen de sedimentos que son arrastrados es también menor. Así es primordial nuestro control en la erosión en zonas donde nuestro problema es localizado para evitar la extensión y profundización. Ayala (1989).

4.1.5.- ACOLCHADOS VEGETATIVOS.

Un acolchado es una capa apropiada protectora adecuada de material orgánico u inorgánico aplicado o dejado sobre o cerca del suelo como una ayuda temporal en la estabilización de la superficie y mejorando las condiciones microclimáticas del suelo para el establecimiento de la vegetación.

Esto es en contraste a una sustancia que mejora el suelo cambiando sus propiedades físicas no nutritivas, la cual es una material orgánica o inorgánico; como el limo fertilizante o estiércol que es incorporado al suelo en la zona del raíz para hacerlo más productivo a la cosecha.

Razones para utilizar materiales orgánicos en tierras erosionadas.

Los acolchados han sido utilizados por años para proteger la erosión del suelo y el excesivo secamiento de la agricultura, en construcción de carreteras, estabilización de las orillas en los bordes de los caminos, y en el desarrollo de tierras perdidas. Sin embargo, los acolchados han sido utilizados en años recientes en las superficies explotadas, restauración para ayudar al establecimiento óptimo de la cubierta vegetal para situar, afirmar y producir.

En el este por muchos años se ha reconocido que la rápida revegetación de un grado de inclinación reciente o de una distribución en áreas de superficie explotadas son unos de los más importantes significados para el control efectivo del excesivo escurrimiento, erosión y sedimentación, sin embargo, las características físicas y químicas de los suelos explotados pueden causar adversidad al medio ambiente y un microclima de condición de estrés que impiden el establecimiento y el crecimiento de las plantas.

Las siguientes condiciones de estrés son las más perjudiciales para la germinación de la semilla y el desarrollo subsecuente de la planta: erosión, temperaturas extremas de la superficie del suelo, carece de una humedad disponible, y extremos en el pH. Estos factores con una gran carencia de nutrientes y materia orgánica, hacen que sea difícil el establecimiento y mantenimiento de diversas cubiertas vegetales productivas que podrían encontrarse un standar de restauración. Para aliviar esas condiciones y hacer el suelo más favorable para el establecimiento y crecimiento de las plantas. La alteración del área puede ser modificada en la adición de los fertilizantes y de la cal son usuales en los procesos de vegetación, la aplicación de una superficie de acolchado puede ser usada para modificar las condiciones de crecimiento de las plantas.

La protección de la capa debería mantener la estabilidad del suelo dentro de los niveles aceptables durante el tiempo requerido para que las plantas de los semilleros emerjan y así mismo se establezcan y después continúe acrecentándose el crecimiento vegetal y después continúe realzando el crecimiento vegetativo hasta que el área tratada llegue a una estabilización permanente. Además, los acolchados pueden ser usados en cualquier distribución lugares de explotación con desprotección superficial por una temporada en una área de erosión, quedando así, está protegida. Por ejemplo, cuando se quiere aprovechar la pendiente de un terreno y las condiciones son completamente desfavorables para la plantación y la germinación. El acolchado puede ser utilizado.

Los acolchados orgánicos estabilizan el suelo, reducen la pérdida de erosión, incrementa las condiciones de crecimiento de la planta, y ayuda en la construcción de un perfil apropiado en suelos explotados. Heno, paja, y algunas hidroacolchados son más comunmente usados. Sin embargo recientes restricciones de varios tipos de acolchados orgánicos desechados (residuos de cosecha, residuos de madera, ramas, residuos municipales, desechos industriales, etc.) tienen gran interés en el uso como acolchado o enmiendas para superficies de suelos explotados. El uso para estos recursos en la recuperación de los suelos degradados pueden ser auxiliados no solamente para el alivio y disposición de problemas para varios residuos que han sido probados, pero sólo para el control de la erosión por un tiempo corto simultáneamente protegiendo o incrementando la cualidad de su ambiente. (Slick M. Bernard y Curtis R. Willie, 1985).

Control efectivo de la erosión; estudios comparativos de alternativas en técnicas de acolchados.

Según Harding, V. Michael (1990), dentro del rango de la revegetación y control de problemas de erosión junto a una diversidad de productos y técnicas empleadas para su dirección. La opinión general sobre los estados de especificación en cuanto a variedad de productos en el control de la erosión. Consecuentemente, el standar no uniforme que existe puede ser usado para seleccionar materiales basados en su control efectivo de la pérdida de suelo. Utilizando un simulador de lluvia, pruebas y prácticas fueron hechas para conducir a determinar el control efectivo de la erosión de materiales alternativos. Tratamientos en donde se aplicó a una cama de suelo o sedimentos de arcilla con una inclinación del 9 % y fue sometido a la prueba del simulador de lluvia a intensidades de 10.66 cm y 14.73 cm por una hora. El agua de escurrimiento (Kg) y los sedimentos en (gr) fueron colectados y pesados por una práctica de prueba del control de la erosión.

La concentración de los sedimentos en el escurrimiento, la reducción de la velocidad del agua y la pérdida del suelo fue comparada con los valores obtenidos de un suelo desnudo. La diferencia en los resultados parecen indicar que el control efectivo de la erosión con la alternativa de la técnica de acolchados fue aprobada. Donde la velocidad del agua fue reducida por la estructura intercelular del acolchado, la concentración de sedimentos en el escurrimiento del agua y finalmente, la pérdida de suelos se mostró ser correspondientemente reducida. Inclusive, los materiales de monofilamentos de nylon no mostraron ser tan efectivos como la materia orgánica, material posiblemente debido a que carecía de capacidad de retención de humedad y en general poseía una inhabilidad para atrapar las partículas del suelo eficientemente. A través de las evaluaciones de laboratorio de productos del control de la erosión quizá no estén aprovechados al máximo para determinar la capacidad y eficiencia en el campo, el propósito de las pruebas con el simulador de lluvia, fue para demostrar un método para la evaluación alternativa de las técnicas de acolchados en donde mediante este trabajo se fabricaron los parámetros de control de la erosión y su dirección.

Selección de Acolchados.

En el plan de reestructuración y desarrollo, la primera tarea que hay que seguir es la selección de la especie de una planta para elegir el acolchado. La selección del material correcto es difícil porque no un material de acolchado es el mejor para todas las situaciones. Las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, el grado de longitud de la pendiente, la exposición y el clima son consideraciones importantes. Los acolchados algunas veces pueden causar problemas incluyendo nutrimentos y parálisis, inhibición de la germinación, aumentar el potencial de la maleza, y la atracción de organismos no deseados y plantas enfermas. Un material debería ser elegido sólo después de las consideraciones del potencial de estos problemas.

No todos los materiales son aptos para todos los sitios; un número de factores afectan la adaptabilidad. Sin embargo, esos factores son considerados por separado, esto es que sus combinaciones influyen para determinar la necesidad para un acolchado y el potencial del material seleccionado. La selección de un tipo de material sobre otro no complica solo consideraciones del material por si mismo, sino que también el conseguirlos comercialmente es uno de los muchos factores que interfieren para tomar una decisión. En la elección de un acolchado, considerar todos los criterios de seguimiento como base para comparar y evaluar materiales, y determinar cuál de los atributos son más importantes en cada situación particular, entonces la elección del material debe necesariamente satisfacer los requerimientos y las necesidades.

Propuesta para la Utilización de un Acolchado.

Cuando se esté planeando el tratamiento de un acolchado y la selección de un equipo adecuado para su aplicación. Uno debe familiarizarse entre los requerimientos legales y los objetivos de la protección de la revegetación. El tipo y cantidad del material acolchado seleccionado dependen de las condiciones del sitio, la cubierta vegetal por ahora solicitado y aprobado para su uso después de la explotación de los bancos de material, y los requerimientos regulatorios para el control de la erosión.

El acolchado es usado como cobertura y protección en la superficie del suelo y la cama de siembra; para el control de la erosión en pendientes inclinadas y en caminos arrollados; y como en plantas de acolchados para conservar la humedad, protección de la superficie y las raíces, y para el control de las malezas y retardando su propagación por semilla alrededor de los árboles y arbustos.

Protección de la Superficie.

Todos los acolchados proveen de alguna protección para la superficie de suelo si se utiliza en suficientes cantidades la aplicación de cantidades proporcionan a un $\frac{1}{4}$ de ha., 2 pulgadas de grueso es generalmente adecuado dependiendo del material usados para el acolchamiento. El rango para raciones de aplicaciones efectivas varían en cuanto a los materiales usados para el acolchado, y esto corresponde al porcentaje del área de superficie que será cubierta, las condiciones del sitio y los patrones de lluvias estacionales.

La función más importante de un acolchado en la protección de la superficie es proporcionar un escudo de protección y obstruir el agua hacia la superficie del suelo. El acolchado neutralizará la variación brusca de viento y la energía cinética de la salpicación de la gota de agua; irá disipando la energía y absorbiendo la acción del viento y movimiento del agua. Un acolchado con sus bondades como auxiliar en la superficie del suelo apretando las partículas del suelo con un volumen de partículas de mayor tamaño que es menos fácil de desplazar. El acolchado más efectivo es uno (el que se asemeje a una corteza o cáscara) este está provisto de un tamaño, una cubierta protectora y una buena adhesión a la superficie del suelo con resistencia a la erosión del viento y del agua.

Se debería tomar extremo cuidado para ver que materiales de un acolchado son eventualmente extendidos sobre el área. Una cubierta parcial de la superficie es menos eficiente en la protección de la superficie del suelo en el control del lavado que le ocasiona la lluvia. A medida que el porcentaje de cobertura se incrementa el escurrimiento se disminuye. La efectividad de un acolchado en la estabilización de la superficie del suelo es que posee la función de cobertura y durabilidad.

Usualmente el mínimo entre varios de los acolchados necesitan una cobertura para la protección del suelo de un 75 % . Esto se ha obtenido cuando se compara un sitio desnudo, con uno que contiene cobertura de un acolchado ; en los plano sin pendiente reduce al 50 % la erosión con cifras por 35 a 40 % en el rango de las tierras con pendiente de derrame. Por ejemplo, en una simulación del 15 % de inclinación con 250 Kg por acre (618 Kg / ha) de un acolchado de paja con solo 34 % de cobertura superficial, se redujo la erosión cerca de la mitad y esta práctica se considera un tratamiento muy bajo de acolchado 500 Kg por acre (1235 Kg / ha) ó 49 % de cobertura, reduce la erosión a 1 / 3 o menos; 4 toneladas por acre (9884 Kg / ha) ó 100 % de cobertura reduce esto por más del 95 %.

Se ha comprobado que 1500 kg por acre (3700 kg / ha) de residuos de cosecha en la superficie del suelo ha reducido la erosión en tierras cultivadas hasta la mitad comparando con la labranza convencional sin residuos. Si los residuos de cosecha son usados para la protección de la superficie del suelo de nuevo la cobertura podría ser igual a 2 ton / acre (4940 kg / ha) o más.

Cobertura que Proporcionan los Acolchados en la Siembra.

Un buen suelo y el control del agua es atinado para establecer un césped rápidamente, de este modo lo mas deseable seria que los acolchados alertaran la rápida germinación incrementando la emergencia de la siembra y estimulando el desarrollo. Los acolchados deberán ser aplicados en raciones óptimas y profundidad para que tal manera dieran la necesaria protección para la superficie del suelo y alentar la germinación de la semilla.

Los acolchados usados como cobertura en las nuevas plantaciones reducen la evaporación de la humedad de la capa del suelo en la cual la germinación joven de la siembra se establece. Sin embargo por ninguna manera el acolchado podría reemplazar al suelo como cubierta de una siembra. La capa de la cubierta del suelo para la siembra es esencial especialmente durante los periodos secos. La cobertura del suelo asegura que un acolchado orgánico se humedecerá cerca de la semilla causando una pobre germinación.

En el establecimiento de la vegetación un 100 % de cobertura de acolchado es más importante que esperar o necesitar un volumen para controlar la erosión se requiere aplicaciones uniformes para completar el efecto y nivelar o uniformar la revegetación.

En la germinación y el establecimiento de los pastos, leguminosas y plantaciones directas de una buena vegetación en superficie de suelo descubierta los factores importantes de un acolchado son: el espesor, el tipo y el tamaño de la partícula del material. El espesor del acolchado debe ser lo suficientemente delgado como para evitar asfixiar la emergencia de las semillas. El tamaño de la partícula debe ser lo suficientemente largo como para atrapar o sostener la cobertura evitar la pérdida y abrir y liberar lo suficiente para la compactación.

Acolchados en Contra de la Erosión.

Una función vital de un acolchado es reducir o prevenir la erosión de la superficie por medio de un escudo absorbiendo y dispersando la energía. Un suelo con pendiente, desnudo, sin vegetación con suelos explotados son susceptibles a tener unos grandes valores de pérdida de suelo por lo tanto, esfuerzos especiales para prevenir la erosión de la superficie son garantizados, especialmente porque la reparación del daño de la erosión es uno de los recursos más caros en los sitios explotados.

Vegetando las áreas perturbadas tan rápido como sea posible es sólo una de las más importantes y prácticas soluciones para prevenir la erosión excesiva. Sin embargo, cuando las condiciones del sitio son tales que la vegetación sola no puede imponerse a resistir el estrés causado por la erosión el acolchado puede ser usado para reforzar las cantidades de vegetación. Un acolchado apropiadamente seleccionado usado con otras buenas prácticas de manejo es lo más indicado para estabilizar la pendiente hasta que la cobertura de la vegetación sea establecida.

El objetivo de los acolchados es hacer que la superficie del suelo áspero minimice la separación del mismo e impide que el agua que esta por encima de la tierra corra, por lo cual, reduce la velocidad de la misma incrementando la infiltración. Para prevenir la erosión los acolchados deben de adherirse. Un acolchado que hace buen contacto con la tierra reduce el potencial de separación y transporte de las partículas del suelo. La diversidad de acolchados pueden unos u otros físicamente bloquear o checar el movimiento de las partículas de la superficie del suelo.

Muchos acolchados sólidos que se componen de pedazos de corteza y gruesos o fibras disminuyen la erosión porque cada pequeña partícula viene a estancarse en ellos actuando así como una obstrucción al escurrimiento del agua o la degradación del viento. La fibra más grande y más larga es la más efectiva en el control de la erosión. La paja puesta transversalmente a una pendiente crea un estancamiento y un reservorio o zanja para contener en ella los sedimentos y desarrollar dentro un pequeño asentamiento o banco. Esto no sólo reduce el poder erosivo del agua sino que también provee de tiempo para que más agua se filtre poco a poco en el suelo. En las tormentas torrenciales los acolchados deberían ser anclados para ser efectivos.

La erosión natural procede de muy bajos niveles aproximadamente de 0.1 a 1 ton / acre (0.247 a 2.47 ton / ha) de sedimento, es una pérdida por año que protege de los desechos del agua. La erosión agrícola ocurre en niveles de 0.3 a 6 ton / acre / año (0.740 a 14.82 ton / ha / año). Los niveles de erosión para actividades de la construcción tiene rangos que van desde 3 hasta 200 ton / acre / año (7.41 a 494.21 ton / ha / año) las operaciones de bancos de material se continuarían por más de 2 años si se pudiera comprobar que se mantiene un sedimento no mayor que 5 ton / acre / año (12.35 ton / ha / año).

La erosión del viento ocurre primordialmente cuando reduce la humedad contenida durante periodos de sequía. La baja humedad contenida, permite que el viento desprenda y transporte las partículas ligeras de arcilla. Cuando el viento viene cargado de partículas de suelo su actividad abrasiva incrementa. Las partículas erosionadas por el viento son menores que 0.02 pulgadas de diámetro. Más del 93 % del total del movimiento del suelo ocasionado por el viento toma por debajo de 1 pie y 50 % o probablemente más ocurre dentro de 2 pulgadas de la superficie del suelo. Sería adecuado y anclar los acolchados y así podrían ellos reducir la velocidad del viento en la superficie y disminuir el movimiento de las partículas y el polvo.

La Ayuda Del Acolchado para la Planta.

El desagradable microclima de los suelos explotados están muchas veces deteriorando el establecimiento de la vegetación, especialmente arbustos y arboles donde los suelos son secos o cuando la planta quiere enraizar se encuentra con zonas de poca profundidad; aplicaciones abundantes de un acolchado ayudarán para: conservar la humedad, aislar del calor o las heladas las raíces de las plantas en suelos de poca profundidad e inhabilitar la competencia de las malezas y otras vegetaciones herbáceas. Un buen acolchado para arbustos individuales, plantaciones de árboles en grupo y plantaciones en hilera deberían retener agua, ser vastos, porosos y no tóxicos.

Además para proteger las delicadas raíces de las plantas y los organismos del suelo que tiene influencia directa el calor excesivo y la sequia en el verano, los efectos de las heladas y desheladas tienen que considerarse. Un acción prolongada de escarcha son responsables de hacer algunas de las condiciones físicas malas en un buen tiempo cuando estas toman lugar en suelos explotados. Con la aplicación de acolchados estos efectos se pueden reducir para dar lugar a los renuevos o germinación de las semillas.

Características del Sitio.

Un acolchado deberá ser tolerado para las características del sitio donde este es usado. Evaluación de factores topográficas y geológicas requieren información del gradiente de inclinación o pendiente y longitud, aspectos de " macropendiente y micropendiente ", tipo de suelo, dureza, y potencial de erosión porque este tipo de información puede decidir el material de acolchado que se adiciona al sitio y este capacita al suelo para disminuir el estrés de la erosión. Esto implica un repaso de información desde la primera investigación del sitio y circulación de áreas. Consultas y notificaciones de escurrimientos, transporte de suelo y potencial de contaminación de mantos freáticos se podría obtener de USDA (Soil Conservation Service) Servicio de Conservación del Suelo.

Pendiente.

Las consideraciones topográficas para el control de la erosión, establecimiento de la vegetación y uso de la tierra incluyendo lo permisible en longitud e inclinación de la pendiente. La inclinación de la pendiente y la longitud de la misma significativamente afectan los niveles de erosión y velocidad de escurrimiento. Cuando la inclinación y la longitud de la pendiente se incrementan; ocasiona a incrementar la velocidad, turbulencia y el volumen de la superficie de escurrimiento dando como resultado un crecimiento erosivo a no ser que se toma una medida para el control de la erosión.

La capacidad de movimiento del agua se aumenta a medida que la velocidad se incrementa. La velocidad incrementada asociada con pendientes inclinadas ocasionan más sedimento para quedar en suspensión sobre pendientes más pequeñas. Si la velocidad del agua crece y se duplica se debe al incremento, el grado y la longitud de la pendiente, el agua puede ser capaz de transportar las partículas del suelo 64 veces más lejos y cargar o acarrear 32 veces más el material en suspensión.

Largo e inclinado en pendientes usualmente se erosionan rápido y son más difíciles para vegetarse y para mantener las pendientes en pedazos cortos y nivelar el área. Pendientes largas, intactas de moderada inclinación o suave ondulación de terreno sufre más erosión que en terrenos más inclinados pero con pendientes cortas. Para áreas iguales, doblando la longitud de la pendiente el suelo pierde por un factor de 1.5. La longitud de las pendientes permite que el escurrimiento de la superficie se concentre creando riachuelos y cárcavas, erosión en canales; esto causa inconveniencias y pérdidas de eficiencia en una tierra que ha sido explotada usando maquinaria.

La explotación de bancos de material ha menudo resulta con pendientes inclinadas que dificultan la estabilización con la vegetación. Las técnicas de acolchado son usualmente limitadas para pendientes de 2 : 1 (50 % ó 26.5 °), o con menor inclinación y con una pendiente cercana a 4 : 1 (25 % ó 14 °) esto es lo máximo para una operación de curva de nivel de recuperación usando maquinaria.

Nosotros usamos las siguientes clasificaciones para las pendientes :

<i>Pendiente</i>	<i>Inclinaciones</i>			<i>Longitudes</i>	
	<i>Relación</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Grados</i>	<i>Pendientes</i>	<i>Medida en PIES</i>
<i>Plano</i>	<i>10:1</i>	<i>10.0</i>	<i>5.75 o menos</i>	<i>corta</i>	<i>33 o menos</i>
<i>Ondulado</i>	<i>3:1</i>	<i>33.33</i>	<i>18.5</i>	<i>mediana</i>	<i>66</i>
<i>Inclinado</i>	<i>2:1</i>	<i>50.0</i>	<i>26.5</i>	<i>larga</i>	<i>100</i>

En un 4 % de 40 a 70 pies de pendiente los niveles de erosión son relativamente bajos aún sin acolchado. Los sedimentos fueron reducidos por debajo de 5 ton / acre en un 20 % 150 pies de pendiente donde 25 ton / acre de madera dura mezclada y picada con 100 % de cobertura del suelo y fue sometida a una corriente intensa de agua con una capa de 2.5 pulgadas.

Los acolchados pierden efectividad cuando la pendiente se incrementa. Por ejemplo, un 20 % con 50 pies de pendiente y 95 % de cobertura de 2.5 ton / acre de paja produce una erosión a niveles cercanos a 70 ton / acre. El acolchado de paja no fue el indicado en esta pendiente pues se produjeron riachuelos por debajo del acolchado. El nivel indicado para controlar la erosión con un acolchado como la paja debe ser en pendiente menores del 20 % .

Los factores en donde se ejerce mayor influencia del acolchado en suelos son :

- Control de malezas.
- Humedad del suelo.
- Temperatura del suelo.
- Estructura física del suelo.
- Fertilización.
- Actividad microbiana.

4.1.5.1.- BAGAZO DE CAÑA.

El subproducto o residuo de la molienda de la caña se le conoce como bagazo; es una fibra leñosa el cual contiene la caña, y sale de los molinos unida al jugo residual y la humedad que queda del agua de imbibición. La inmensa mayoría del bagazo que se produce, equivalente a la cuarta parte de toda la caña que se muele en el mundo, el cual puede servir como combustible para generar vapor en los ingenios productores de azúcar crudo. El manejo del exceso de bagazo puede constituir un problema, debido al espacio que ocupa el bagazo.

El bagazo de otras fábricas azucareras la emplean como ingrediente en la elaboración de papel y tableros de construcción; como material de cobertura para los cultivos, camas de paja para aves de corral y ganado, y también como ingrediente en la elaboración de plásticos.

Según las cifras dadas por Tromp y otros, Hugh considera como peso medio del bagazo en bulto es de 12.5 libras por pie cúbico (200 kilogramos / mt cúbico) cuando está apilado, y de 7.5 libras por pie cubico (112 kilogramos / mt cúbico) cuando está suelto. (Spencer - Meade, Manual de Azúcar de Caña 1967).

4.1.5.2.- OCOCHAL (HOJA DE PINO " *Pinus devoniana* y *Pinus oocarpa* ").

La hoja del pino (pinus devoniana y pinus oocarpa) se podrán encontrar en El Bosque La Primavera, la cual permanece sobre el suelo de estos bosques, ayudando junto con algunos otros vegetales en la retención del suelo; dicho mecanismo diseñado por la naturaleza ha ayudado en la prevención de la erosión durante muchos años. Por la facilidad de colección, material regional, relativamente económico se ha tomado este modelo para aplicarlo en terrenos degradados de bancos de material, con una pendiente del 30 % en las pruebas que se efectuaron en esta tesis.

4.1.5.3.- RASTROJO DE MAIZ.

El rastrojo de maíz es el residuo que queda después de cada cosecha en donde se aprovecha el cultivo, cobran importancia contribuyendo en la prevención de la erosión hidrica del suelo, ya que estos residuos disminuyen el impacto de la gota de la lluvia, evitando así la separación de las partículas del suelo que mantienen una cohesión entre si; si esta cohesión fuera perturbada la separación de las partículas junto con la pendiente ocasionaria la formación de cárcavas.

4.2.- BANCOS DE MATERIAL (minería de cielo abierto).

En la mayor parte en las actividades que desarrolla el hombre son, en mayor o menor grado, agresivos para la naturaleza. La minería tiene un interés especial, lo cual son las actividades extractivas que pueden constituir cierto uso temporal en los terrenos y, si no hay una restauración consiguiente, las superficies son abandonadas están en cierta situación de la degradación y sin posibilidades reales en aprovechamiento por parte de ciertos tipos de actividades. Para la extracción de ciertos recursos minerales pueda que implique ciertos periodos en la ocupación de terrenos con frecuencia no pueda superar los 20 ó 30 años, ya sea en algunos casos especiales como en los yacimientos metálicos. En el abandono de esas áreas se deben de hacer en una manera de juicio y responsable, en alguna manera en el terreno alterado siga siendo un terreno útil para un uso determinado, sin estar perjudicando al medio ambiente.

Para la sociedad actual ya comenzó a poder considerar en las explotaciones mineras como ciertos usos transitorios en el terreno en el marco en la ordenación del territorio, como las lógicas salviedades que están relacionados en la ocurrencia y el descubrimiento de yacimientos, y es necesario de nuevo acondicionar los terrenos afectados para poder tomar un equilibrio en el desarrollo económico y en la conservación de la naturaleza. Para la vialidad de la recuperación en los terrenos es a todas luces factible, lo cual constituye en no pocas estaciones un valor que se añade al mismo proyecto minero. (Instituto de Ingeniería Geoambiental, 1991).

4.2.1.- REHABILITACION DE BANCOS DE MATERIAL.

Notas del Curso de Ingeniería Geoambiental (1990).

1.- *Otras medidas complementarias, demoliciones, obras de drenaje, etc.*

2.- *Medidas para la recuperación mediante el uso de la vegetación.*

- .- Remodelado de taludes.*
- .- Retirada, acopio y mantenimiento del horizonte fértil.*
- .- Mejoras edáficas.*
- .- Modelado del paisaje vegetal a desarrollar.*
- .- Selección de especies vegetales y densidad.*
- .- Método y época de ejecución de las plantaciones y siembra.*

3.- *Estimaciones económicas y calendario de ejecución.*

- .- Calendario de ejecución.*
- .- Operaciones principales.*
- .- Mediciones de materiales utilizados.*
- .- Obras estructurales.*
- .- Presupuesto de ejecución.*
- .- Mano de obra.*

4.2.2.- ACCESO A LA EXPLOTACION O INSTALACIONES.

Se debe de realizar en una forma para que se pueda evitar el impacto visual, y para esto se evite las entradas de frente, alejamiento de corredores visuales, etc.

Protección de vistas :

Se deberá hacer de una elección de huecos sobre las zonas que están ocultas en las vías de comunicación o en los núcleos urbanos. Esto se logra, cuando los recursos lo puedan permitir, con ataque de la exploración en las laderas opuestas a las zonas visibles, se dejarán zonas sin explotación, ya sean muretes naturales, explotación en forma de tronco de cono.

Se deberá aprovechar las cortinas rompevientos con vegetación natural que puedan actuar como pantalla visual, sónica y contra el viento. Esto se logra con la plantación de árboles de rápido crecimiento, terraplenes, etc. (Op. cit.).

4.2.3.- EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Para poder evaluar los impactos ambientales en minería y así para identificación, predicción y prevención en las alteraciones ambientales que se pueden producir en las actividades extractivas, en donde la investigación y la exploración minera, y el procesamiento de las sustancias que se van a beneficiar. En estos estudios se deberán de estar basados en los proyectos de explotación que se efectúan con anterioridad o en forma simultánea con los de la restauración.

En esta forma de predecir ya sea más lógica y racional, para ello permita mantener una cierta coherencia entre las labores que sean previstas, sean incorporadas en determinadas modificaciones o criterios sobre las mismas, para poder conseguir cierta recuperación en los terrenos que sean mas en el tiempo y a menos costo, y se puede ser garantizado en esta forma la factibilidad en la explotación. Para las evaluaciones del impacto ambiental hay un objetivo principal, que es la predicción en las consecuencias ya sean temporales ó permanentes en el aprovechamiento de cierto recurso natural o en la realización de una obra humana ya que puede ocasionar en el medio ambiente. Facilita valorar, y puede ser dentro de los márgenes de la confianza, la viabilidad de la realización antrópica y una repercusión medioambiental. (Notas del II Curso General de Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales, 1991).

4.2.4.- MEDIDAS DE RESTAURACION Y CORRECCION.

Notas del II Curso General de Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales (1991).

Ya que se deban determinar y evaluar los impactos ambientales estos son producidos sobre una explotación minera de cielo abierto, se deberá proceder a indicar las precauciones que sean necesarias para la compensación los efectos. Estas precauciones necesarias se debe referir ya sea en los impactos que sean temporales, que se producen solamente en el tiempo que dura la explotación, o como los impactos finales que están al termino de esta operación minera, lo que constituye esto último, al plan de la restauración. Para un mejor desempeño para la determinación de las medidas de corrección en cada caso, lo cual se buscará en analizar cada proceso que pueda producir los impactos temporales y buscar las actuaciones adecuadas.

4.2.5.- REHABILITACION DE SUELOS Y VEGETACION.

El suelo es un soporte en la vida vegetal y animal que deben separarse durante cierto tiempo que dura la explotación si el suelo no pueda reinstalar en cierto tiempo corto, el cual deberá mantener apilado en montones o filas en poca altura ya sea en evitar tanto en la compactación como en la revegetación para que no disminuya sus propiedades químicas. Para ello se buscará especies que se consigan fácilmente en el mercado. Para instalar al suelo vegetal, se deberá realizar una cierta siembra con herbáceas (GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS) para poder crear la alfombra protectora para evitar la erosión del suelo. Después y la función del uso de el terreno se realizara una revegetación con arbustos y árboles.

En caso de explotaciones que faciliten la recuperación de los terrenos en el tiempo que dure la explotación, y es conveniente la creación de un vivero propio, con arbustos y arboles. Para las siembra de semillas deberá ser de 3 tipos : Siembra de hileras, al voleo e hidrosiembra; cada una de ellas dependerá de los factores climáticos, edáficos, topográficos y económicos. (Curso de Ingeniería Geoambiental, 1991).

4.3.- SUELO Y EROSION.

4.3.1.- SUELO.

El suelo es un resultado en la acción conjunta del clima y los organismos vivos en la corteza terrestre. Formado por una mezcla de las partículas minerales y orgánicas que resultan en la producción de fragmentos minerales pequeños por la meteorización, con la incorporación de la materia orgánica por la descomposición de los tejidos vegetales , animales y la organización de estos elementos en capas más o menos definidas u horizontales, y al formar el perfil del suelo. Un suelo típico está compuesto por un 50 % de materia sólida y u otro 50 % de espacios intermedios o poros, llenos de agua o aire. El aire es muy necesario en la vida dentro del suelo y puede estar saturado de humedad y CO2. En la textura del suelo puede estar bien definida en las proporciones de las partículas de diversas dimensiones (grava, arena, limo y arcilla). Morales (1990).

El suelo provee a la planta el soporte para las raíces y la reserva de agua. Además, contienen los nutrientes minerales en solución que la vegetación puede requerir. En la calidad del suelo se controla por algunos factores, como las propiedades en la capa de rocas subyacentes (roca madre), el clima, la actividad de los organismos vivos, el relieve y el tiempo en el cual los procesos de la formación del suelo pueden actuar. En forma muy general, los suelos pueden mostrar una zonación altitudinal marcada del nivel del mar hasta el nivel de las nieves permanentes, pueden corresponder a grosso modo en las fajas altitudinales de la vegetación. El suelo, es el soporte de la vida sobre la tierra.

Sin él no habría vegetación, en todo caso vida animal. Se puede evidenciar que si no hubiera suelo no habrá agricultura, ganadería o silvicultura. Si la subsistencia humana, salvo la pesca, dependería de la conservación de los suelos. El suelo es el medio dinámico y vivo, es decir que nace y que evoluciona. (Ayala, 1989).

Cuando en la textura no es uniforme, las partículas más chicas se van acumulando en los espacios de las grandes, la materia orgánica puede formar alrededor de los granos, que forman agregados más o menos estables o " Grumos " determinan sobre todo la estructura del suelo. La estructura y la textura del suelo puede determinar en gran parte las propiedades que son importantes para un crecimiento de las plantas (Op. cit.).

Bióticos el peso de los animales que albergan el suelo por unidad de superficie es superior al del ganado que debe mantener.

El inicio cuando la roca madre o el substrato, en el que se forma el suelo, puede alterarse por la influencia del clima y la vegetación. Cuando la evolución acaba, para unas condiciones ecológicas dadas, puede dar al medio con un equilibrio dinámico estable, que los órganos - minerales, dotados por unas propiedades físicas químicas y biológicas bastantes definidas, pueden dar al suelo las características propias e individuales. (Op. cit.).

El suelo no sólo es un terreno mineral que está presente sino una parte del ecosistema con todos los componentes, los cuales son : Abióticos, agua y aire. El agua puede disolver los iones minerales y puedan ser captados por las plantas y es un medio de vida para millones de microorganismos. Estos se adhieren en las partículas minerales y ocupan los intersticios los cuales desplazan al aire. Un suelo seco contiene bastante aire, pero anegado lo podrá perder todo. (López, 1984).

Se puede definir al " sistema de tierra " como al área o un grupo de áreas que existen en un cierto patrón repetido de topografía, suelos y vegetación. Estos sistemas de tierra podrán ser agrupados por él en "Regiones de tierra" y "Provincias de tierra", de acuerdo en la estructura geológica general que representan. (Cochran, 1973).

Los minerales, que provienen de cierta disgregación lenta de la roca madre, y se pueden encontrar por debajo o bien, que han sido depositados allí, ya sea por el viento u otra corriente fluvial. Se afloran en la superficie por la evaporación y el ascenso capilar del agua desde las zonas profundas. Según la cantidad de aniones y cationes minerales disueltos del suelo es ácido o alcalino. Los suelos tropicales deberán estar muy marcados como ácidos.

Se puede depender del diámetro de las partículas minerales, las texturas del suelo podrán variar desde arcilloso - muy fino el grano; suelo pesado y mal drenado - arenoso - grano mayor de 2 mm no puede conservar la humedad. Humus o mantillo es una capa esponjosa y negra que cubre los suelos fértiles. Este proviene de la descomposición de las hojas caídas. Dada la alta producción de las gramíneas, las praderas no pastoreadas son bastantes ricas en humus. Esto se deberá de incorporar al suelo los minerales que utilizaron las plantas. Esta presencia es importante, lo cual confiere al suelo porosidad y capacidad de la retención del agua. La pérdida del humus en suelos descubiertos es el comienzo de la erosión.

4.3.2.- EROSION.

El termino erosión proviene del verbo ERODERE, que significa roer. Se refiere al desgaste de la superficie terrestre bajo la acción de los agentes erosivos, siendo los principales el viento y el agua, y en las regiones montañosas, la nieve y el hielo. Las rocas, en efecto, se descomponen bajo la acción de los agentes atmosféricos : la temperatura y el agua. Las variaciones de temperatura y humedad provocan en ellas dilataciones y contracciones, debidas a la alternancia del hielo y el deshielo o a menos las variaciones en el contenido del agua. El agua de lluvia, más o menos cargada de gas carbónico y de otros elementos, disuelve, al atravesar la atmosfera y la capa superficial del suelo, una parte de sus elementos minerales. Provoca, por lo tanto, una alteración química. El resultado de estos 2 fenómenos, es la desagregación mecánica y alteración química, es la disgregación de las rocas que reducen de tamaño hasta las dimensiones de las arenas, limos y arcillas. La materia orgánica, producto de la descomposición de los vegetales, se mezcla con los productos que proceden de la descomposición de las rocas. Y de esta forma surge el suelo, la capa más externa de la corteza terrestre situada entre la roca no alterada y la atmosfera.

Pero al formarse, el suelo queda expuesto inevitablemente a la acción de los agentes atmosféricos dotados de poder erosivo : el viento y el agua de lluvia. El agua de lluvia, en particular, cuando cae y corre tras su caída, arrastra elementos terrosos y provoca su transporte a distancias más o menos grandes, a menudo hasta el mar. (Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos, 1984).

Se divulga que la investigación sobre la erosión del suelo resulta difícil por varias razones, pero particularmente porque se da un proceso intermitente. Por un lado existen suelos erodados y ciertas formas de erosión y, por tanto, sustancias removidas del suelo, como lo puede ser los elulatos, deluatos y deflatos, como los cuales en algunos casos, el proceso de la erosión podrá ser cuantificado. Otra de las circunstancias que debe resultar difícil para la investigación sobre la erosión que es un hecho de que ésta no siempre es evidente, y ante todo que las huellas puedan ser rápidamente borradas. Para en estos casos la cuantificación de la erosión se llevará a cabo por una comparación de la situación original con la resultante. (Zarazúa, 1986)

La erosión es un factor natural por el cual el hombre le debe la existencia del suelo más fértil, el cual se va formando con el material edáfico que van arrastrando hacia las llanuras y los fondos de los valles (Ellenberg y Camman, 1983); pero la intervención del hombre podrá acelerar este proceso en una forma desproporcionar, que pueda causar la pérdida irreversible de este recurso. (Morales, 1990).

El suelo podrá ser arrastrado superficialmente por la erosión laminar, hasta dejar las rocas al descubierto, o en otros casos pueden ser excavados por el agua de escorrentía, el cual da origen a la formación de canaletas o cárcavas de erosión.

Que esta erosión rebaja y desgasta los materiales que pueden aparecer en la superficie de las tierras emergidas. El transporte de los materiales procedentes de la erosión, a través del agua líquida, hielo o viento, da lugar a la acumulación o sedimentación de los mismos, ya sea a corto o largo plazo. La erosión es simplemente uno de los aspectos del proceso de constantes cambios y algunas veces las actividades del hombre disminuyen o detienen dicho proceso pero lo más frecuente es que lo aceleren. (Ayala, 1989).

Erosión geológica, normal o natural .- *Es aquella que ocurre como consecuencia solamente de las fuerzas de la naturaleza.*

Erosión acelerada.- *Es la que se presenta cuando el proceso está influido por el hombre. A continuación se muestran 2 figuras que manifiestan lo anterior Los principales agentes erosivos son los siguientes : el agua, el viento, los cambios de temperatura y los procesos biológicos, de los cuales, los 2 primeros son los de mayor importancia.*



Figura 1. Erosión geológica.

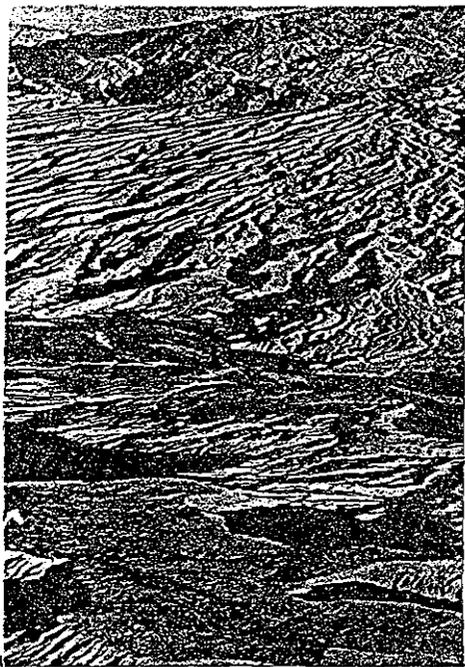


Figura 2. Erosión acelerada.

4.3.2.1.- EROSION HIDRICA.

En todas las partes del mundo, excepto en las verdaderas zonas desérticas y en las regiones de hielo permanentes, la tierra esta sometida a la erosión hídrica. El fenómeno de erosión del suelo por el agua se exterioriza bajo 2 formas fundamentales cuyo mecanismo varia. En un caso, el agua ataca al suelo en su parte superficial y los elementos terrosos arrastrados lo son separadamente unos de otros. En el otro, el agua ataca al suelo, no sólo en la superficie, sino a lo largo de todo su perfil. En este caso toda la masa de terreno es susceptible de ser arrastrada y no solamente las partículas aisladas. (Manual de Conservación del Suelo y del Agua, 1974).

En todos los lugares del planeta en que la erosión del suelo por el agua es patente, las precipitaciones atmosféricas constituyen el agente causal y el factor preponderante de este fenómeno, puesto que rigen la formación de elementos finos susceptibles de ser arrastrados y regulan, por otra parte, teniendo en cuenta las propiedades hidrodinámicas del suelo, la importancia de la escorrentía. La naturaleza del suelo, la pendiente, la vegetación y el hombre constituyen por su parte un conjunto de factores que condicionan el fenómeno de la erosión hídrica. La erosión hídrica es el resultado de la energía producida por el agua al precipitarse sobre la tierra y al fluir sobre la superficie de los terrenos; de hecho donde quiera que hay agua en movimiento, ocurrirá la erosión de los suelos. (Manual de Conservación del Suelo y del Agua, Colegio de Postgraduados, Chapingo 1974).

4.3.2.1.2.- FORMAS DE EROSION HIDRICA:

a.-) **Erosión por las gotas de lluvia.**- Esto consiste en el salpicamiento del suelo como resultado del impacto directo de dichas gotas sobre las partículas del suelo o sobre una capa delgada de agua. Las gotas de lluvia golpean la superficie desnuda de los suelos con una fuerza considerable y el salpicamiento resultante alcanzan alturas de 61 cm y distancias laterales de 152 cm en terrenos planos (Schwab et. al., 1971). Además del salpicamiento del suelo, las gotas de lluvia mantienen al material fino en suspensión, lo que facilita su acarreo por las aguas de escurrimiento. Se ha observado que la cantidad de suelo salpicado por las gotas de lluvia es de 50 a 90 veces más grande que la cantidad de suelo arrastrado por el flujo superficial (Smith, D. D. y Wischmeier W. H., 1962). Los factores que afectan la dirección y distancia del salpicamiento del suelo son: la pendiente, el viento, las condiciones superficiales y los impedimentos al salpicamiento, tales como la cobertura vegetal y las coberturas con rastrojo, u otros residuos de cosecha.

b.-) **Erosión laminar y en canales.**- La erosión laminar ha sido el de una remoción uniforme del suelo, en capas delgadas de los terrenos en pendiente, que resulta del flujo laminar que ocurre en capas delgadas. Estudios fundamentales sobre la mecánica de la erosión, en los que se han utilizado fotografías de alta velocidad, indican que esta forma de erosión raras veces ocurre. Casi simultáneamente con el primer salpicamiento y movimiento del suelo se forman pequeños canales.

El poder de transporte y erosión del flujo laminar varía en función de la magnitud y velocidad del escurrimiento para un tipo dado de agregados o partículas del suelo. La erosión en canales es la remoción del suelo por el agua en pequeños canales o arroyuelos cuando existe una concentración de flujo superficial; además se dice que ocurre erosión por canales cuando estos canales se han vuelto lo suficientemente grandes y estables para poder ser observados. Esta forma de erosión por canales es subestimada frecuentemente, pero se presenta en la mayoría de los suelos.

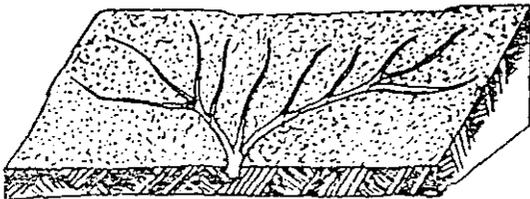
c.-) **Erosión por Cárcavas.**- Esta erosión produce canales más grandes que la erosión por canales. La distinción entre las 2 clases de erosión es que en las cárcavas no podran ser cruzadas por los implementos agrícolas. En algunas partes de México se conoce a las cárcavas como torrenteras o arroyos.

Figura 3. Formas de erosión hídrica.



a.-) Erosión Hídrica por gotas de lluvia.

1. Erosión hídrica por canales



b.-) Erosión hídrica por Canales.

2. Erosión hídrica por cárcavas



c.-) Erosión Hídrica por Cárcavas.

4.3.2.2.- FORMAS ESPECIALES DE LA EROSION HIDRICA.

(*Manual de Conservación del Suelo y del Agua, 1974*).

a.-) *Erosión en pedestales.*- Es cuando se protege a un suelo fácilmente erosionable de la erosión por salpicamiento, por medio de piedras o raíces de un árbol, quedan " pedestales " aislados, coronados con el material resistente. Esta forma de erosión se desarrolla lentamente a través de los años y se localiza generalmente en manchones arables desnudos de terrenos con pastos. Puede presentarse en terrenos arables que hayan sufrido una erosión excesiva durante una tormenta excepcional.

b.-) *Erosión en pináculos.*- En esta forma de erosión se asocia siempre en canales verticales profundos a los lados de las cárcavas y éstos profundizan rápidamente hasta que se juntan y dejan al pináculo aislado. Los bancos erosionados en esta forma frecuentemente son socavados con severidad por el agua que fluye y también presentan a menudo una erosión tubular. Las condiciones de humedad y la cantidad reducida de nutrientes en los suelos, son adversos para el establecimiento de los cultivos.

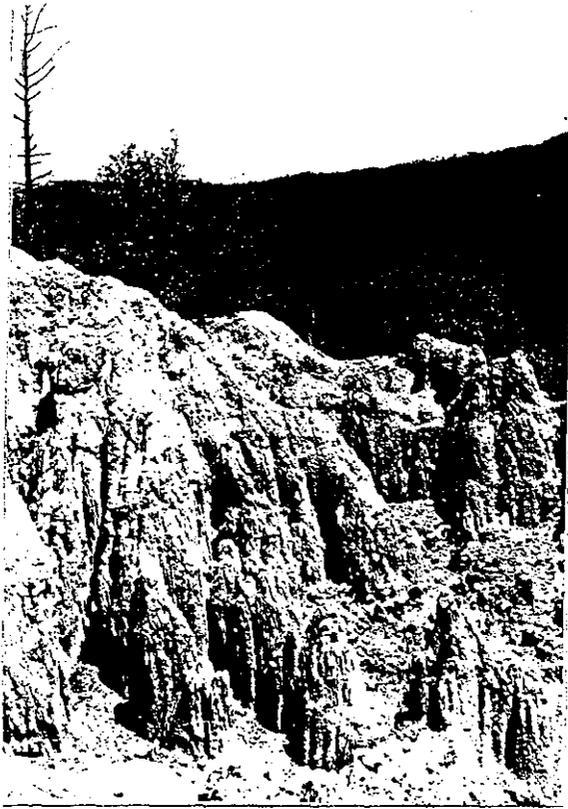
c.-) *Erosión tubular.*- La formación de tubos continuos y subterráneos es más común en los tipos de suelos sujetos a erosión por pináculos. Esta erosión ocurre cuando el agua que fluye se infiltra a través de la superficie del suelo y se mueve hacia abajo hasta encontrar una capa menos permeable. Esta agua tiende a moverse sobre las capas poco permeables hacia una salida, si es que existe, por lo tanto, es posible que el material poroso fino sea arrastrado por el agua.

d.-) *Erosión por caída.*- Aunque esta forma de erosión es un proceso geológico y a pesar de que puede ocurrir en forma acelerada en los lados de las cárcavas, tal forma de erosión se presenta sin ninguna intervención del hombre. La caída que se forma en la orilla de la cárcava arroja el material salpicado contra la parte baja de esta cara la cual se erosiona dejando la parte superior sobresaliendo y cuando el peso de la parte sobresaliente es grande, ésta se desprende dando lugar a una nueva cara vertical, comenzando de nuevo el ciclo erosivo.

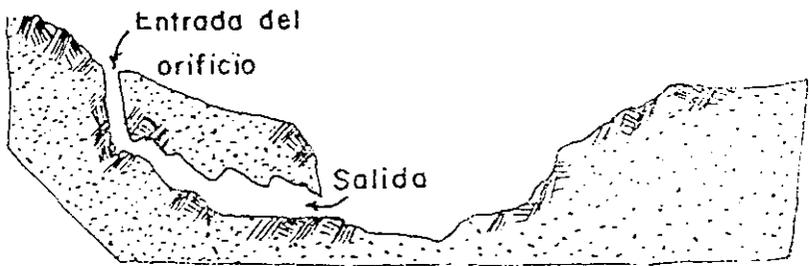
Figura 4. Formas especiales de erosión hídrica.



a.-) Erosión en Pedestales.



b.-) Erosión en Pináculos.



c-) *Erosión Tubular.*

4.3.2.2.- EROSION EOLICA.

Aunque no se le atribuye generalmente un carácter de gravedad más que en regiones áridas y semiáridas, la erosión eólica puede manifestarse en cualquier lugar siempre que se den ciertas condiciones favorables. En efecto, la erosión eólica puede darse cuando :

a.- El suelo es mullido, seco y desmemuzado.

b.- La superficie del suelo es llana y suficientemente extensa en la dirección del viento.

c.- La vegetación está ausente o es escasa.

d.- El viento es lo suficientemente fuerte como para provocar un movimiento de las partículas del suelo.

Aunque este conjunto de condiciones se da más frecuentemente en las regiones áridas y semiáridas, puede darse también en las regiones húmedas y subhúmedas. El movimiento de las partículas del suelo es producida por la fuerza del viento ejercida contra la superficie del terreno. Una vez que este movimiento es iniciado, las partículas del suelo son transportadas por saltación, deslizamiento superficial y suspensión, dependiendo de la duración, velocidad y turbulencia del viento.

La mayoría de las partículas del suelo son removidas por saltación, la cual consiste en una serie de brinco y saltos sobre la superficie del terreno. Con frecuencia las partículas de tamaños entre 0.1 y 0.5 mm son transportadas en esta forma. Los estudios de laboratorio han mostrado que más del 50 % del suelo erosionado por el viento se mueve por saltación y el resto se mueve mediante una combinación de las otras 2 formas, el deslizamiento superficial y la suspensión. El deslizamiento superficial consiste en el rodamiento o deslizamiento de las partículas de suelo a lo largo de la superficie del terreno Debido a que dichas partículas del suelo son muy pesadas para ser levantadas por el viento, ruedan o se mueven debido al impacto de las partículas pequeñas, que están siendo transportadas por saltación. Las partículas del suelo que se mueven en esta forma tienen diámetros entre 0.5 y 1.0 mm. La cantidad de suelo removido por saltación y deslizamiento superficial es proporcional al cubo de la velocidad del viento (Zingg et al. 1965).

El arrastre de las partículas sólidas por el viento depende estrechamente de la estructura del viento en la proximidad del suelo; el microrrelieve produce movimientos en remolino en todas las direcciones que poseen velocidades variables.

Las partículas menores de 0.1 mm pueden ser removidos con facilidad por suspensión. El movimiento de estas partículas generalmente es iniciado por el impacto de las partículas movidas por saltación. Este tipo de movimiento, aunque es de menor importancia cuantitativa que el de saltación, es el más espectacular y fácilmente reconocido.

La velocidad del viento representa el factor creador de la erosión eólica. Se ha estimado que el factor crítico de la velocidad para el arrastre de partículas cuyo diámetro equivalente está comprendido entre 0.1 y 0.15 mm se cifra en 15 km / hr a 15 cm del suelo. Hay 2 factores que condicionan, por su parte, la importancia del fenómeno : la vegetación y la naturaleza del suelo. La vegetación, en efecto, condiciona su propia existencia puesto que la erosión eólica no puede desencadenarse más que sobre suelos desnudos. Su identidad está regulada en gran parte por la naturaleza del suelo.

La resistencia de los terrones a la acción del agua es una causa de la resistencia a la acción del viento. Esto puede parecer paradójico, pero en los climas en que alternan los periodos de lluvia y sequia, el suelo resistirá mejor a las acciones eólicas en estos últimos periodos, si los agregados no han sido separados en los primeros periodos. En conclusión, los suelos, desde el punto de vista de sensibilidad a la erosión eólica, se clasifican por orden de sensibilidad decreciente en las zonas templadas como: suelos arenosos, suelos ricos en materia orgánica muy descompuesta y suelos arcillosos. Como todo fenómeno de erosión, la erosión eólica se caracteriza por la ablación, el transporte y el deposito de elementos solidos. El viento arrastra a grandes distancias los elementos más finos: coloides arcillosos y húmicos y limos. Arrancados a los terrenos cultivados, pueden representar una pérdida importante en elementos fertilizantes. Cuando las rocas están desnudas y sometidas a la acción del viento, sufren una limpieza continua por delación y un ataque de corrosión cuando el viento está cargado de materiales. Las formas que aparecen entonces, estrias, alveolos, ollas, etc., dependen mucho de su naturaleza. Las manifestaciones de la erosión eólica, para fines prácticos pueden encasillarse en 2 grupos :

- 1.-) arrastres de origen reciente;*
- 2.-) erosión activa permanente.*

Sin variar las condiciones climatológicas siempre, que por una u otra razón se ha suprimido o agotado la vegetación natural, el suelo desnudo es apto para ello, se produce con mayor o menor intensidad el fenómeno de la erosión eólica. Siendo, pues, la causa fundamental de la erosión eólica acelerada el agotamiento de la cubierta vegetal, parece que el medio lógico de combatirla debe consistir en volverla a sus condiciones naturales tanto cuantitativa como cualitativamente. (García Salmerón, 1967).

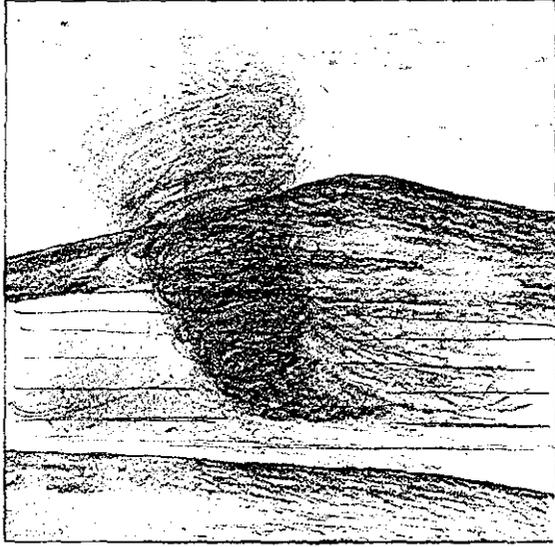


Figura 5. Erosión eólica.

4.3.2.2.1.- CALCULO DE LA CANTIDAD DE EROSION.

(*Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos, FAO - PNUMA, 1984*).

Métodos de reconocimiento.- No siempre es fácil cuantificar la erosión que está ocurriendo aún cuando se mantenga una área determinada bajo observación. La medición de la cantidad de suelo perdido requiere la presencia de algunos puntos de referencia, y bajo condiciones naturales tales puntos son difíciles de distinguir si existen o no existen. Es por eso que existen métodos para cuantificar la capa (en cm) del suelo que se ha perdido por erosión y estos son : transectos de cárcavas, clavos con rondanas, corcholatas de botella y el uso de pintura como puntos de referencia.

1.-) *Transectos de Cárcavas.- Los canalillos y cárcavas someras se miden a lo largo de un transecto. Es conveniente localizar transectos estacados al contorno, cada 15 mts. La profundidad y anchura se miden con una cinta métrica, de 2 mts. Para determinar las pérdidas de suelo por unidad de área, digamos en mts cúbicos por ha., el área de la sección transversal de la cárcava, se multiplica por su longitud; si los resultados van a ser expresados en metros cúbicos por kilómetro cuadrado la longitud promedio de la cárcava se debe corregir por su proyección horizontal antes de que se calcule el volumen erosionado.*

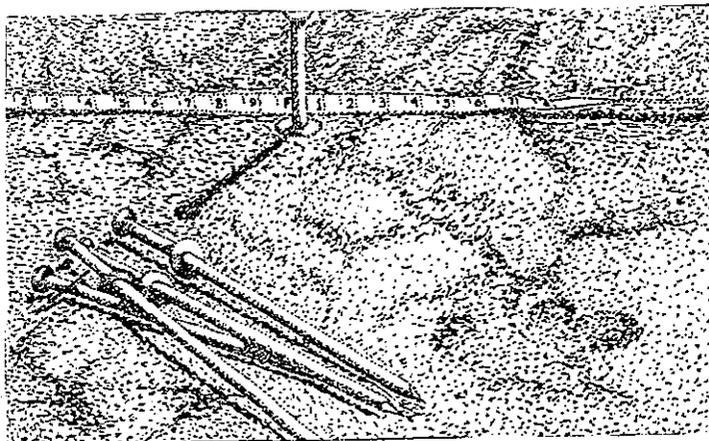
2.-) *Clavos y Rondanas.- Este método consiste en utilizar clavos de 30 cm de largo con rondanas holgadas que se colocan cuidadosamente a lo largo de un transecto a intervalos regulares, de manera que la rondana descanse sobre la superficie del suelo y la cabeza del clavo la toque ligeramente. El propósito de las rondanas es marcar cortes en el terreno que pueden ser rellenadas antes de la próxima revisión.*

3.-) *Tapas ó Corcholatas de Botella.- Las tapas o corcholatas de botella colocadas con el lado interno hacia el suelo, producen pedestales similares a los formados bajo piedras, hojas o raíces. La altura del pedestal indica la profundidad del suelo perdido.*

4.-) *Collares Pintados.- Este método consiste en utilizar collares pintados alrededor de piedras como puntos de referencias para medir el movimiento del suelo. La pintura que se recomienda es la blanca ya que es más visible y durable que las de otros colores.*

A continuación se muestran los aditamentos para cuantificar las pérdidas de suelo, utilizados en cada uno de los métodos antes mencionados. Para que estos métodos proporcionen resultados reales es necesario ubicar sitios de muestreos y hacer las mediciones en áreas representativas.

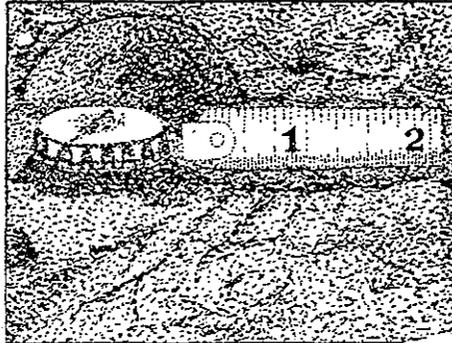
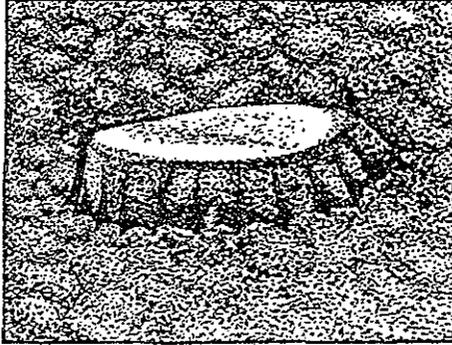
Figura 6. Aditamentos utilizados para cuantificar las pérdidas de suelo.



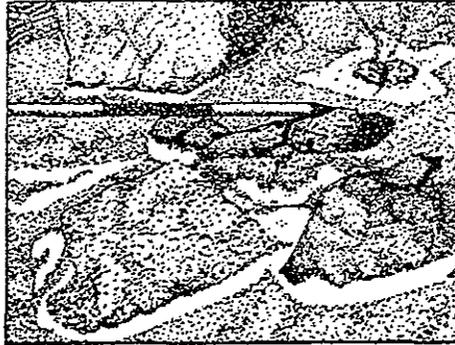
1.- Clavos y rondanas.

2.- Tapa de botella (Corcholatas).

a.-) Colocación inicial.



b.-) Colocación posterior.



3.- *Collares pintados como referencia.*

4.3.3.- PROCESOS DE DEGRADACION.

La degradación del suelo en México así como los criterios con que se ha abordado este fenómeno en base a sus diversos procesos. Se considera a la degradación de suelos como una condición que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir (Cuantitativamente y Cualitativamente) bienes y servicios, (FAO, 1980) reconociéndose 6 grupos de procesos :

- 1.- *Erosión hídrica.*
- 2.- *Erosión eólica.*
- 3.- *Exceso de sales (salinización y sodificación).*
- 4.- *Degradación química (acidificación y toxicidad).*
- 5.- *Degradación física (encostamiento y compactación).*
- 6.- *Degradación biológica (pérdida de humus).*

Degradación Química.- Es primordialmente la lixiviación de bases y el efecto tóxico de algunos elementos que pueden ser incluidos, de igual forma la salinidad y la sodicidad, ya que ciertos autores los consideran en otro grupo, que producen impactos no solo sobre algunas propiedades químicas del suelo, sino también de aquellas que tiene algún carácter físico. La lixiviación es el fenómeno por el cual las aguas arrastran los nutrientes de las plantas o los dejan fuera del alcance de las raíces de éstas. De ello resulta el deterioro progresivo de la fertilidad, un aumento de la acidez de los suelos y, en ocasiones, efectos tóxicos debidos a la alteración o desequilibrio de los componentes químicos del suelo. La lixiviación suele adquirir importancia allí donde las precipitaciones son fuertes, en los suelos muy arenosos y donde los declives del terreno son poco pronunciados, porque ello permite que el drenaje se efectúe a través del suelo. (Directrices para la Control de la Degradación de los Suelos, 1984).

Degradación Física.- Además de un estudio de estos involucra diversas variables de suelos como lo son: porosidad, permeabilidad, densidad aparente o de volumen y estabilidad estructural, que se usan como unidades de valores, en el incremento de la densidad aparente o la disminución de la permeabilidad. Las manifestaciones que se dan en la degradación física son : el apelmazamiento, el encostamiento, la disminución de la aeración y la degradación estructural. En sentido restringido está degradación se refiere a la compactación de los suelos y a la reordenación de las partículas, pero, para nuestros propósitos, se incluye también en ella los problemas relativos al drenaje. La compactación puede ser el resultado de la disminución de la materia orgánica, la degradación concomitante de la estructura y la acción batiente de las lluvias intensas. También puede resultar del cultivo, del empleo de equipo pesado, sobre todo cuando el suelo está húmedo, o del riego de tierras vulnerables. Un suelo duro y compacto limita la penetración de las raíces de las plantas. (Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos, 1984).

Degradación biológica.- Esto es por la quema de residuos y desgaste de la fertilidad del suelo. Los niveles altos de fertilización que comúnmente se aplica, además también factores que pueden inducir a la degradación biológica. Por otro lado consiste en la reducción y el deterioro de la vegetación, el humus (o materia orgánica) y los organismos que viven en el suelo. Al disminuir en cantidad y variedad esos factores, la tierra muere. En efecto, los suelos bien desarrollados, friables, profundos, porosos y ricos, que pueden sustentar una cubierta vegetal profusa y variada, y una vasta población de organismos vivos, se convierten en una masa densa, dura, compacta, impermeable e inerte de partículas minerales, que vierte torrentes de aguas fangosas durante los meses de lluvia y se reseca y vuelve polvoriento en el verano. (*Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos, 1984*).

4.3.4.- DESEQUILIBRIO NUTRIMENTAL DEL SUELO.

(Fuente : *Horneado, 1957*).

1.- *Las propiedades físicas - químicas de las arcillas constituyen cierto factor importante del proceso erosivo en los suelos. El carácter de la agregación del suelo se debe establecer del conocimiento de la relación sílice - sesquióxidos.*

2.- *De los tipos de arcilla, la montmorilonita presenta un cierto valor superior al 2,0 que corresponde a la relación sílice - sesquióxidos; y mas susceptibles para la erosión que la kaolinita. La illita tiene una posición intermedia entre 2 tipos de arcilla. Los latosoles ricos en sesquióxidos que se pueden caracterizar por los agregados estables.*

3.- *Desde un punto de vista nutrimental, un efecto erosivo puede ser más agotante del suelo que la remoción fue hecha en los diferentes cultivos. En las pérdidas nutrimentales por erosión se puede referir al nitrógeno, fósforo y azufre.*

4.- *Los cultivos que pueden agotar al suelo pueden favorecer la mineralización rápida de la materia orgánica, es bastante abundante en el suelo superficial. Los cultivos que suelen desgastar y conservar al suelo deberán estudiarlo desde un punto de vista de los efectos sobre la materia orgánica y de los minerales que entran en su constitución. Los cultivos que rehabilitan sólo podrán enmendarlo en cuanto al contenido de materia orgánica.*

5.- *Los cultivos que se emplean como abonos verdes tiene por objeto primordial la conservación de la materia orgánica. Aumenta el contenido orgánico del suelo el cual da un proceso lento y requiere del concurso del tiempo.*

6.- Los suelos en regiones cálidas son bastante deficientes en materia orgánica, por la rápida mineralización, que en los suelos de climas templados. Esta propiedad se relaciona con los suelos que influyen en la capacidad productiva de los mismos

7.- Al conocer el suelo será necesario estudiarlo. El conocimiento en las propiedades físicas - químicas puede permitir establecer ciertas recomendaciones que son necesarias en el carácter de los suelos dentro de la práctica en el manejo técnico - agrícola.

4.3.5.- CLASIFICACION DE LA TIERRA SEGUN LA CAPACIDAD DE USO.

Para poder aplicar esta clasificación se tratara en precisar los elementos de juicio en los diferentes terrenos para dedicarles el uso apropiado según la aptitud en particular, y a ese modo, hacer un programa de uso potencial más conveniente de este recurso (Manual Colegio Postgraduados Chapingo, 1977).

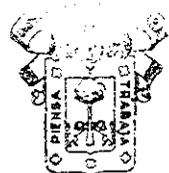
4.3.5.1.- CLASES DE TERRENOS.

Se podrán considerar 8 clases que se enumeran del 1 al 8, de los cuales deberá incluir todos los terrenos. Del 1 al 4, pueden presentar ciertos grados progresivos en la dificultad en el desarrollo en los cultivos; del 5 al 7, son los que nos interesan, y en este tipo de terreno se realizará nuestra investigación. Presentan una graduación parecida en la relación en el desarrollo de los pastos o bosques. La última clase que es la 8, es un terreno inapropiado para la agricultura y la ganadería, y es sólo se desarrolla la fauna silvestre. (Op. cit.).

Terrenos de Bosque y Pastizales.

Quinta clase (5) en este terreno no es posible al desarrollo de los cultivos agrícolas, y si para los pastos y las especies forestales que existen se podran mejorar con las practicas mas adecuadas de manejo.

Sexta clase (6) el terreno de esta clase hay limitaciones moderadas en el desarrollo de los pastizales. Hay practicas en el manejo sera posible un buen desarrollo del bosque.



Séptima clase (7) estos terrenos una limitante bastante severa para los pastos y las especies forrajeras, una explotación apropiada para estos recursos solo se podrá con estrictas practicas en el manejo.

Octava clase (8) en esta clase tiene áreas tiene algunas limitantes muy severas en el desarrollo de los pastos o especies forestales y para ser utilizadas deberá orientarse con fines recreativos, vida silvestre, abastecimiento del agua o para fines estéticos (Op. cit.).

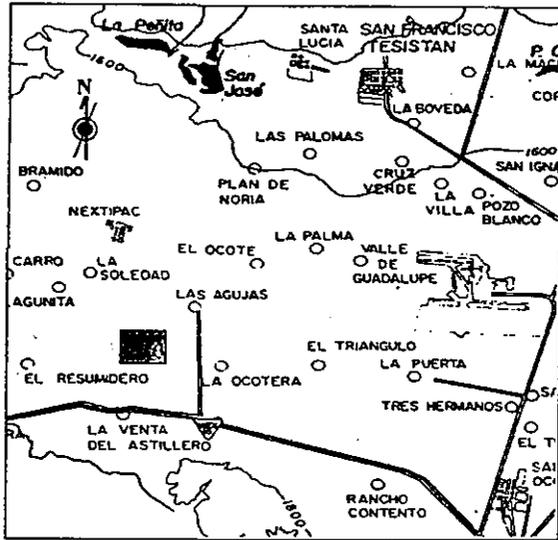
V.- MATERIALES Y METODOS.

5.1.- UBICACION DEL AREA DEL EXPERIMENTO.

El Banco de Material a cielo abierto donde se realizó el experimento tiene su entrada aproximadamente a 850 mts del lado izquierdo del camino que lleva a la Facultad de Agronomía de la U. de G., localizándose a 1 Km de ésta y se llama " Potrero La Goterita " Mpio de Zapopan, Jal., la cual es propiedad del Sr. Modesto Canchola. La extensión del predio es aproximadamente 4 Has. donde se extrae principalmente arena amarilla y jal.

Este Banco de Material tiene en operación desde 1978 hasta la fecha.

*Sus coordenadas geográficas son 103° 32' longitud Oeste y 20° 44' latitud Norte.
(Centro de Investigaciones Geográficas, U. de G.).*



■ BANCO DE MATERIAL

Figura 7. Mapa de distribución del área del experimento.

5.1.1.- CLIMA.

Según la clasificación climática de Köppen modificada por García E. (1973), es un (A) Cwl que es semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Que particularmente tiene una precipitación total de 900 mm y una temperatura media anual de 19 ° C.

5.1.2.- SUELO.

Es de tipo Regosol, que se deriva de la palabra rhexos que significa cobija, manta; connotativa del manto de material suelto situado sobre el centro duro de la tierra. Características generales : son suelos procedentes de material no consolidado que se excluye depósitos aluviales recientes; son muy permeables, sin horizontes de diagnostico mas que un horizonte A ' ocrico; carentes de propiedades hidromórficas en los primeros 50 cm. de profundidad. Sin salinidad elevada, cuando tienen textura gruesa carentes de laminillas de acumulación de arcilla de las características de los arenosol. (Estrada, 1986).

En el sitio del experimento el suelo es un Regosol con un desarrollo incipiente y una fertilidad de baja a moderada.

Cuadro No. 1 Determinación de nutrientes, textura y M. O. del suelo donde se llevó a cabo el presente experimento (Banco de Material).

NUTRIENTES	UNIDAD	METODO	NIVEL <i>muestra única 30 cm</i>
<i>calcio</i>	<i>ppm</i>	<i>Morgan</i>	<i>Bajo</i>
<i>potasio</i>	<i>"</i>	<i>"</i>	<i>Alto</i>
<i>magnesio</i>	<i>"</i>	<i>"</i>	<i>Bajo</i>
<i>manganeso</i>	<i>"</i>	<i>"</i>	<i>Muy Bajo</i>
<i>fósforo</i>	<i>"</i>	<i>"</i>	<i>Bajo</i>
<i>N - nítrico</i>	<i>"</i>	<i>"</i>	<i>Bajo</i>
<i>N - amoniacal</i>	<i>"</i>	<i>"</i>	<i>Bajo</i>
<i>pH 1 : 2</i>	<i>"</i>	<i>Potenciómetro</i>	<i>6.5</i>
MATERIA ORGANICA			
<i>Materia Orgánica</i>	<i>ppm</i>	<i>Walkley - Black</i>	<i>0.10</i>
TEXTURA			
<i>Arena</i>	<i>%</i>	<i>Hidrómetro</i>	<i>77.92</i>
<i>Arcilla</i>	<i>%</i>	<i>"</i>	<i>4.80</i>
<i>Limo</i>	<i>%</i>	<i>"</i>	<i>17.28</i>
<i>Clasif. Textural</i>	<i>%</i>	<i>Bouyoucos</i>	<i>Af</i>
<i>C. I. C. Tme / 100 gr = 6.6</i>			

Cuadro No. 1

Este tipo de suelo se le conoce como pomítico (llamado localmente jal) y las características generales son: su textura es pomácea con color gris claro y una densidad gr / cm³ de 0.82 y su composición mineral son óxidos, ortoclasa, plagioclasa, cuarzo, micas, horblenda y la formación de estos suelos es de textura areno - arcillosas, suelos caoliniticos (pobres) dan pH ácido. (Estrada, 1986).

5.1.4.- FERTILIZACION. (Curiel, 1980).

A continuación se nombrarán los componentes que se emplearon para la fertilización de las gramíneas y de la leguminosa y son los siguientes :

MICROELEMENTOS.

SULFATO FERROSO.	0.25 gr.	3.575 gr / ha / aplicación;	107.25 gr / ha total.
ACIDO BORICO.	0.5 gr.	7.15 gr / ha / aplicación;	214.5 gr / ha total.
BORAX.	0.5 gr.	7.15 gr / ha / aplicación ;	214.5 gr / ha total.
SULFATO DE MANGANESO.	0.05 gr.	.715 gr / ha / aplicación ;	21.45 gr / ha total.
SULFATO DE ZINC.	0.01 gr.	.145 gr / ha / aplicación ;	4.3 gr / ha total.
SULFATO DE COBRE.	0.01 gr.	.145 gr / ha / aplicación ;	4.3 gr / ha total.

MACROELEMENTOS.

SULFATO DE POTASIO.	37.5 gr.	536.19 gr / ha / aplicación ;	16.085 Kg / ha total.
NITRATO DE SODIO.	37.5 gr.	536.19 gr / ha / aplicación;	16.085 Kg / ha total.
SULFATO DE MAGNESIO.	22.5 gr.	321.75 gr / ha / aplicación;	9.652 Kg / ha total.
SULFATO DE CALCIO (YESO).	10.0 gr.	143.0 gr / ha / aplicación;	4.290 Kg / ha total.
ACIDO FOSFORICO.	5.0 ml.	71.5 ml / ha / aplicación;	2.145 lt / ha total.

También se nombrarán los implementos que se utilizaron para la elaboración del fertilizante y la aplicación de éstos y son los siguientes :

- 1.- Balanza analítica.
- 2.- Báscula de precisión.
- 3.- Tambo de 50 lts.
- 4.- Aspersora.

Los elementos mayores se pesaban en la balanza analítica y los elementos menores en la báscula de precisión, enseguida los elementos mayores se disolvían más o menos en 40 lts de agua en el tambo, para que en seguida los elementos menores se disolvían por separado en una cubeta también con aproximadamente 10 lts de agua y posteriormente se juntaban las 2 partes en el mismo tambo para así tener ya el fertilizante preparado y en seguida se le aplicaba a cada una de las parcelas continuamente cada tercer día por un periodo de dos meses completando 30 aplicaciones.

5.2.- DISEÑO EXPERIMENTAL.

Fue un diseño experimental de parcelas divididas con 2 repeticiones de cada acolchado y 2 testigos sin acolchado en el que el tamaño de las parcelas fue de 2 x 5 mts. con una pendiente del 30 %.

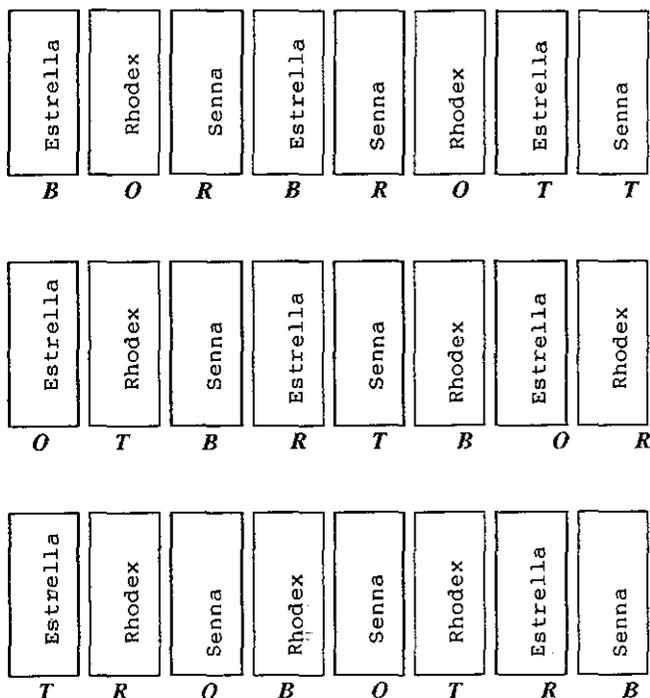


Figura No. 8. Distribución de las unidades experimentales con sus tratamientos en campo con una pendiente del 30 %.

R.- Bagazo de Caña.
O.- Ocochal.
R.- Rastrojo de Maíz.
T.- Testigo.

1.- Estrella africana.
2.- Rhodex.
3.- Senna.

5.3.- DESCRIPCION BOTANICA DE LAS ESPECIES.

5.3.1.- GRAMINEAS.

5.3.1.1.- *Cynodon plectostachyus*.

a.-) Morfología.

Este pasto se le conoce comunmente como : Estrella africana, Estrella de Africa y Grama Estrella. Pertenece a la familia Graminea, subfamilia Festucoidea, tribu Chloridea, género *Cynodon* y especie *plectostachyus* (K. Schum), Pilger (Hitchcock, 1971 y Harvard - Duclos, 1969).

El *Cynodon plectostachyus*, es una graminea perenne, frondosa y rastrera que emite estolones de rápido crecimiento con largos entrenudos, sus tallos pueden llegar a alcanzar más de 3 mts de longitud. Especie no rizomatosa, característica que le permite diferenciarlo de los ecotipos y variedades del *Cynodon dactylon* (Harlan, De Wet y Rawal, 1970), posee hojas pubescentes exfoliadas e hirsutas en forma de lanza. La inflorescencia presenta espigas digitadas en número de 2 a 5 espiguillas solitarias de 2 a 3 mm., dispuestas en 2 filas a lo largo de una cara del raquis, sus glumas son pequeñas, no más de $\frac{1}{4}$ de longitud de la espiguilla, especie diploide con 18 y 54 cromosomas. (Hitchcock, 1971, De Wet y Harlan, 1970).

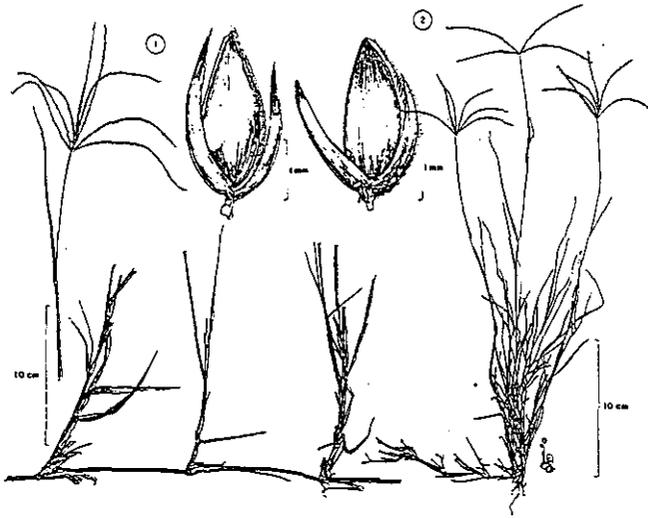
Este pasto es originario del Este de Africa y se le encuentra ampliamente distribuido a través de las regiones tropicales del mundo. En América este pasto, ha expandido rápidamente su distribución en las regiones tropicales y subtropicales, principalmente de Centroamérica y las Antillas, así como en Florida, USA. Actualmente el Estrella africana está siendo ampliamente utilizado con excelentes resultados en países como: Costa Rica, Guatemala, Puerto Rico, República Dominicana y Cuba, tanto para la producción de carne, como de leche, sin embargo, en la mayoría de estos países, el pasto Estrella africana es reportado como *Cynodon nlemfluensis* (Vicente - Chandler et al, 1974, Cubillos, 1977, Machado y Menéndez, 1979) y no como *Cynodon plectostachyus*, que es como se le conoce en México, por lo cual no sabemos con exactitud si se está hablando del mismo pasto, aunque se puede señalar que presentan bastante semejanza. (Meléndez et. al., 1980).

El Estrella africana crece en altitudes de 1300 a 1700 msnm, siendo la temperatura, precipitación a la altitud las que ejercen mayor influencia en los rendimientos del forraje. A mayor temperatura mayor es la producción y a menor temperatura la producción disminuye, siendo la temperatura óptima entre 25 y 38 ° C.

El zacate Estrella africana crece bien para áreas con temporales arriba de 900 mm anuales de lluvias o con riegos de auxilios. De Alba dice que su uso se ha venido incrementando bajo regimenes de 1700 a 2200 mm de lluvia. Crece también en climas de escasa humedad.

El pasto Estrella africana, presenta buena adaptación a una amplia gama de suelos que se encuentran en el Trópico mexicano, así como a los diversos climas tropicales y subtropicales. Presenta su óptimo desarrollo en condiciones de suelos franca, desde arenoso hasta arcilloso; aunque también en texturas media a fina, con humedad relativa, pero bien drenado.

Además es usado como forraje a pesar de su riqueza en nutrientes no puede considerarse alta; sin embargo, se usa para contener la erosión en lugares de alta precipitación. Este pasto o zacate se puede asociar bien con leguminosas, ya que producen pasto nutritivo y pueden ser mantenidos en rotación resultando excelentes para la engorda de ganado vacuno de la raza Ndama, en producción de carne. (Sánchez Robles, 1986).



- 1.- *Cynodon plectostachyus*. Beetle 1987.
- 2.- *Cynodon dactylon*. Beetle 1987.

Figura 9. Cynodon plectostachyus y Cynodon dactylon.

5.3.1.2.- *Chloris gayana* Kunth.

(*Catálogo de Gramíneas Tropicales*, 1992.)

Es oriunda del África, introducida a los Estados Unidos en 1902 y hasta la fecha es bastante cultivada en los países tropicales. Su descripción es: Glabra, por lo general es una perenne estolonífera, puede medir hasta los 90 cm. de altura y puede ser variable. Su inflorescencia tiene hasta 15 espigas, ocasionalmente en 2 verticilos, pero además puede presentarse en 1 verticilo. La raíz descende hasta 4.7 mts. en los primeros 0.03 m³ de suelo suelen aparecer 47 mts de raíces, pero si están a mas de 2.4 mts son escasas. (Hosegood, 1963).

La temperatura óptima que se puede dar para su crecimiento podrá variar de 30 / 26 ° C a 40 / 29 ° C en temperaturas diurnas y nocturnas. (Ivory, 1976). Además este mismo autor menciona que la temperatura mínima para el crecimiento es de 8 ° C. También Russell y Webb (1976) indicaron que el rango de 2.6 a 12.4 °C como temperatura media del mes más frío para el pasto Rhodex. Además puede sobrevivir a bajas temperaturas hasta los 0 °C, y crecer al año siguiente.

La tolerancia a la sequía que tiene es buena. Las raíces de este pasto pueden extraer el agua a una profundidad de 4.25 mts.

Podrá crecer en altitudes de 600 a 2000 mts en la zona ecuatorial, inferior al N y S, hasta los 500 m.s.n.m. También tiene un rango de precipitación que varía de 600 a 750 mm; Russell y Webb (1976), dieron un rango que va de 691 a 1597 mm.

Además puede tolerar bien la sequía ya que las raíces de este pasto pueden extraer el agua una profundidad de 4.25 mts. También puede tolerar a las inundaciones.

El pasto Rhodex crece en una gran variedad de suelos, pero presenta problemas de establecimiento en los suelos ácidos. Los suelos en que se puede adaptar perfectamente son los suelos francos de textura suelta de origen volcánico.

La capacidad de propagación natural de este pasto es excelente, ya que produce estolones que se pueden arrastrar sobre la tierra y se enraizan en los nudos, y produce también abundante semilla que puede dar origen a nuevas plantas. Mientras mejor sea la preparación del terreno, mejor será el establecimiento, aunque una rotulación simple contribuye en proporcionar algunas plantas a partir de las cuales podrá construirse poco a poco un césped.

Chloris gayana Kunth. Es perenne culmos erectos de 1 a 1.5 mts. de alto con frecuencia estoloníferos y algunas veces amacollados; vainas de glabras a escabrosas, casi siempre con cilios en el ápice; ligula ciliada; laminas escabrosas de 30 cm. de largo por 1.5 cm. de ancho; espigas de 9 a 30 cm. de 8 a 15 cm. de largo con frecuencia algo divaricadas; espiguillas casi 10 por cada cm. del raquis escabroso; gluma de 1.4 a 2.8 mm. de largo, aguda o mucronada; segunda gluma de 2.2 a 3.5 mm. de largo, aguda o mucronada; lema fértil de 2.5 a 4.2 mm. de largo, de ovada a obovada o elíptica, con pubescencia variable, los márgenes casi siempre con un mechón prominente de pelos cerca del ápice, a veces con pelos cortos adpresos a todo lo largo; las internervaduras con frecuencia glabras y algunas veces escabrosas o con pelos adpresos, nervaduras laterales.

Frecuentemente glabras y ligeramente convexas, callo barbado y arista de 1.5 a 6.5 mm. de largo; de 2 a 4 flósculos estériles (rara vez 1); el inferior, de 2.2 a 3.2 mm. de largo, similar a la lema pero más cilíndrico, estaminado o estéril con una arista de 0.8 a 3.2 mm. de largo; flósculos superiores sin aristas o con punta aristada, progresivamente más pequeña; $n=10, 15$ ó 20 . (Ackerman, 1983).

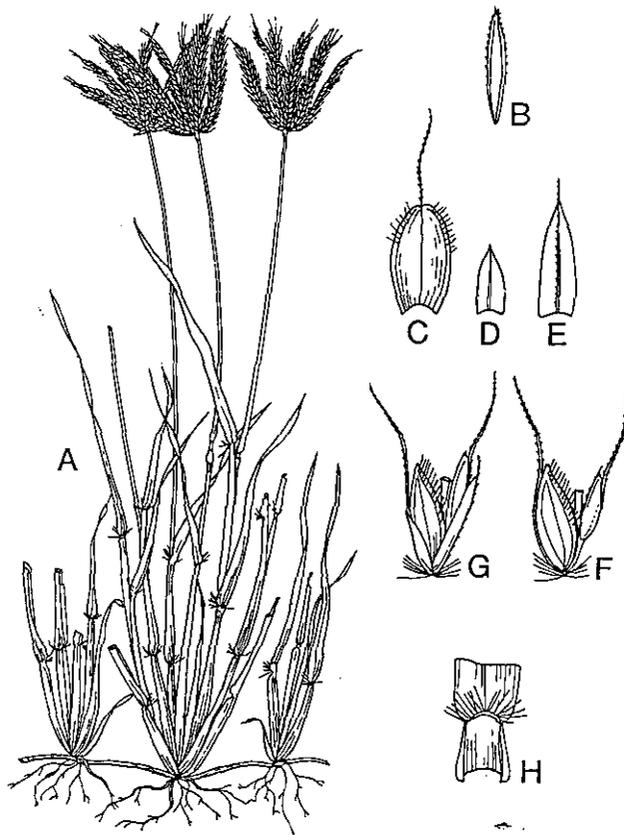


Figura 10. *Chloris gayana*.

A.) Hábito; B.) Pálea; C.) Lema inferior; D.) Gluma inferior; E.) Gluma superior; F.) Espiguilla; G.) Espiguilla sin las glumas; H.) Lígula.

5.3.1.3.- *Senna nicaragüensis*

Esta especie habita principalmente en el bosque deciduo o subdeciduo tropical, algunas veces de bosque de roble, son tierras de disturbio y remanentes forestales algunas veces localmente abundantes y en hábitats disturbados a lo largo de caminos, de 30 -300 (-1500) mts en las montañas y laderas de la pendiente del Pacifico, florecen y fructifican de Octubre a Diciembre (-Mayo).

Arbusto, o árbol pequeño de 2 - 5 (- 9) mts de altura, generalmente todo glabro; las hojas mayores (- 15) 25 - 40 (- 50) cm. de longitud; los peciolo de 3 a 9 cm. de largo, los raquis mayores de 25 (- 35) cm.; no tienen ninguna glándula peciolar racimos de hojas (7 -) de 10 - 19 pares, oblongo a elíptico oblanciclado. Redondeado o subaguda en el ápice con un mucro por lo general de 1 a 3 mm. de largo; las hojas (3 -) 4 a 8 cm. de largo, 2 a 3.7 más ancho que largo; las estipulas foliaceas, hemiobadas o hemicordadas, aguda o caudado, de 1.5 - 3 cm. de largo, 0.6 a 1.8 cm. de ancho, caducos, presentes solo después de la antesis temprana; racimos en la panícula terminal, desnudo o bracteado hojosos en la base floreado de 15 a 70, los ejes de 10 - 20 (- 40) cm. de largo. Brácteas petaloideas, amarillos o amarillos - cafés. obado elíptico, las yemas envueltas y cóncavas los racimos jóvenes terminando en un cono obtuso de brácteas imbricadas pero cayendo conforme a los pedicelos comienzan a elongarse, de 2 a 2.5 cm. de largo, 1.5 cm. de ancho; pedicelos de 1 a 1.5 (- 2) cm de largo; los sépalos membranosos amarillos, naranja o cafés, poco graduados, obandos ampliamente u obados-oblongos, obtuso, algunas veces deciduos tempranos, el más interno de 13 - 21 mm. de largo; los pétalos glabros, amarillos (amarillo brillante o amarillo oro o amarillo naranja). La palea secándose con venas cafés subiguales, obados o oblongos - obado, el más largo de 16 - 28 mm de largo, los estambres de 4 tipos: 3 alaxiales pequeños (estaminoidea); filamentos de 2 - 3.5 mm, un abaxial (estéril) con antera y filamento cada una de 5 - 7 mm de largo; estilo encorvado de 6.5 - 8.5 mm de largo, los óbolos mayormente de 18 - 32, los frutos caídos de los pedicelos ascendentes, estipite corto, el cuerpo oblongo lineal, extremadamente plano los márgenes casi con alas, volteadas pero distendidas sobre cada semilla dentro de un pequeño montículo de 7 - 12 cm de largo, cada 1 - 2 cm de ancho dehiscente a lo largo de ambas suturas las balbas papiráceas, semillas piriformes, de 4 - 4.7 mm de longitud y las areolas elípticas, de 1.1 - 1.3 mm de largo. (Mc Vaugh, 1987).

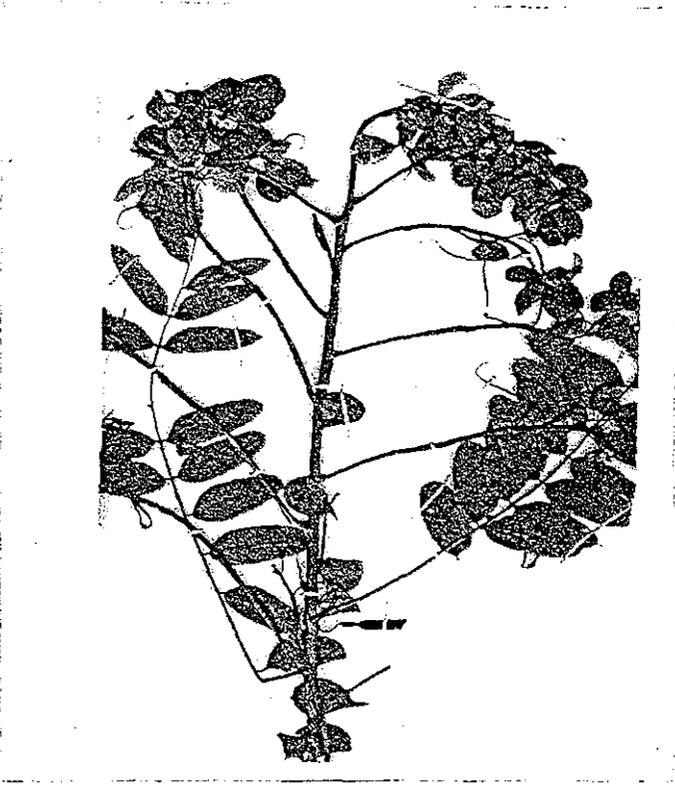


Figura 11. Senna nicaragüensis.

5.4.- PROCEDIMIENTO.

5.4.1.- PREPARACION DEL TERRENO.

Se preparó el terreno para las parcelas en el mes de MAYO de 1993. El cual se realizó un homogeneizando el suelo y se le dio una pendiente del 30 % con una Carterpillar D-8.

Posteriormente se elaboraron las parcelas, también se hicieron las zanjas en la parte inferior de cada una de las parcelas con un ancho de 60 cm y con un largo de 200 cm, para luego colocar un plástico en el interior de las zanjas.

5.4.2- SIEMBRA.

Las parcelas se sembraron en hileras. La siembra se realizó el 10 de Junio del mismo año.

VI.- RESULTADOS Y DISCUSION.

6.1.- ANALISIS DE DATOS : EROSION.

Clases	Niveles	Valores
PARCELA GRANDE. (Especie).	3	1 2 3
PARCELA CHICA. (Acolchado).	4	1 2 3 4
REPETICION.	2	1 2
TOTAL.	24	00; 55.0; 55.0; 82.5; 110.0; 110.0; 110.0; 137.5; 148.5; 165.0; 165.0; 165.0; 176.0; 181.5; 195.5; 220.0; 247.5; 286.0; 330.0; 357.5; 475.0; 476.66; 1045; 1349.33

Número de observaciones : 24

En el cuadro No. 2 se pueden apreciar las clases, niveles y valores del experimento para las especies (*Cynodon plectostachyus*, *Chloris gayana* y *Senna nicaragüensis*) y sus respectivos acolchados para el calculo con 24 observaciones.

Análisis de Varianza. EROSION

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pr > F
Modelo	12	2101977.914	175154.826	27.85	** 0.0001
Error	11	69182.772	6289.343		
Total	23	2171160.686			

$R^2 = 0.968136$ Coeficiente de Variación (C.V.) = 28.10802 Media = 282.416250

NS = No Significativo.

** = Altamente Significativo.

* = Significativo.

En el cuadro No. 3 se observa que para la variable dependiente erosión con la probabilidad de 0.0001 muestra que existe una diferencia altamente significativa por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pr > F
Parcela grande. (especie).	2	223587.172	111793.586	17.78	** 0.0004
Parcela chica. (acolchado).	3	1235277.120	411759.040	65.47	** 0.0001
Repetición.	1	8970.280	8970.280	1.43	NS 0.2575
Parcela grande *					
Parcela chica. (especie * acolchado).	6	634143.342	105690.557	16.80	** 0.0001

NS = No Significativo.

** = Altamente Significativo.

* = Significativo.

En el cuadro No. 4 En las variables Parcela grande (especie), Parcela chica (acolchado) y la interacción Parcela grande *Parcela chica (especie * acolchado) con probabilidades de 0.0004, 0.0001 y 0.0001 respectivamente nos muestran una diferencia altamente significativa, y para la variable repetición con una probabilidad de 0.2575 no existió una diferencia significativa.

ESPECIE	MEDIAS	N	AGRUPACION TUKEY
<i>Senna nicaragüensis</i>	214.06	8	B
<i>Chloris gayana</i>	214.27	8	B
<i>Cynodon plectostachyus</i>	418.92	8	A

Diferencia Mínima Significativa = 107.1

En el cuadro No. 5 muestra que en la prueba de Tukey las especies que tienen la misma letra no mostraron diferencia entre sí; sin embargo, la especie *Cynodon plectostachyus* con la letra A se distinguió entre las demás con la media de erosión más alta.

ACOLCHADOS	MEDIAS	N	AGRUPACION TUKEY
<i>Bagazo de caña.</i>	111.83	6	B
<i>Rastrojo de maíz</i>	153.08	6	B
<i>Ocochal de pino.</i>	192.50	6	B
<i>Testigo</i>	672.25	6	A

En el cuadro No. 6 muestra la prueba Tukey que en los acolchados que tienen la misma letra no hubo diferencia, sin embargo, en el testigo con la media más alta con la letra A fue la que registro mayor pérdida de suelo.

Por lo anterior se puede decir que hubo diferencia entre las especies y en los acolchados probados; así como también hay diferencias significativas en la interacción de las especies con los acolchados, lo que significa que al combinar las diferentes especies con cada acolchado se esta reduciendo la cantidad de suelo perdido como se muestra en el análisis de medias por la prueba de Tukey (cuadro 4 y 5) por medio de esta prueba se observa que las especies *Chloris gayana*, *Senna nicaragüensis* con medias iguales fueron las que tuvieron menor cantidad de suelo perdido (214.06 ton / ha) en comparación con la especie *Cynodon plectostachyus* en la cual se presentó con un valor de (418.92 ton / ha), sin embargo a pesar de que las 2 primeras especies tuvieron valores menores al de la estrella africana estos valores están considerados como altos ya que lo ideal para las zonas con las características de los suelos de La Primavera deberán ser las pérdidas de suelo menores a las 10 ton / ha / año.

Análisis de Datos : COBERTURA.

Clases	Niveles	Valores
PARCELA GRANDE. (especie).	3	1 2 3
PARCELA CHICA. (acolchado).	4	1 2 3 4
REPETICION.	2	1 2
TOTAL.	24	0.8; 2.11; 2.735; 2.81; 3.455; 4.155; 4.73; 4.83; 5.21; 6.48; 8.4475; 8.6175; 10.314; 12.0515; 16.18; 24.678; 36.485; 38.17; 43.8; 45.94; 51.145; 52.21; 83.8; 95.3

Número de observaciones : 24

En el cuadro No. 7 se puede apreciar las clases, niveles y valores para la evaluación estadísticas de este experimento de las especies (*Cynodon plectostachyus*, *Chloris gayana* y *Senna nicaraguensis*) con sus respectivo acolchado y 24 observaciones.

Análisis de Varianza. COBERTURA.

FUENTE	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pr>F
Modelo	12	10872.72040	906.06003	5.23	* 0.0050
Error	11	1906.11735	173.28340		
Total	23	12778.83775			

$R^2 = 0.850838$

Coefficiente de Variación (C.V.) = 64.60277

Media = 20.3763958

NS= No Significativo.

** = Altamente Significativo.

* = Significativo.

En el cuadro No. 8 se observa que para la variable dependiente Cobertura con la probabilidad de 0.005 muestra que existe una diferencia por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pr > F
Parcela grande (especie).	2	5420.015998	2710.07999	15.64	** 0.0006
Parcela chica (acolchado).	3	3087.127389	1029.042463	5.94	* 0.0116
Repetición.	1	2.602063	2.602063	0.02	NS 0.9047
Parcela grande * Parcela chica (especie * acolchado)	6	2362.974946	393.82915	2.27	NS 0.1129

NS = No Significativo.

** = Altamente Significativo.

* = Significativo.

En el cuadro No. 9 en la variable Parcela grande (especie) con la probabilidad de 0.0006 nos indica que hay una diferencia altamente significativa, en la variable Parcela chica (acolchado) con la probabilidad de 0.0116 indica una diferencia significativa, en la variable Repetición con la probabilidad de 0.9047 y en la variable de interacción Parcela grande * Parcela chica (especie * acolchado) con la probabilidad 0.1129 indica que no existió diferencia significativa.

Especie	Medias	N	Agrupación Tukey
<i>Cynodon plectostachyus</i>	40.613	8	A
<i>Chloris gayana</i>	15.879	8	B
<i>Senna nicaraguënsis</i>	4.637	8	B

Diferencia Minima Significativa = 17.777

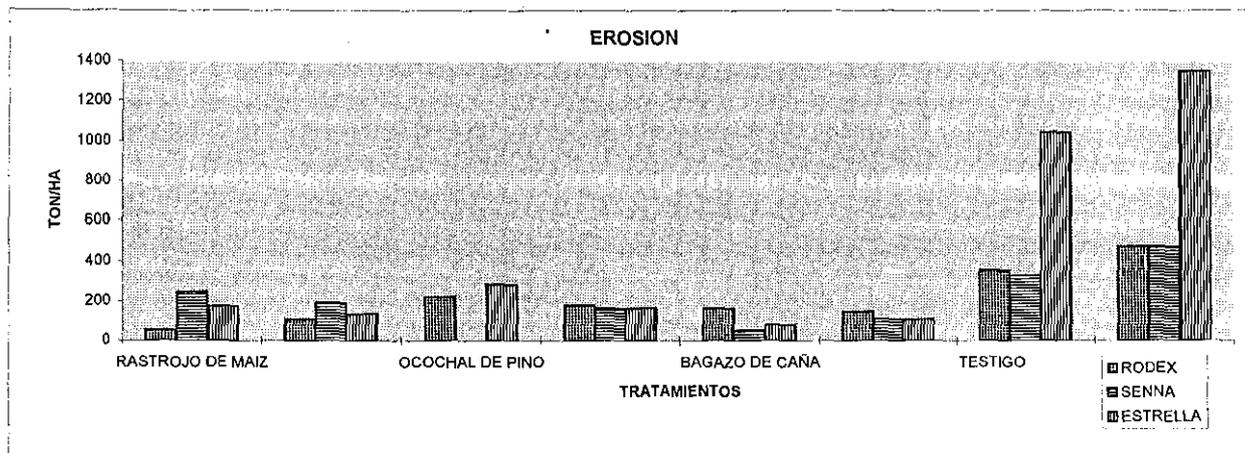
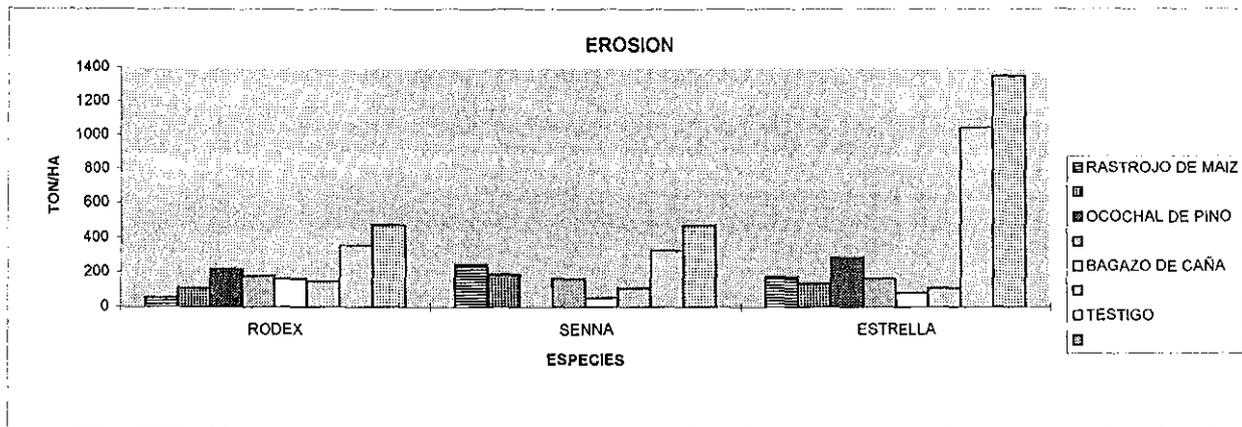
En el cuadro No. 10 muestra en la agrupación Tukey nos distingue mediante las letras, que el *Cynodon plectostachyus* con la media de mayor cobertura y la letra A, es significativamente diferente a *Chloris gayana* y *Senna nicaraguënsis* estadísticamente igual a la letra B.

ACOLCHADOS	MEDIAS	N	AGRUPACION TUKEY
Testigo	10.046	6	B
Ocochal de pino.	15.571	6	B
Bagazo de caña.	16.323	6	B
Rastrojo de maíz.	39.567	6	A

En el cuadro No. 11 muestra que la prueba de Tukey en los acolchados que tienen la misma letra no hubo diferencia; sin embargo, en el rastrojo con la media más alta y la letra A fue la que registró mayor cobertura.

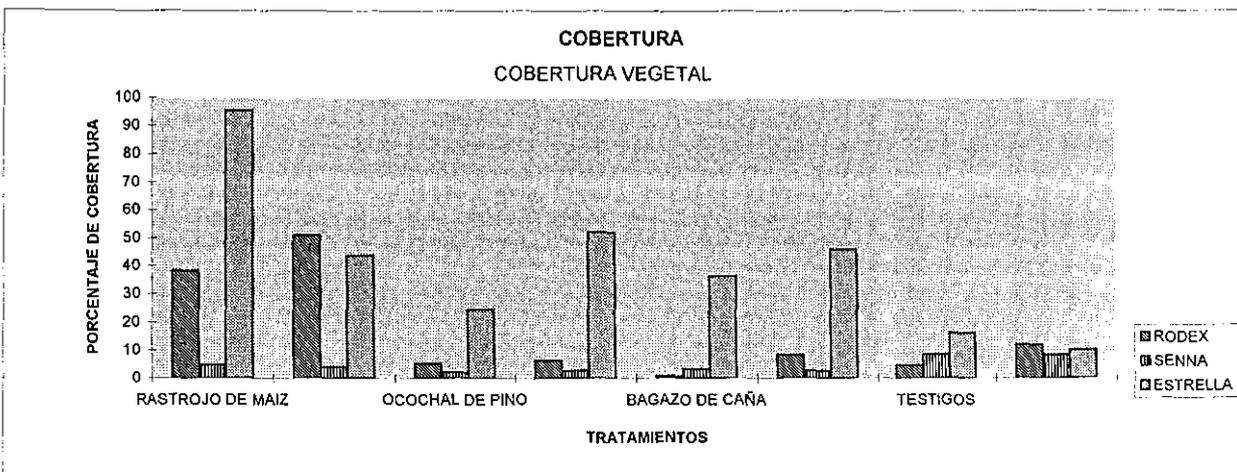
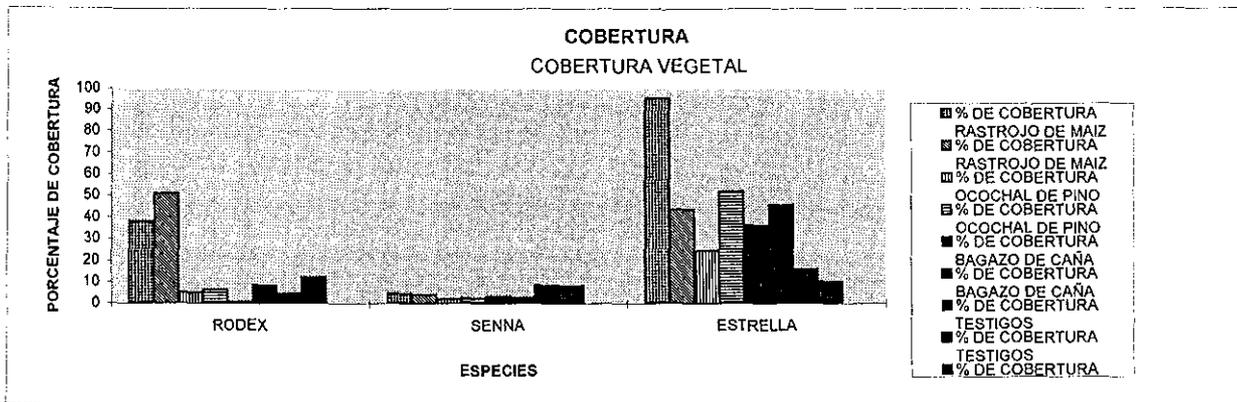
En el análisis anterior referido a la cobertura se puede observar la diferencia entre las especies y los acolchados; siendo en la especie la Estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) fue la que se distinguió por tener la mayor cobertura (40.613) que se muestra en el análisis de medias por la prueba de Tukey (cuadro No 9) sin embargo no hay que confundir que ha pesar de ser la especie con mayor cobertura también fue la que obtuvo mayor pérdida de suelo; y esto puede ser debido a que el 1er. año, esta especie tiene una rápida cobertura superficial ya que su reproducción y propagación inicial se realizan por medio de estolones los cuales solo están por encima del suelo con pocas inserciones radiculares; sin embargo, el Rhodex (*Chloris gayana*) y la Senna (*Senna nicaraguënsis*) que su propagación es por semillas establece sistema radicular y foliar aproximadamente en la proporción por lo que se deduce que ha pesar de que la cobertura foliar no represente unos números competitivos en ambas especies, las raíces se están encargando de la sujeción del suelo.

En el cuadro No. 11 que muestra el análisis de medias por la prueba de Tukey el rastrojo se distinguió por obtener en todas las especies la mejor cobertura y también quedó en el grupo con la menor pérdida de suelo que muestra el cuadro No. 6 por lo cual se deduce que: tanto para establecer una especie como para obtener una de las menores pérdidas de suelo se puede considerar el rastrojo de maíz como el más apto.



En la figura No. 12 se observa la gráfica de la erosión en Ton / Ha que tuvieron las 3 diferentes especies siendo la Estrella africana (Cynodon plectostachyus) con una media de 418.92 es la que se destaca por haber obtenido los valores en pérdida de suelo más altos, seguido con el 214.27 del Rhodex (Chloris gayana) y con el 214.06 de la Senna (Senna nicaragüensis).

En la figura No. 13 se observa la gráfica de la erosión en Ton / Ha que tuvieron los 4 tratamientos en donde el testigo obtuvo los valores más altos en pérdida de suelo con una media de 675.25, seguido por el ocochal (hoja de pino) con 192.50, rastrojo de maíz con 153.08 y el bagazo de caña con una media de 111.83 el cual obtuvo los valores más bajos en erosión.



En la figura No. 14 se observa la gráfica de cobertura vegetal que tuvieron las diferentes especies en donde se destaca la Estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) por haber obtenido los valores de cobertura más altos con una media de 40.613, seguido con una media de 15.879 del Rhodex (*Chloris gayana*) y con una media de 4.637 de la Senna (*Senna nicaragüensis*).

En la figura No. 15 se observa la gráfica de cobertura vegetal que tuvieron los diferentes tratamientos destacando el rastrojo de maíz como el mejor acolchado para el establecimiento de la cobertura con una media de 39.567, seguido por el bagazo de caña con una media de 16.323, el ocochal (hoja de pino) con una media de 15.571 y por último el testigo que tuvo una media de 10.046.

6.2.- LA ECUACION UNIVERSAL DE LA PERDIDA DEL SUELO.

Como el terreno que se quiere rehabilitar es un Banco de Material en donde generalmente se dejan taludes desnudos cuyas pendientes varían entre 20 y un 50 % se prestan de manejar factores que contribuyen a la aceleración de la degradación y que en un momento dado están al alcance de los propietarios de dichos terrenos en estas condiciones.

En los experimentos realizados en esta tesis se obtuvieron resultados de pérdidas de suelo promedio que van desde 55 ton / ha / año hasta 1349.33 ton / ha / año, mayores que 10 ton / ha / año de tolerancia a la pérdida de suelo en esa zona. (Comentario personal Curiel, A. 1995). El reducir el valor de la pendiente y/o aumentar el porcentaje de cobertura contribuirán al punto de equilibrio y así llegar al valor de tolerancia de pérdida de suelo.

Se dice que la probabilidad de la erosión del suelo puede evaluarse mediante la ecuación universal de la pérdida del suelo que es el método de uso más amplio para la predicción de la erosión de los suelos por parte de los conservacionistas en los Estados Unidos, esta ecuación es:

$$A = (0.224) RKLSCP$$

en donde :

A = pérdida de suelo

R = factor de erosibilidad por precipitación pluvial

K = factor de erodabilidad del suelo

L = factor de longitud de pendiente

S = factor de gradiente de la pendiente

C = factor de manejo de las cosechas

P = factor de método de control de erosión.

Para la utilización de esta ecuación se eliminaron los valores de la constante (0.224) y *P* . En el primer caso, esta constante se utiliza para obtener Kg / m² / año y en México se maneja en ton / ha / año por lo cual no fue necesario aplicarla. En el segundo, caso , el factor del método de control de la erosión, *P* no fue tomado en cuenta pues no se utilizó el cultivo en contorno, cultivo en franjas de contorno y surcos irrigados, ni terraceo, etc., por lo tanto la ecuación quedó reducida a :

$$A=RKLSC$$

Una de las probabilidades de reducir el valor de A (erosión en ton / ha / año) hasta 10 ton / ha / año o menos que es la tolerancia indicada para rehabilitar terrenos degradados, es disminuyendo la pendiente del terreno, por lo tanto :

$$\begin{aligned} A &= 10 \text{ ton / ha / año} && \text{(valor deseado)} \\ R &= 300 \\ K &= 0.5 \\ C &= 0.15 && \text{(correspondiente a 40 \% de cobertura)} \\ LS &= ? \end{aligned}$$

entonces :

$$LS = \frac{A}{RKC} \qquad LS = \frac{10}{(300 * 0.5 * 0.15)}$$

$$LS = 0.44444$$

Este valor se utiliza en el nomograma de factor de longitud y grado de pendiente, en el eje de las "y" o factores topográficos y 5 en longitud de pendiente en mts. En donde se obtiene un valor aproximado de 9 % de pendiente en la intersección de estos 2 puntos.

Nota : Con este valor de 9 % de pendiente matemáticamente se podría obtener una pérdida de 10 ton / ha / año. Tolerancia máxima de erosión para esta zona.

La otra probabilidad de reducir el valor de A (erosión en ton / ha / año) hasta 10 ton / ha / año o menos, es incrementando el porcentaje de cobertura, o sea, el valor de C en la ecuación en donde:

$$\begin{aligned}
 A &= 10 \text{ ton / ha / año} && \text{(valor deseado)} \\
 R &= 300 \\
 K &= 0.5 \\
 LS &= 3.5 && \text{(30 \% de pendiente)} \\
 C &= ?
 \end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$C = \frac{A}{RKLS} \qquad C = \frac{10}{(300 * 0.5 * 3.5)} \qquad C = 0.0190476$$

Este valor (0.0190476) para poderlo interpretar en porcentaje de cobertura se busca en la tabla de Determinación de la Cobertura para evitar la Erosión en un factor C para praderas permanentes, tierras ociosas y zonas forestales que han sido pastoreadas, quemadas o recientemente taladas. Kirkby M. J. y Morgan R. P. C. (1984). En dicha tabla se localiza este valor o uno aproximado en donde coincide con 95 % de cobertura.

NOTA: Con este valor de 95 % de cobertura, matemáticamente se podría obtener una pérdida de 10 ton / ha / año. Tolerancia máxima de erosión para esta zona.

Otra probabilidad de reducir el valor de A (erosión en ton / ha / año) podría ser combinar ambos factores, o sea, reducir la pendiente a un cierto grado y al la vez aumentar la cobertura aérea; por ejemplo, reducir la pendiente original del experimento del 30 al 20 % y aumentar la cobertura del 40 al 80 %.

en donde:

$$A = ?$$

$$R = 300$$

$$K = 0.5$$

$$LS = 1.4 \quad (\text{correspondiente a 20 \% de pendiente}).$$

$$C = 0.043 \quad (\text{correspondiente a 80 \% de cobertura}).$$

Por lo tanto:

$$A = RKLSC$$

$$A = (300 * 0.5 * 1.4 * 0.043)$$

$$A = 9.03 \text{ ton / ha / año}$$

NOTA: Con este valor de 9.03 ton / ha / año que se obtuvo de combinar una reducción de la pendiente de 30 hasta 20 % y un aumento de la cobertura del 40 al 80 % se obtendría una recuperación por debajo del promedio de tolerancia.

Otro ejemplo podría ser, reducir la pendiente del terreno al 12 %, con una cobertura aérea de 60 %. Combinando estos dos factores se obtendría el valor deseado.

entonces:

$$A = ?$$

$$R = 300$$

$$K = 0.5$$

$$LS = 0.7$$

$$C = 0.091$$

(correspondiente al 12 % de pendiente).

(correspondiente al 60 % de cobertura).

en donde:

$$A = RKLSC$$

$$A = (300 * 0.5 * 0.7 * 0.091)$$

$$A = 9.45 \text{ ton / ha / año.}$$

NOTA : Con este valor 9.45 ton / ha / año que se obtuvo combinando una reducción de la pendiente al 12 % y una cobertura del 60 %; se obtendría una recuperación por debajo del promedio de tolerancia.

En los ejemplos anteriores se están manejando 4 posibles soluciones para poder llegar a la pérdida de tolerancia (10 ton / ha / año) en los cuales se juega con dos factores que son los posiblemente modificables, LS (factores topográficos y longitud de la pendiente) y C (manejo de cosechas). En la práctica para modificar estos dos factores se implica un costo y un manejo determinado que el usuario del banco de material debe considerar según sus conveniencias para lograr la rehabilitación de el terreno que ha degradado.

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1.- CONCLUSIONES.

1.- En el experimento se observó que algunos acolchados como el bagazo de caña y el ocochal de pino obstruyeron la emergencia de las especies de gramíneas.

2.- De los datos obtenidos en el experimento utilizando las 2 especies de gramíneas y la leguminosa con los 3 tipos de acolchados contra el suelo descubierto; para rehabilitar zonas degradadas se concluye lo siguiente :

a.-) *Rastrojo de maíz*; este acolchado fue el que sobresalió sobre todos los demás, obteniendo la menor erosión y los índices de mayor cobertura vegetal.

b.-) *Bagazo de caña*; obtuvo por una parte la menor pérdida de suelo debido a la forma y el acomodo de la estructura delgada de la fibra que se compacta y se presenta una dificultad para la emergencia de las especies lo cual se reflejó en los porcentajes de cobertura vegetal en las parcelas cubiertas por este acolchado.

c.-) *Ocochal de pino*; este acolchado obtuvo la menor retención del suelo y el menor porcentaje de cobertura vegetal. En el aspecto de retención del suelo; no fue capaz de absorber la intensidad de la gota de lluvia ya que la forma aciculada de sus hojas abren un espacio entre sí y no tiene una estructura absorbente como sería el caso del bagazo de caña y rastrojo de maíz. En el aspecto de cobertura muestra la misma dificultad que el bagazo de caña, sus estructuras delgadas impiden la emergencia.

d.-) *Estrella africana (Cynodon plectostachyus)*; ésta especie mostró tener la mejor cobertura vegetal; sin embargo también obtuvo los valores más altos de erosión, debido a su propagación estolonífera de primera instancia (durante el primer año) por lo que se podría esperar que fuera la especie más recomendable a partir del 2do. al 3er. año.

e.-) *Rhodex (Chloris gayana)*; obtuvo valores bajos de cobertura vegetal debido a la obstrucción de los acolchados (bagazo de caña y ocochal de pino), dicha obstrucción provocó una falta de desarrollo por el taponamiento de la emergencia impidiendo el desarrollo normal de la planta, lo cual condujo a que la retención del suelo no fuera buena.

Sin embargo el Rhodex con el acolchado de rastrojo de maíz obtuvo coberturas vegetales iguales al promedio del experimento (40 %), por lo cual se puede esperar que esta especie con este tratamiento en un lapso de 3 años estabilice zonas degradadas.

f.-) *Senna* (*Senna nicaraguensis*); ésta especie fue la que obtuvo el menor porcentaje de cobertura debido al ataque de hormigas y especies silvestres; no obstante obtuvo la menor pérdida de suelo debido a su rápido enraizamiento y adaptabilidad en terrenos degradados. Sin embargo no se podría recomendar esta especie debido a que después del ataque de hormigas y especies silvestres sobrevivió menos de la mitad de la población y esto provocaría en años posteriores se logrará producir erosión debido a la falta de cobertura vegetal.

3.-) A pesar que el experimento realizado no se logró llegar a obtener valores de pérdida de 10 ton / ha / año (tolerancia indicada para rehabilitar terrenos degradados), sin embargo, se podrán hacer comparaciones de los mejores tratamientos en los cuales se obtuvieron valores de erosión 55 ton / ha / año en contra del suelo desnudo con valores hasta 1349.33 ton / ha / año en donde tal pérdida es 24.53 veces mayor que la técnica de protección a la superficie del suelo que se proporciona en este experimento.

4.-) Durante el periodo del experimento fueron tomadas las lecturas de precipitación pluvial diaria durante el periodo de Junio a Octubre en donde se observaron lluvias de 69.2 y 72.0 mm, dichas precipitaciones fueron cercanas a la precipitación máxima en 24 hrs. de 100 mm registrada de acuerdo a estudios realizados en esta zona (Curiel A., 1980), por lo cual en este estudio se puede decir que estas precipitaciones con altos valores cercanos a la máxima registrada se apegan a la realidad y nos proporcionan resultados de gran validez.

7.2.- RECOMENDACIONES.

1.- Comparando los resultados en el experimento entre los acolchados se dedujo que el rastrojo de maíz es el más recomendable ya que obtuvo los mejores índices de cobertura y buena retención del suelo.

a.-) Se recomienda de más tiempo para el seguimiento de los experimentos, para que el establecimiento de las especies que se propagan por semilla que los acolchados sean de estructuras grandes, gruesas y largas de tal manera que permitan la emergencia de las semillas y/o propagación de plantas ahí depositadas.

b.-) Que los materiales que se elijan para acolchados sean residuos de cosecha u otros materiales que se encuentren en la región para que de esta manera sean económicamente factibles.

c.-) Una capa laminar de acolchado con un espesor de 2.5 pulgadas con una cobertura vegetal de 95 % y una pendiente menor de 20 % (Bernard M. Slick y Curtis R. Willie , 1985).

2.- Comparando, los resultados del experimento entre las especies se deduce que la Estrella (*Cynodon plectostachyus*) fue la que mejor se comportó; ya que por las características de vigor, adaptación y velocidad de propagación obtuvo los mejores valores de porcentaje de cobertura, aunque no los mejores en erosión por lo que se recomienda que el 1er. año en que se realiza la rehabilitación del suelo mezclarla con las especies nativas de propagación por semilla mientras que esta con el tiempo logra un establecimiento al 80 u 100 % de cobertura.

3.- Con los resultados obtenidos en el experimento y la ayuda de la ecuación universal de la pérdida de suelos se obtuvieron resultados que nos podrían llevar a la pérdida máxima de tolerancia para rehabilitar suelos degradados (10 ton / ha / año). De lo anterior se puede recomendar :

a.-) Reducir la pendiente del terreno hasta 9 % o menos conservando una cobertura aproximada de 40 % (cobertura promedio que se obtuvo en el experimento).

b.-) Aumentar el porcentaje de cobertura hasta 95 % conservando la pendiente del terreno que se utilizó en el experimento 30 %.

c.-) Existen gran cantidad de bancos de material que se encuentran abandonados sin recurso económico para reducir la pendiente del terreno a 9 % para lograr la rehabilitación, sin embargo, la técnica que se proporciona en este experimento es económicamente factible y se puede lograr reducir hasta 24 veces la erosión aunque no se logre un óptimo de 10 ton /ha / año.

VIII.- BIBLIOGRAFIA .

- 01.- Ackerman, A., 1983. *Las Gramineas de México*. S.A.R.H., Cotetoca. Calypso S.A., Méx. D.F.
- 02.- Ayala, F.J., 1989. *Instituto Tecnológico al conocimiento de los Pastos Forrajeros del Municipio de Zapopan*. (Tesis Profesional. U. de G.)
- 03.- Bernard M. Slick y Curtis R. Willie. 1985. *A guide for the Use of Organic Materials*. Edit. United States. Departament of Agriculture. USA.
- 04.- *Catálogo de Gramineas Tropicales*. 1992. *Chloris gayana*.
- 05.- Cochran, T., 1973. *El Potencial Agrícola del Uso de la Tierra en Bolivia, Maca, Misión Británica en Agricultura Tropical*. Don Bosco, La Paz, Bolivia.
- 06.- *Colegio de Postgraduados. Chapingo México., 1977. Manual de Conservación de Suelo y del Agua*. Talleres Gráficos de la Nación.
- 07.- *Colegio de Postgraduados. Chapingo México., 1977. Instructivo de Conservación del Suelo y del Agua*. Talleres Gráficos de la Nación
- 08.- Curiel Ballesteros, Arturo. 1980. *Productividad del cultivo sin suelo a nivel familiar, ensayo con Jitomate (Lycopersicum sculentum)*. Tesis Profesional. U. de G.
- 09.- Curiel, A. et. al., 1988. *Plan de Manejo Bosque La Primavera*. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- 10.- Curiel Ballesteros Arturo. 1989. *Degradación Actual y Potencial de los Suelos Agrícolas de Zapopan, Jalisco*. Tesis de Graduado. U. de G.
- 11.- Ellenberg, M. y Camman C., 1983. *Desarrollo Rural con Uso Apropriado de los Recursos de la Ecología, " Zonas Montañosas en los Trópicos y Subtrópicos " en Desarrollo Rural con uso apropiado de los recursos (Desafío o contradicciones)* DSE. Feldafing.

- 12.- Estrada, M. 1986. *Investigaciones de Suelo para Evaluación de Sitios Mediante Factores Abióticos en el Bosque Escuela*. Tesis profesional. U. de G.
- 13.- FAO y PNUMA. ROMA , 1984. *Directrices para el Control de la Degradación de los Suelos*.
- 14.- Folleto No. 4297. 1974. *Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Mecánica de la Erosión*. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Pp. 1 - 28.
- 15.- Garcia, E., 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. U.N.A.M., México.
- 16.- García Salmerón J., 1967. *Erosión Eólica*. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.
- 17.- Guzmán Valle Jaime Francisco, Torres López Julio Cesar. 1993. *Evaluación de la Germinación en Gramíneas y Leguminosas Peletizadas en Suelos Degradados del Bosque La Primavera*. Tesis Profesional. U. de G.
- 18.- Harding, V. Michael. 1990. *Restoring the Earth*. Edit. J. J. Berger. U.S.A. p 157.
- 19.- Horneado, E., 1957. *Congreso para Detener el Avance de la Erosión de la Tierra en México*. Periodística e impresora de México, México. Pp 49- 50.
- 20.- Instituto Tecnológico Geominero de España, 1991. *Curso de Ingeniería Geoambiental*. Madrid, España. Pp 60 - 70.
- 21.- Instituto Tecnológico Geominero de España, 1991. 2do. *Curso General de Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales*. Madrid, España. Pp 80 - 90.
- 22.- López, O. 1984. *Manual de Ecología y Ganadería Tropical, Continental*. México. Pp. 18 - 19.
- 23.- Mc Vaugh, R., 1987. *Flora Novo - Galiciana Volumen 5 Leguminosae*. Ann Arbor The University of Michigan Press. p 786.

- 24.- Meléndez Nava Francisco, González M., J. Antonio, Pérez R., Jorge. 1980. *El Pasto Estrella Africana*. Colegio Superior de Agricultura Tropical, S.A.R.H., H. Cárdenas, Tab. Pp. 7 - 10.
- 25.- Moreno, Nancy P., 1984. *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz.
- 26.- Reyna, O., 1989. *Estudio de la Vegetación de la Reserva Forestal de la Primavera, Jalisco*. Tesis profesional U. de G. Pp. 11 - 12.
- 27.- Ríos Berber José Donaldo. 1987. *Efecto de la Cobertura Vegetal en el Proceso Erosivo*. Tesis para obtener la Maestría en el área de edafología en el Colegio de Postgraduados.
- 28.- Robles Sánchez Raúl. 1986. *Producción de Granos y Forrajes*. Editorial Limusa. 4ta. Edición. México. Pp. 381 - 393.
- 29.- Skerman P.J., Riveros F. 1992. *Gramíneas Tropicales*. FAO. ROMA.
- 30.- Spencer - Meade., 1967. *Manual de Azúcar de Caña*. Montaner y Simón, S. A. Editores Aragón 255, Barcelona, España. Pp. 77 - 89.
- 31.- Zarazúa, V., 1986. *Uso de Modelos para la Determinación de la Erosión Hidrica en los Bosques Templados de México*. Tesis Profesional U. de G. p 87.

APENDICE.

PRECIPITACION.

<i>MES.</i>	<i>DIA</i>	<i>Precipitación en mm.</i>
	01	00
	02	00
	03	00
	04	00
	05	00
	06	00
	07	00
	08	00
	09	00
	10	00
	11	00
	12	00
	13	00
	14	00
<i>JUNIO.</i>	15	13
	16	1.5
	17	1.0
	18	3.8
	19	00
	20	00
	21	6.6
	22	36.3
	23	26.5
	24	21.0
	25	25.9
	26	17.6
	27	12.5
	28	00
	29	17.4
	30	6.9
<i>SUBTOTAL DEL MES.</i>		<hr/> <i>190.0</i>

	01	1.9
	02	44.3
	03	69.2
	04	7.5
	05	0.4
	06	9.1
	07	1.2
	08	3.2
	09	2.6
	10	10
	11	38
	12	6.3
	13	62.2
	14	0.2
<i>JULIO.</i>	15	16.3
	16	5.0
	17	0.5
	18	1.7
	19	41.6
	20	32.2
	21	00
	22	0.1
	23	44
	24	4.0
	25	12.3
	26	00
	27	00
	28	00
	29	2.5
	30	4.5
	31	9.8

SUBTOTAL DEL MES.

430.6

	01	13
	02	4.9
	03	6.0
	04	1.5
	25	00
	06	00
	07	00
	08	34
	09	00
	10	00
	11	00
	12	00
	13	00
	14	16
<i>AGOSTO</i>	15	6.0
	16	18
	17	00
	18	20
	19	13
	20	1.5
	21	1.8
	22	5.1
	23	00
	24	2.0
	25	00
	26	72
	27	00
	28	00
	29	7.0
	30	4.0
	31	9.0
		<hr/>
<i>SUBTOTAL DEL MES.</i>		234.8

	01	0.3
	02	00
	03	22
	04	12
	05	12
	06	4.0
	07	16
	08	1.0
	09	20
	10	INAP
	11	7.6
	12	00
	13	00
	14	00
SEPTIEMBRE	15	1.0
	16	0.5
	17	00
	18	00
	19	00
	20	13
	21	2.2
	22	13
	23	1.0
	24	7.0
	25	7.0
	26	00
	27	10
	28	3.0
	29	16
	30	00
		<hr/>
SUBTOTAL DEL MES		168.6

	01	00
	02	00
	03	00
	04	00
	05	00
	06	00
	07	00
	08	00
	09	00
	10	00
	11	00
	12	00
	13	00
	14	00
OCTUBRE.	15	00
	16	00
	17	00
	18	00
	19	00
	20	00
	21	00
	22	8.0
	23	00
	24	00
	25	00
	26	00
	27	6.0
	28	00
	29	22
	30	00
	31	00

SUBTOTAL DEL MES

36

Total de la Precipitación en mm :

1060

INAP.- Quiere indicar " INAPRECIABLE ", lo cual indica que no alcanza a registrar algún dato y se le puede considerar como nulo.

Los datos que se recabaron de la precipitación durante la época de lluvias del año de 1993, que fueron recabados por los miembros del presente trabajo y por la Comisión Nacional del Agua.

GLOSARIO DE TERMINOS BOTANICOS UTILIZADOS.

Abaxial.- Referente a la superficie o lado más alejado del eje principal u orientado hacia la base; el envés.

Adpresos.- Aplicado contra la superficie o eje vertical de referencia, dirigido hacia el ápice de la misma con el ángulo de divergencia de 15 ° aproximadamente.

Aguda.- Con márgenes rectos o convexos que terminan en ángulo de 45 - 90 °.

Alaxial.- No se encontró la palabra en el diccionario botánico.

Amacollado.- Forma macolla las plantas.

Antera.- Porción del estambre que produce el polen; sitio de los microsporangios.

Antesis.- El momento de abrirse la flor; floración.

Apice.- La punta o extremo de una hoja o foliolo (el término puede aplicarse a otros órganos).

Apomictica.- Relativo al fenómeno de la Apomixis.

Apomixis.- Fenómeno a favor del cual se produce un embrión sin fecundación previa.

Aréola.- Subdivisión más pequeña de la superficie de la hoja o foliolo delimitada por los nervios (el término puede aplicase a otros órganos).

Arista.- Terminado en una punta prolongada y recta.

Ascendente.- Con las ramas inclinadas hacia arriba con un ángulo de divergencia entre 16 y 45 ° del vertical o que empieza primero con una orientación horizontal y que cambia después hacia la vertical.

Barbado.- Con 1 o varias barbas.

Base.- La porción de la hoja o foliolo más cercana al eje en que se inserta (el término puede aplicarse a otros órganos).

Bráctea.- hoja modificada, presente en una inflorescencia.

Bracteado.- Con brácteas.

Caducos.- Organo o miembro poco durable que se desprende temporalmente.

Cáliz.- Verticilo externo del perianto; los sépalos en su conjunto.

- Callo.-** Una excrecencia endurecida sobre el perianto (u otro órgano).
- Caudado.-** Largamente acuminado con márgenes cóncavos.
- Ciliada.-** Con tricomas marginales.
- Cilíndrico.-** En forma de cilindro o tubo.
- Cilios.-** Pelo marginal conspicuo.
- Cóncavo.-** Superficie más deprimida en el centro que en las orillas.
- Cono.-** El estróbilo de los pinos o una estructura muy parecida como la infructescencia de *Alnus*.
- Cordado.-** Comprende a animales con eje esquelético, con sistema nervioso central en posición dorsal.
- Corola.-** Verticilo interno del perianto; los pétalos en su conjunto.
- Conspicuo.-** Se refiere a lo sobresaliente.
- Convexa.-** Superficie más prominente en el medio que en los extremos.
- Cromosoma.-** Cada uno de los corpúsculos de forma fija que reúnen los gránulos de cromatina en ciertos momentos de la vida celular.
- Culmos.-** Tallo fistuloso y articulado de las gramíneas.
- Deciduo.-** Persistente solamente durante una temporada de crecimiento (cualquier órgano).
- Dehiscente.-** El momento de abrirse un órgano para la dispersión de su contenido.
- Desnudo.-** Que carece de partes accesorias, por ejemplo una flor sin perianto.
- Diatomea (diatomácea).-** Se refiere a una subclase de algas unicelulares, de color pardo o amarillento, dotadas de 2 valvas que encajan una en otra como una caja y su tapa , con las cuales llegan a formarse extensos sedimentos llamados barros de diatomeas.
- Digitada.-** Con todos los folíolos originándose en un sólo punto.
- Diploide.-** Núcleo completo que no ha sufrido reducción cromática propia de los nucleos haploides.
- Distendida.-** Que puede causar una tensión violenta en los tejidos, membranas, etc.
- Disturbado.-** Se refiere a que puede transtornar, alterar o modificar a algo ó alguien.

Divaracada.- Que forma un ángulo abierto de 75 a 105° con el eje vertical o de referencia.

Ecotipo.- Se refiere a a la subunidad de la ecospecie, no sujeta a pérdida de fertilidad por recombinación genética con otras unidades similares dentro de su ecospecie.

Ecospecie.- Población apomíctica, adaptada a determinado medio, que si se cruza con otras poblaciones vecinas puede dar descendientes más o menos estériles.

Elíptica.- En forma de elipse; redondeado o curvado y más ancho en la parte central de la estructura.

Elongarse.- Se refiere a una distancia de un cuerpo oscilante o vibrante de la posición original de equilibrio.

Encurvado.- Doblado o curvado hacia el lado superior o interior de la misma estructura.

Entrenudo.- Región del tallo entre los nudos.

Envuelta.- Un órgano rodeado por otro.

Erecto.- De posición vertical.

Escabrosa.- Con asperezas que se aprecian al tacto.

Espiga.- inflorescencia indefinida, simple, con las flores sésiles sobre un eje prolongado.

Espiguilla.- Pequeña espiga típica de las gramíneas. Consta de 2 brácteas basales (glumas), además de una escama exterior (lema) y una interior (pálea) alrededor de cada flor.

Estambre.- Esporofilo masculino; unidad básica del androceo que consiste de la antera y el filamento y que produce el polen.

Estaminado.- Individuo con flores masculinas solamente.

Estéril.- Flor sexuada, pero incapaz de producir polen o frutos.

Estilo.- Parte superior prolongada del ovario que remata en uno o varios estigmas.

Estípite.- Cualquier estructura prolongada de soporte; a menudo se aplica al peciolo de los helechos o al tallo de los helechos y palmas.

Estípulas.- par de escamas, espinas, glándulas u otras estructuras en la base del peciolo (no siempre presentes).

Estolón.- Brote lateral, basal, con entrenudos largos que desarrolla raíces para formar una nueva planta en la punta.

Estolonifera.- Con brotes laterales reproductivos, los estolones.

Estróbilo.- Estructura condensada de un sólo pie, bracteada, que contiene los órganos reproductores de las gimnospermas y otros grupos relacionados. A menudo se utiliza microstróbilo para las estructuras masculinas y mega o macrostróbilo para las femeninas.

Exfoliada.- Dividido de alguna cosa en láminas o escamas.

Filamento.- La parte estéril del estambre que sostiene la antera.

Fistuloso.- Hueco en medio, con los extremos cerrados, generalmente una estructura cilíndrica.

Floreado.- Relativo a echar flor o abrirse las flores.

Flósculo.- Flor pequeña que forma parte de un capítulo o de una espícula.

Foliacea.- Verdes, con la apariencia y consistencia de hojas.

Foliolo.- Segmento individual de una hoja compuesta.

Froncosa.- Abundante en hojas y ramas.

Frústulo.- Conjunto de 2 valvas silíceas de la célula de diatomea

Glabra.- Sin ningún tipo de indumento.

Glándula.- Célula o conjunto de células secretora; pueden ser sésiles o pediculadas.

Gluma.- Brácteas localizadas generalmente en pares, en la base de la inflorescencia.

Hacecillos.- Porción de flores unidas en cabezuela, cuyos pedúnculos están erguidos y casi paralelos y son iguales en altura.

Hemicordada.- Se refiere a animales que excarvan madrigueras en arena o lodo.

Hemiobada.- Se refiere que es solamente un sólo lado de la forma de un huevo.

Hirsuta.- Cubierta por pelos largos, más o menos tiesos y erectos.

Hojoso.- Que tiene muchas hojas.

Imbricada.- Con los márgenes sobrepuestos; algunas veces el término se emplea como sinónimo de quincuncial.

Indumento.- Cobertura en la forma de tricomas.

Inflorescencia.- Se refiere a la disposición que toman y orden que aparecen y desarrollan las plantas en una planta cuyos brotes florales se ramifican.

Infrutescencia.- La inflorescencia en la etapa de fructificación, con las flores reemplazadas por frutos.

Internervadura.- Se puede describir en que puede estar en medio de los nervios de las hojas.

Lanza.- Se dice que es una arma que tiene de un lado puntiagudo y cortante en el extremo.

Lateral.- Sobre los lados o costados de una estructura.

Lema.- Escama exterior de la flor de las gramíneas.

Lígula.- Pequeño apéndice por arriba de la vaina de la hoja en ciertas gramíneas.

Mechón.- Porción de pelos, hebras o hilos.

Membranoso.- Delgado y translucido como una membrana.

Microsporungio.- Célula de diatomea en cuyo interior se origina un número variable (8 - 128) de microsporas. Puede corresponder a una célula vegetativa entera, o bien el contenido de un frústulo se divide previamente en 2.

Montículo.- Monte pequeño aislado, natural o artificial.

Mucro ó Mucrón.- Punta corta, más o menos aguda y aislada, en el extremo de un órgano cualquiera.

Mucronada.- Que termina abruptamente en una proyección corta, rígida y aguda (mucrón), formada por una extensión del nervio medio.

Nervaduras.- Conjunto y disposición de los nervios de una hoja.

Obolo.- Especialmente que tiene forma de la sección longitudinal a la del huevo.

Obovada.- En forma de huevo, con el ápice más amplio que la base.

Oblancoelada.- De forma lanceolada invertida (el ápice más ancho que la base).

Oblongo.- Más largo que ancho, de forma más o menos rectangular.

Obtuso.- Con márgenes de rectos a cóncavos que forman un ángulo terminal mayor de 90 °.

Ovada.- En forma de huevo (perfil), con la base más amplia que el ápice.

Quincuncial.- Con 5 integrantes : 2 exteriores, 2 interiores y 1 con el margen de un lado sobre un integrante interno y el margen del otro lado cubierto por el de un integrante exterior.

Pálea.- Escama interior de la flor de la gramínea o una de las escamas presentes en el receptáculo de muchos miembros de la familia Compositae.

Panicula.- Un racimo con ramificaciones también racemosas; el término es utilizado frecuentemente para describir cualquier inflorescencia muy ramificada.

Papirácea.- Delgado con la consistencia del papel.

Peciolar.- Sobre o asociado con el peciolo.

Peciolo.- Sostén de la lámina de una hoja o el eje principal en una hoja compuesta situado por debajo de los folíolos.

Pedicelo.- Soporte individual de una flor que forma parte de una inflorescencia.

Perenne.- Que perdura más de 2 años.

Perianto.- Envoltura de las partes reproductoras de la flor; puede o no estar dividido en 2 verticilos distintos (cáliz y corola).

Pétalo.- Una pieza o unidad de la corola.

Petaloides.- En forma de pétalo, laminar.

Pinnadamente compuesta.- Con los folíolos distribuidos a lo largo de los 2 lados de un eje central (raquis).

Piriforme.- Con forma de pera.

Pubescencia.- Calidad de pubescente o veloso, tendencia a cubrirse de vello, no pocas plantas presentan en las cumbres marcadas pubescencia.

Pubescente.- Con pelos simples, delgados y rectos; a menudo el término es empleado como sinónimo de indumentado.

Racimo.- Inflorescencia con un eje central y flores pediceladas, generalmente indefinida.

Raquis.- Eje principal de una hoja pinnadamente compuesta.

Rastrera.- Extendido sobre la superficie del suelo, con la formación de raíces en los nudos.

Remanente.- Se refiere al residuo de alguna cosa.

Receptáculo.- Región apical del pedicelo donde se insertan las piezas florales.

Rizomatoza.- Con aspecto de un rizoma.

Sépalo.- Una pieza o unidad del cáliz.

Sésil.- Sin soporte, por ejemplo sin peciolo o peciólulo.

Subaguda.- Casi agudo, o literalmente agudo.

Subdeciduo.- Que puede persistir una segunda temporada de crecimiento.

Sutura.- Línea de dehiscencia en un fruto.

Tallo.- Parte aérea de la planta cuando empieza a brotar la semilla, bulbo o tubérculo.

Terminal.- Ubicado en el ápice del ovario. (**APICAL**).

Tricoma.- Prominencia que consiste solamente de tejidos epidérmicos, a menudo en forma de pelo.

Valva.- Segmento de un fruto después de la dehiscencia.

Vena.- Cada uno de los haces vasculares que se encuentra en la lámina de la hoja u otro órgano.

Verticilio.- Cada grupo de unidades o piezas florales. Algunas veces el término se utiliza para describir cada agrupación cíclica dentro de un mismo grupo floral.

Yema.- Rudimento de brote en que los extremos aún no se han desarrollado y las hojas se hallan imbricadas unas sobre otras.