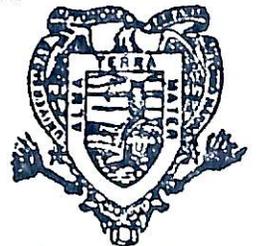


REHABILITACION ECOLOGICA DEL PASTIZAL,
I. MANEJO SUPERFICIAL E INCORPORACION DE
MATERIAL ORGANICO AL SUELO

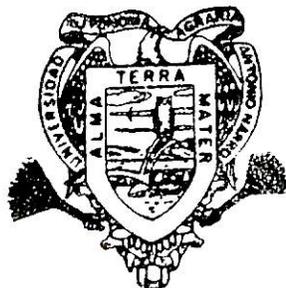
MIGUEL SANCHEZ CAMACHO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

DICIEMBRE DE 1997

029910

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal:



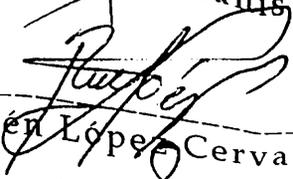
M.Sc. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Asesor:



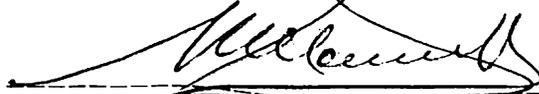
M.C. José Duñez Alanís

Asesor:



M.C. Rubén López Cervantes

Asesor:



M.C. Regino Morones Reza



Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Subdirector de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre 1997.

DEDICATORIA

A mi Esposa e hija:

Cris y UAAANULITA

Sin, las Cual, Nada...

A mis padres:

Miguel Sánchez Quintana y Francisca Camacho Alfaro,

*por brindarme sin darse cuenta, por el lado... ,
bueno, ahora de la Rehabilitación Ecológica en ese jardín de mi madre, su
apoyo moral, espiritual y por la confianza que se gana para lograr algo más en
la vida, además de conducirme por el mejor de los caminos .*

A mis hermanos:

Por ser como son, me permiten ser así.

M.Sc. J. Ricardo Reynaga Valdés,

*por continuar precisamente en un servidor la línea
sobre Rehabilitación Ecológica*

Ph. Julián Gutiérrez Castillo,

donde Usted se encuentre.

Para Carmelita Castro Juárez,

en Unidad Laguna, siempre se le aprecia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la vida, una gran familia y porque siempre está en mí.

Para la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” espero restituirle lo mucho que me ha brindado, gracias, gracias, gracias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la permanencia en esta Grandiosa Universidad.

A mis asesores. Con el más sincero agradecimiento, respeto y admiración al M.Sc. J. Ricardo Reynaga Valdés, M.C. José Dueñez Alanís, M.C. Rubén López Cervantes y al M.C. Regino Morones Reza , por darme su apoyo, asesoría y su gran colaboración en el presente trabajo de investigación.

Al Departamento de Recursos Naturales Renovables y todos sus Maestros por sus consejos, su paciencia y dedicación.

Para Don Manuel Ramírez, Don Pedro Ramírez, Leticia Lara, Irene Ayala, Lourdes Robledo, David Silva, Paty y Norma, nunca terminaré de agradecer su apoyo y amistad.

Para los Ings. Norma Patricia, Silvia Xiomara, Elsa, Francisco, Toño, Carlos, Melchor, Jorge, Enrique, Lázaro, Juan, Felipe, Carlos Fuantos y a los MVZ Noé y Carlos Aguirre, que nuestra amistad perdure.

COMPENDIO

REHABILITACIÓN ECOLÓGICA DEL PASTIZAL, I. MANEJO

SUPERFICIAL E INCORPORACIÓN DE MATERIAL

ORGÁNICO AL SUELO

POR

MIGUEL SÁNCHEZ CAMACHO

MAESTRÍA EN

MANEJO DE PASTIZALES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE, 1997

M.Sc. Juan Ricardo Reynaga Valdés – Asesor -

Palabras clave: Rehabilitación ecológica, manejo superficial del suelo, material orgánico, principios ecológicos, simulación de lluvia.

Esta investigación plantea la rehabilitación ecológica del pastizal a través del manejo superficial e incorporación de material orgánico, evaluando específicamente la aplicación directa e incorporada al suelo, por medio de componentes del rendimiento, de propiedades físico-químicas del suelo y simulación de lluvia.

El trabajo se desarrolló en dos estaciones de crecimiento, inicial 1994 *vs* final 1995 para dos áreas, Campus Reforestación de la UAAAN y Angostura, Municipio de Saltillo, Coah. homogéneas referente al suelo pero diferente deterioro, mientras la primera presenta mayor vegetación inicial, mayor contenido de material orgánico, la otra un suelo desnudo, sólo con algunos montículos vegetales y extremadamente pobre en material orgánico respectivamente. En base a lo anterior, se ubicaron 24 tratamientos analizándose con dos factores en parcelas divididas en espacio y tiempo, al primero le corresponde sin manejo superficial del suelo (SMSS) y con manejo superficial del suelo (CMSS); para el segundo diferentes materiales orgánicos (el testigo, paja estiércol y mezcla) divididos en niveles de aplicación, seleccionando además los mejores tratamientos por comparación de medias con grupos apareadas, permitiendo conocer los incrementos de 1994 a 1995. Para determinar el componente planta se evaluó la cobertura, utilizando el método de puntos de contacto o armazón de puntos para 10 agujas, deslizando lentamente una detrás de la otra para registrar el primer contacto del material. Se realizó una categorización florística de áreas en estudio por medio de un inventario específicamente en unidades experimentales. Posteriormente, con un cuadrante de 12.5 cm por lado y en corte directo de las plantas, se determinaron el peso seco y verde, longitud de vástagos y área foliar en gramíneas y peso verde y seco de herbáceas, como componentes del rendimiento.

Se utilizó un simulador de lluvia portátil, calibrado a una intensidad aproximada a la precipitación natural de 24.9 cm/h aplicada sobre parcelas de escurrimiento con un área de 1444 cm² determinando la infiltrabilidad y concentración de sedimentos. Las respuestas de cobertura a la aplicación de tratamientos se observó hasta el segundo período de lluvias, reportando valores negativos por el incremento de la vegetación, es decir, los valores iniciales fueron mayores en suelo desnudo, piedras, musgo y conforme fue expresando horizontal y verticalmente las gramíneas y herbáceas la cobertura aumentó al final. Respecto a los componentes del rendimiento, específicamente en peso verde y seco de gramíneas y herbáceas se incrementó, en un área de 156.2 cm², conociendo así el reflejo de los tratamientos. Los análisis de las propiedades del suelo inicial *vs* final es conveniente mantenerlos en esos niveles, mientras las plantas realizan su función como herramienta natural. En la simulación de lluvia, la concentración de sedimentos (g/l) e infiltrabilidad (cm/h), a los cinco minutos se incrementaron sus valores para bajar ligeramente después.

El inicio del escurrimiento (min) sí permitió determinar las diferencias de la aplicación de cada uno de los tratamientos aplicados.

ABSTRACT

REHABILITATION ECOLOGY OF RANGELAND. I. SOIL SUPERFACE MANAGEMENT AND INCORPORATION OF ORGANIC MATTER TO SOIL

By

MIGUEL SÁNCHEZ CAMACHO

MASTER OF SCIENCE

RANGE MANAGEMENT

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DECEMBER, 1997

M. Sc. Juan Ricardo Reynaga Valdés - Advisor -

Key words: Rehabilitation ecology, soil surface management organic matter ecological principles and rainfall simulation.

This research topic of this thesis was based on rehabilitation ecological principles for rango. The objetivos of the study were: to evaluate the soil superface management and the incorporation of organic matter upon the yield components the physical and chemical atributos of soil and the rainfall simulation.

The present study was conducted during the periods of 1994 and 1995 for two areas: 1) reforestation site on Campus Buenavista and 2) The Angostura rural community (ejido) of Saltillo, Coahuila, México. The study site within was homogenous with respect of soil and vegetation, but different with respect of the history of use of both sites. The reforestation site had higher cover and higher organic matter than the Angostura study site with more bare ground and few grasses.

Twenty four treatments were used with two factors a) with and without soil surface management and b) four organic materials were used: 1-) manure, 2) straw, 3) manure + straw, 4) control treatment with split plot design with matched plots for the period 1994 and 1995.

Point frame were used to assess the plant and soil cover, and botanical composition and a plot 12.5 cm x 12.5 cm was used to harvest green and dry forage production and yield components by direct cut, the number of tiller were counted within the plot.

Portable rainfall simulator was used and it was calibrated to an intensity of rainfall of 249.4 mm per hour over an area of 1,444 CM² the data collection was determined by the infiltrability rate and interrill erosion.

The initial data of base ground, gravel, mosses were higher at the beginning of the study and the grass cover and herbaceous plants were higher at the end of the study.

The green and dry yield production and herbaceous plants yield production varied within the treatments and the physical and chemical attributes as well. For the rainfall simulation the infiltrability rate was higher at the 5 min of application of the rainfall and the interrill erosion was inversely related.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	<i>xiv</i>
ÍNDICE DE FIGURAS.....	<i>xv</i>
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General.....	2
Objetivo Específico.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Rehabilitación	5
La Rehabilitación Ecológica	7
Leyes, Principios o Conceptos Ecológicos.....	8
Componentes y Procesos	9
Ciclo del Agua	12
Ciclo Mineral.....	12
El Flujo de Energía	12
Manejo Superficial	13
Material Orgánico.....	15
Simulación de Lluvia.....	17
Componentes del Rendimiento.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS	23
Descripción General del Área de Estudio.....	23
Localización Geográfica	23
Descripción de las Parcelas de Estudio	23
Clima	24
Vegetación de Áreas de Estudio	25
Clasificación Edafológica	26
Uso Actual del Suelo	28
Precipitación Pluvial Regional y en Areas de Estudio	28
Hidrología	30
Metodología	32
Evaluación del Componente Suelo	33
Textura	34

Contenido de Materia Orgánica.....	35
Densidad Aparente.....	35
Simulación de Lluvia.....	36
Inicio de Esgurrimiento.....	37
Concentración de Sedimentos.....	38
Infiltrabilidad.....	39
Evaluación del Componente Planta.....	39
Cobertura.....	39
Componentes del Rendimiento.....	40
RESULTADOS	42
Componente Planta.....	42
Cobertura.....	42
Categorización Florística General.....	44
Componentes del rendimiento.....	44
Número de Vástagos.....	44
Peso Verde de Vástagos.....	47
Peso Seco de Vástagos.....	48
Longitud de Vástagos.....	48
Peso Verde de Hojas.....	49
Peso Seco de Hojas.....	49
Area Foliar.....	50
Peso Verde de Herbáceas.....	50
Componente Suelo.....	51
Simulación de Lluvia.....	53
Inicio de Esgurrimiento.....	53
Concentración de Sedimentos.....	53
Materia Orgánica.....	55
Material Mineral.....	58
Infiltrabilidad.....	63
DISCUSIÓN.....	66
CONCLUSIÓN.....	69
RESÚMEN.....	71
LITERATURA CITADA.....	73
APÉNDICE.....	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1	Lista florística presente en las dos áreas de estudio.....	27
4.1	Valores medios para representar el avance de la cobertura sobre el deterioro mediante los tratamientos aplicados al suelo, Reforestación y Angostura.....	43
4.2	Resumen Florístico inicial/94 y final/95, para las dos áreas....	45
4.3	Valores medios inicial/94 (i) y final (f) de las variables del suelo para Reforestación y Angostura.....	52

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
3.1	Precipitación pluvial total por año. 1968-1993, Región Saltillo	29
3.2	Precipitación en áreas de estudio y EM-UA.....	31
4.1	Categorización florística de las dos áreas	46
4.2	Valores medios (min) del inicio de escurrimiento en áreas de estudio.....	54
4.3 y 4.4	Valores medios de material orgánico (g/lt) por intervalo (min) en tratamientos para Reforestación y Angostura.....'	56 y 57
4.5 y 4.6	Valores medios de material mineral (g/lt) por intervalo para tratamientos en Reforestación y Angostura	59 y 60
4.7 y 4.8	Valores medios de la concentración de sedimentos (g/lt) para Reforestación y Angostura.....	61 y 62
4.9 y 4.10	Valores medios de la infiltrabilidad (cm/h) por intervalo (min) en tratamientos para Reforestación y Angostura	64 y 65

INTRODUCCIÓN

El estado actual de los pastizales, generalmente, presenta diferentes grados de deterioro, no siendo productivos bajo estas condiciones, sólo al desocultar la etapa sucesional de este ecosistema, para posteriormente aplicar técnicas de rehabilitación ecológicas dirigidas superficialmente al suelo, es posible considerar su uso potencial, acelerando así, un crecimiento vegetal tanto horizontal como vertical captando eficientemente los elementos de mayor incidencia hacia el ecosistema, como el agua, la energía solar, el viento, dinitrógeno, oxígeno, CO₂ etc. Para ello existe la rehabilitación tradicional, al realizarla o establecerla requiere de resiembras (Reynaga *et al.*, 1976) de pastizales con sus diferentes tipos de cama a través de una tecnología dura, implicando gastos y depreciación en maquinaria, operador, combustible, equivalente a un 60 por ciento, además de incluir insumos como semilla, fertilizantes, productos químicos, etc. con un costo equivalente a 30-35 por ciento, que en total, corresponde a un 90-95 por ciento aproximadamente de los costos de producción, que en la actualidad son extremadamente altos con probabilidades muy bajas de éxito.

Asimismo, Herbel *et al.* (1973) afirman que las resiembras son generalmente susceptibles y solamente probables en los sitios mas favorables y con

alto potencial; hídrico y edáfico (Reynaga et al., 1976) pero lógicamente con baja producción. Respecto a exclusiones o descansos del pastizal, afirman que en algunos sitios, la recuperación natural es lenta o no existe y la siembra de especies deseables es la única esperanza de recuperación, sin embargo, el establecimiento de éstas es difícil en zonas áridas y semiáridas. Para éstas, se realizó una práctica sencilla, la aplicación, distribución de diferentes cantidades de material orgánico (Labrador et al., 1993) en agricultura, al incorporarla, se pierde por un laboreo profundo al suelo. No así en la rehabilitación ecológica del pastizal, donde la cantidad por aplicar es menor, su manejo es a poca profundidad, permaneciendo precisamente donde se aceleran y se llevan a cabo los compartimentos (Savory, 1988) o procesos del ecosistema. Es por esto que, la presente investigación plantea una alternativa para la rehabilitación de suelos pertenecientes al pastizal, basado en leyes y principios ecológicos, promovidos por la aplicación inicial de material orgánico, y/o un manejo superficial a través de la o las herramientas pertinentes para desencadenar progresivamente la sucesión secundaria en suelo y por ende del pastizal, así, fueron planteados los siguientes objetivos;

Objetivo General

Rehabilitar ecológicamente el pastizal a través del manejo superficial e incorporación de material orgánico al suelo.

Objetivos Específicos

1. Evaluar los efectos de la materia orgánica aplicada directamente sobre el suelo.

Ho₁: No habrá diferencia significativa en los efectos de la materia orgánica aplicada directamente sobre el suelo.

2. Evaluar los efectos de la materia orgánica incorporada con escarda al suelo.

Ho₂: No habrá diferencia significativa en los efectos de la materia orgánica incorporada con escarda al suelo.

3. Comparar la infiltrabilidad al usar diferentes aplicaciones de materia orgánica.

Ho₃: No habrá diferencia significativa en la infiltrabilidad al usar diferentes aplicaciones de materia orgánica.

4. Comparar los componentes del rendimiento al usar diferentes aplicaciones de materia orgánica.

Ho₄: No habrá diferencia significativa en los componentes del rendimiento al usar diferentes aplicaciones de materia orgánica.

REVISION DE LITERATURA

Una de las mayores dificultades con que frecuentemente se encuentran los especialistas en el manejo de los recursos naturales, es definir y delimitar la unidad ecológica con la cual se trabaja, por su complejidad, estos recursos pueden estudiarse de diferente manera, por lo tanto, para un mejor análisis, es importante establecer un punto de referencia, para establecer las complejas relaciones del ecosistema. La rehabilitación ecológica del pastizal, debe incluir todas las estrategias necesarias, dándose paso a paso hasta recuperar y sostener el máximo potencial posible. En la mayoría de suelos con pastizal deteriorados, es difícil la aplicación de tratamientos, por ejemplo, al existir una biodiversidad de especies, siempre requerirá diferentes tratamientos, porque el control de una provoca el aumento de otra quizá menos deseable favoreciendo alguna infestación (Del Río, 1982) caso contrario, si existen suelos desnudos o algunos montículos, deben aplicar tratamientos de acuerdo al deterioro, entonces; se tomara en cuenta que la rehabilitación no es tan sencilla, pero sí posible.

Rehabilitación

Es conveniente separar este concepto, rehabilitar, (de re- y habilitar) (del Lat. re-) elemento compositivo que denota reintegración o repetición; habilitar, (de hábil) hacer a una persona o cosa hábil, apta o capaz para aquello que antes no lo era. Para complementar se agrega el sufijo ción, de acción, de resultado.

Habilitación. Acción y efecto de habilitar o habilitarse. Por lo tanto, se refiere a habilitar de nuevo o restituir parcial o totalmente y aceptar un estado meta estable o deseado (R A E, 1984).

La rehabilitación, como mejoramiento o transformación del pastizal, se inicia en la sucesión secundaria, pero generalmente es muy lenta, para acelerarla, es a través de prácticas de mejoramiento y transformación de pastizales (Mellado et al., 1976).

Garza y Gloria (1990) la han definido como el aumento de cobertura, calidad y cantidad de los factores de la productividad de un sistema en base a una sucesión secundaria.

También definen a la rehabilitación natural como la aplicación de principios generales de manejo y prácticas de manejo, basando la causa en el

deterioro lo que permite a la sucesión secundaria aumento en la condición del pastizal a niveles satisfactorios (Garza y Gloria, 1990 y Vallentine, 1971). También le han llamado revegetación natural (Garza et al., 1985), con la aplicación de principios generales de manejo o prácticas de manejo para inducir la sucesión secundaria e incrementar la condición del pastizal.

De acuerdo al grado del deterioro, incipiente o de un proceso de retrogresión avanzado, requerirá también mayor tiempo de recuperación natural, por ejemplo, basado en un cinco a diez por ciento de cobertura vegetal deseable, es recuperable con prácticas de manejo, pero cuando sea menor a ese porcentaje se requiere de la resiembra artificial (Garza y Gloria, 1990).

Otro ejemplo es el que maneja De Alba (1952) quién considera que todo terreno con un 15 por ciento de raíces vivas, no necesita resiembras sino descanso y utilización para recuperarse.

Martín (1975) y Huss y Aguirre (1974) recomiendan las resiembras únicamente factibles a regiones con precipitaciones anuales de 325 mm o más, pero si no es así, mover el suelo para formar microcuencas, poceo, para aumentar la disponibilidad del agua.

Se habla también sobre la rehabilitación artificial, o selección artificial negativa (Ovalle et al., 1993) que requieren de tecnología dura como práctica

REVISIÓN DE LITERATURA

Una de las mayores dificultades con que frecuentemente se encuentran los especialistas en el manejo de los recursos naturales, es definir y delimitar la unidad ecológica con la cual se trabaja, por su complejidad, estos recursos pueden estudiarse de diferente manera, por lo tanto, para un mejor análisis, es importante establecer un punto de referencia, para establecer las complejas relaciones del ecosistema. La rehabilitación ecológica del pastizal, debe incluir todas las estrategias necesarias, dándose paso a paso hasta recuperar y sostener el máximo potencial posible. En la mayoría de suelos con pastizal deteriorados, es difícil la aplicación de tratamientos, por ejemplo, al existir una biodiversidad de especies, siempre requerirá diferentes tratamientos, porque el control de una provoca el aumento de otra quizá menos deseable favoreciendo alguna infestación (Del Río, 1982) caso contrario, si existen suelos desnudos o algunos montículos, deben aplicar tratamientos de acuerdo al deterioro, entonces; se tomara en cuenta que la rehabilitación no es tan sencilla, pero sí posible.

indispensable para acelerar el mejoramiento o recuperación del pastizal mediante resiembras en un tiempo razonable, mediante la diseminación de semilla (Garza y Gloria, 1991 y Medina et al., 1976).

Para la conservación del suelo y agua in situ (Stodart et al., 1975 y Heady, 1975) recomiendan el mejoramiento directo de la vegetación con técnicas píricas, mecánicas, químicas y biológicas, así como resiembras, fertilización, curvas a nivel y microrrelieves.

La Rehabilitación Ecológica

"El éxito de rehabilitar ecológicamente al igual que la transformación, se encuentra en no apegarnos a las limitaciones que ese concepto encierra, para ello, se debe tener un conocimiento profundo de sí mismo, de los componentes y de los procesos; tener conciencia de que existe la energía cinética en la energía potencial y sólo aplicarla; necesidad de un cambio; trazar un plan para modificar la forma de ser y hacer; experimentar ese cambio; ya que las personas comúnmente creemos que no necesitamos ese cambio y realmente se requiere, esto, permite pasar el umbral de una puerta que no permite el retorno y tener la capacidad, voluntad de transmutar, ir más allá de la forma para alcanzar un estado cada vez más cercano al deseado, ineludiblemente lo anterior, más el estudio de la estructura y funcionamiento del pastizal que incluye leyes y principios ecológicos

fundamentales para regular cualquier trabajo sobre rehabilitación ecológica" (Reynaga, 1995).

Leyes, Principios o Conceptos Ecológicos

Son las bases fundamentales para la rehabilitación ecológica presentes en los ecosistemas, por lo que se incluyen algunos (Reynaga, 1995):

Primera ley de la termodinámica.- La energía no se crea ni se destruye, solamente se transforma. **Segunda ley de la termodinámica.**- Cada vez que la energía es convertida o transferida de un compuesto a otro, hay una disminución en la cantidad de energía útil. **La entropía.**- Es derivada de la segunda ley de la termodinámica, se refiere al grado de desorden que existe en un sistema. **Ley de la restitución.**- Es indispensable para mantener la fertilidad del suelo, restituirle no solamente los elementos asimilables sustraídos, también los elementos lixiviados. La diferencia entre la **ley del mínimo de Liebig** y la **del máximo de Mitscherlich**, Voisin, (1964) lo menciona en la insuficiencia y excedente respectivamente, por lo que las ha unido en una sola; la insuficiencia o excedente de un elemento asimilable en el suelo reduce la eficacia de otros elementos y, por consiguiente, disminuye el rendimiento de las cosechas. **Ley de los niveles de Fiebleman.**- Se refiere a como se integra cada una de las partes de una planta, es decir, entender el sistema y el funcionamiento como tal, por ejemplo en un pastizal, éste es el suprasistema; el

zacate el sistema y el vástago sería el subsistema. **Ley de Yoda.**- Describe la mortalidad de las plantas bajo condiciones de autoaclareo en áreas sobrepobladas como una función de la acumulación de la fitomasa aérea en pie, sin hacer referencia al paso del tiempo. Expresando el autoaclareo como peso promedio de la planta es inversamente proporcional a la densidad. **Ley de la prioridad de la calidad biológica.**- Representa la suma de los factores individuales presentes en la planta que contribuyen al mantenimiento de un metabolismo normal del organismo vivo animal u hombre, que consuman esas plantas.

Componentes y Procesos

Todo lo que involucre a los recursos naturales bióticos y abióticos, se encuentra relacionado con los componentes y los procesos, por ejemplo, **Sucesión.**- Refiriéndose a un proceso gradual y ordenado, con cambios y desarrollo, como etapas de nacimiento, crecimiento, reproducción, senectud, muerte y descomposición (Savory, 1994).

Al existir un cambio en la vegetación, colateralmente ya fueron modificados los procesos físico-químico del suelo, así como de la fauna (Mellado et al., 1976).

Existe una serie de investigaciones referente a la sucesión, para el caso, Smith (1986) determina que el término sucesión fue de Henry Cowles y Frederick

Clements, pero, aproximadamente por esa época H.A. Gleason, menciona a la sucesión como un proceso aleatorio donde las especies pioneras anuales, son reemplazadas por especies perenes.

Para Cooper (1926) la sucesión es un proceso universal de cambio de la vegetación, estos cambios, pueden ser inducidos de forma interna o externa.

Clements (1928) define a la sucesión como un proceso universal del desarrollo de la formación.

Weaver y Clements (1938) la definen como el desarrollo de la vegetación en una misma área, ocupada sucesivamente por diferentes comunidades de plantas.

Gastó (1979) la define como proceso mediante el cual un ecosistema de un lugar determinado y en un momento dado se modifica gradual, direccional e intermitente en el tiempo, en todos sus componentes hasta alcanzar un estado de equilibrio funcional y arquitectónico con el medio.

Cuando el proceso de sucesión se inicia en un sustrato desnudo donde la vegetación no ha crecido antes se denomina sucesión primaria (Oostin, 1989). La sucesión secundaria se inicia en un área donde la vegetación fue destruida en forma

natural o disturbio humano, ésta puede iniciarse en cualquier punto del disturbio (Smith, 1986 y Barbour et al., 1980).

De manera integral a la sucesión secundaria de un ecosistema se encuentra el disturbio, como una disrupción por alguna fuerza física, como el fuego o el viento o ejercido directamente por el hombre. Un disturbio en un área puede ser reemplazada por especies oportunistas (Smith, 1986). Si sucede lo anterior, donde la vegetación ha sido alterada pero no se encuentra totalmente ausente, suele ser más rápida la recuperación porque algunos organismos están ya presentes y el territorio es más receptivo al desarrollo de la comunidad que las áreas estériles (Odum, 1972).

Con el avance de un ecosistema a mayor biomasa, mayor complejidad y por lo tanto más húmedos, se le ha llamado sucesión progresiva. Whittaker (1953) menciona que a este aumento progresivo, aumenta la biomasa por unidad de área, la diversidad de especies, diferente forma de vida, estabilidad relativa y regulación de la población. En la sucesión retrogresiva este proceso se invierte hacia lo más simple y que en dirección contraria a la sucesión progresiva (Barbour et al., 1980 y Collier et al., 1973).

Odum y Pinkerton (1955) señalaron que teóricamente, la causa instantánea de la sucesión es la producción, almacenamiento y descomposición de la biomasa

en un momento y un lugar determinado y el efecto que estos procesos tienen sobre las características físicas y químicas del ecotipo.

Ciclo del agua.- Es claro que los factores climatológicos difieran en cada región, por lo tanto, la precipitación cambia también, y no es posible hacer que llueva mayor cantidad, pero si es posible eficientarla, en base a las características del suelo y su vegetación. **Ciclo mineral o de nutrientes.**- Todo el funcionamiento del suelo depende del contenido nutricional y de la restitución a éste, por medio de la descomposición del material orgánico en general y de su incorporación. **El flujo de energía.**- Aunque unidireccional, del sistema solar hacia las plantas, son los únicos organismos vivos capaces de transformarla a energía química y producir directamente el alimento (Savory, 1994).

Manejo Superficial

La roturación de pastos por sí misma, aunque se estime necesaria para mejorar la vegetación, no puede remediar las causas que provocaron dicha degradación (Voisin y Lecomte, 1971) pero al apoyarlas con otras herramientas basado en dichas causas, como ciertos organismos vivos que después darán continuidad a una serie de efectos primarios y/o secundarios interactuando entre sí (Savory, 1988) sustituyendo poco a poco la maquinaria tradicionalmente usada para realizar el trabajo.

Bajo este concepto se puede considerar que cualquier cambio requiere sucesionalmente un gasto de energía a través de operadores que permitan al manejador de ecosistemas colocar éstos en un estado más cercano al óptimo buscado o estado meta, que para rehabilitar un pastizal, esa energía se minimizará al seleccionar la ruta más adecuada, (Candia et al., 1976).

Por eso la insistencia en el manejo superficial del pastizal, regularmente son suelos con poca profundidad y lo que suceda de cero a cinco centímetros de profundidad afecta directamente en los siguientes centímetros (Reynaga, 1995); estudios de Carter (1992) se realizaron para determinar los efectos de la aplicación de materia orgánica en la estabilidad estructural en la superficie del suelo (0-5 cm) llevado a cabo en un clima húmedo.

Para regiones semiáridas, éste manejo debe aplicarse a islas de fertilidad (García, 1986) por considerarlos un principio ecológico natural, interpretada y aplicada después a grandes áreas; basando este micrositio como sitio seguro para un crecimiento horizontal (Pérez et al., 1993).

Al respecto Wight y Siddoway (1972) mencionan los efectos benéficos debido a la modificación tan solo de la superficie del suelo, aumentando favorablemente hasta en un 300 por ciento el uso eficiente de la precipitación pluvial, tomando en cuenta que son suelos con un buen porcentaje de material

orgánico. Estudiaron cinco tratamientos de modificación al edatopo, surcos en contorno, poceo, disturbio con cuchilla, microbarbecho con ondonada y subsoleadora rotativa para evaluar los efectos del uso eficiente de la precipitación en suelos de pastizales, encontrando que la vegetación aumentó con el uso eficiente de ésta, al mejorar la composición de especies, mejoró la fertilidad acompañando la modificación de la superficie. Anderegg (1879) indica que el rastrillado aplicado a los pastos deteriorados, es posible duplicar sus rendimientos. Hansen (1892) 13 años después emprendió ensayos y valoraciones con un rastrillo para pastos donde comprobó que el rendimiento había disminuido hasta un 25 por ciento. Aunque por otro lado Dauvry (1906) en esa misma época afirmó que el rastrillado era ciertamente la práctica mas provechosa que pueda realizarse en los pastos, porque el suelo de éstos tiende a compactarse cada vez más, por lo que esa práctica tiene la virtud de contribuir a destruir musgos, malas hierbas, facilitando la infiltración de las lluvias y del aire, factores indispensables para la nitrificación. Franz (1937) menciona que en los pastos, la fauna y la microfauna del suelo, se encuentran fuertemente concentrados en los escasos centímetros de la capa superior, pero en cuanto profundizan, a partir de 10 cm se encuentran un pequeño número de ellos donde la vegetación obtiene los nutrimentos (Voisin, 1971).

Miranda et al. (1993) al evaluar la descompactación del suelo carente de vegetación, mediante poceo, subsuelo y rastra, obtuvo una producción ($P < 0.05$) de kg/MS/ha, cobertura y densidad mayor con el poceo que con las otras

herramientas, significando que el manejo superficial del suelo es importante para la rehabilitación ecológica.

Otro manejo diferente sobre la superficie del suelo consiste en la formación de un acolchado o cubierta protectora con material orgánico, ej. rastrojo, paja, hojarasca, estiércol, etc., y crear un microclima favorable al suelo y lógicamente a la vegetación (Herbel, 1972).

Material Orgánico

Los elementos principales que componen la materia orgánica son el carbono orgánico, presente en mayor cantidad, y el nitrógeno total, además del oxígeno y del hidrógeno. Esto forma una relación que aporta datos importantes como la velocidad del proceso en descomposición hasta la formación de humus, pues los microorganismos para descomponerla necesitan primeramente del nitrógeno disponible (Labrador *et al.*, 1993).

Por ejemplo las pajas ricas en celulosa y ligninas de restos vegetales pobres en nitrógeno sobre todo secos, llegan a una relación C/N de 80-100, es decir, que por cada gramo de nitrógeno tiene 80-100 gramos de carbono, los estiércoles varían de 25-40, en cambio las leguminosas llegan a una C/N promedio de 18, pues contienen una mayor cantidad de proteínas en sus tejidos (Rodríguez, 1992 y Bartolini, 1989).

Aún así, una tonelada de paja, contribuye a mantener una proporción de 100-500 kg de humus en el suelo. El promedio de descomposición es de 40 días a 20° C, de tres meses a 10° C o una duración media de un año para finalizar en la formación del humus.

Bouyoucos (1939) estudió bajo condiciones de laboratorio, el efecto de la aplicación de estiércol con cantidades de 0, 40, 80, 120 ton/ha para conocer la capacidad de retención de humedad en cuatro tipos de suelo, migajón arenoso, migajón limoso, migajón arcilloso y arcilla, obteniendo los mejores resultados en la arcilla.

Sin embargo, es mejor realizar aplicaciones del material orgánico sobre y/o incorporada a la superficie del suelo, para que al retener la precipitación pluvial promueva la actividad microbiológica, << En la superficie terrestre no hay fuerza química que actúe con mayor constancia y por lo tanto, más poderosa por sus resultados finales que los organismos vivos tomados en conjunto>> (Vernadskiy, 1927); del suelo y se espere un mejoramiento de las propiedades físicas posterior a su aplicación. Por ejemplo, dosis de estiércol de 60 ton/ha al incorporarse en 25 cm de profundidad se forma una concentración del dos por ciento en dicho estrato, esa misma dosis incorporada de 0-10 cm de profundidad, significa una concentración de 5.4 por ciento en ese estrato (Castellanos, 1985).

Simulación de Lluvia

El concepto simulación, puede definirse como abstracción simbólica de un proceso en estudio, sin ser el proceso en sí mismo, pero, permite al mismo tiempo predecir objetivamente los resultados (Gastó y Cañas, 1975). Aplicado a la simulación de lluvia, se refiere a la técnica para aplicar agua sobre parcelas experimentales o lotes de escurrimientos metálicos de área conocida, simulando las características de una lluvia natural, así, es posible controlar la intensidad y su tiempo de aplicación, para determinar inicio de escurrimiento, infiltrabilidad, concentración de sedimentos - material mineral y orgánico- definiéndose como la fracción bruta que se espera descargar en algún punto (Kirby y Morgan, 1984). Sus ventajas, se obtienen resultados rápidos, control de intensidad, duración de la lluvia (Gutiérrez y De Luna, 1989). Las desventajas pueden ser, áreas experimentales pequeñas y no representativas del área general, su distribución de las gotas no representan al evento natural así como las variaciones temporales (Kirkby y Morgan, 1984).

Hillel (1982) propuso el término infiltrabilidad y lo define como el flujo de agua que entra al suelo cuando ésta se encuentra a presión atmosférica y disponible sobre la superficie del suelo, pero puede ser rebasado cuando ejerce presión el volumen de agua acumulada en la superficie.

Este concepto se hace cada vez más común en hidrología de pastizales Gutiérrez et al. (1994), Dueñez et al. (1993), Hernández et al. (1993), Gutiérrez y Rivera (1992), Gutiérrez et al. (1990) y Wilcox et al. (1988), por lo que ahora se aplica en la rehabilitación ecológica del pastizal.

Hernández et al. (1993) al aplicar la simulación de lluvia con intensidad de 13.75 cm/h a un suelo con diferente rango de cobertura en gramíneas, estimaron la infiltrabilidad como la diferencia entre la lluvia aplicada y el escurrimiento producido. El resultado del análisis para sus variables específicas suelo y vegetación, señalaron que en ambas épocas existe diferencia significativa entre tener una cubierta mayor o menor al 50 por ciento, además de variaciones de cobertura entre cero a 50 por ciento, que no muestran efectos diferentes sobre infiltrabilidad. En la época de letargo sí encontraron diferencias con rangos mayores de 50 por ciento. Referente al suelo desnudo, presentó cierta influencia, debido a que es una expresión inversa de la cobertura aérea.

Gutiérrez y Rivera (1992) sugieren aumentar el grado rugosidad con la formación de microrrelieve para transformar la precipitación en humedad disponibles para las plantas, presentando coeficientes de correlación altos en la relación microrrelieve - infiltrabilidad.

Aunque la mayoría son trabajos realizados en agricultura, forestal y no muy común en pastizales, concuerdan con un cambio en la velocidad inicial de

infiltrabilidad mediante la aplicación de material orgánico, esto, permite mayor captación de humedad.

Para definir las variables que influyen en las tasas de infiltración, se compararon tres tipos de suelo con pastizal amacollado, a) Ustortent lítico, b) Cambortid Vértico y c) Calcixerol arídico. Realizaron pruebas en seco y húmedo aplicando una lámina de 13.75 cm/h con simulación de lluvia en períodos de 58 y 34 min. Los tres tipos de suelo no presentaron diferencia significativa, pero las variables que afectaron la infiltración fueron suelo desnudo, densidad aparente, la materia orgánica el contenido de humedad y la arena del suelo (Gutiérrez et al., 1988).

Las comparaciones entre los pastizales mediano abierto, amacollado y un matorral microfilo del Rancho los Angeles, para determinar la infiltración, fue realizada con un simulador de lluvia aplicando 137.5 mm/h en parcelas de un m² con pruebas en seco y húmedo y una duración de 63 min. Encontrando que en los tres tipos de suelo no hubo diferencia al iniciar, sólo aumentó en el pastizal amacollado debido sólo a la pendiente del suelo, pero a partir del minuto 23 sí hubo diferencias por los factores de densidad aparente, cobertura de gramíneas y suelo desnudo, en suelo húmedo donde éste comportamiento resultó similar al suelo seco; al transcurrir la simulación, se observó la influencia de la textura arcillosa en el matorral, la menor densidad aparente en el pastizal y el porcentaje

mayor de suelo desnudo en el matorral, existiendo entre éstos diferencias significativas (Gutiérrez et al., 1990).

Blackburn y Skau (1974) señalan que el contenido de materia orgánica en el suelo influye, sobre la infiltrabilidad.

Tromble et al. (1975) relacionan la textura como papel importante en la infiltrabilidad, el mismo en (1980) realizó trabajos de simulación en pastizales roturados utilizando como tratamientos un área de gobernadora (Larrea tridentata) suelo desnudo, un área roturada con dos y cuatro años antes de la investigación, donde encontró diferencias altamente significativas a los 20, 30 y 60 min, con infiltración mayor en suelo seco que en el húmedo y más alta en suelos con vegetación que en suelos desnudos; Blackburn (1975) y Wilcox et al. (1988) para ellos las arcillas son la variable principal mientras que Kinghton (1978), Thurow et al. (1986), Striddels et al. (1988) y Warren et al. (1986) muestran a la densidad aparente como una característica con mayor influencia.

Para Gifford et al. (1977) la compactación mineral del suelo superficial incrementa la concentración de sedimentos, por otro lado Branson y Owen, (1970) señalan al porcentaje de suelo desnudo como factor importante para la producción de sedimentos.

Componentes del Rendimiento

El crecimiento de las plantas o de alguna de sus partes, puede estudiarse por medio de variables como, longitud, volumen, peso fresco y seco a intervalos sucesivo de tiempos durante el período de desarrollo y de investigación (De armas et al., 1988).

Estos parámetros biológicos se refieren al análisis con que se acumula y se distribuyen las diferentes partes de la planta.

Existen medidas importantes relacionadas o son indicadores de rendimiento de forraje (Reppert et al., 1963) un ejemplo es el área ocupada o cobertura, frecuentemente usada como primer atributo al estudiar la vegetación (Cook y Stubbendieck, 1986).

Para Huss y Aguirre (1976) cobertura es la proyección vertical hacia el suelo a partir de la porción aérea de la planta, expresada en porcentaje.

Daubenmire (1968) menciona tres interpretaciones; a) Índice de área Foliar.- Superficie foliar total útil para captar la energía luminosa disponible; b) Cobertura, como la suma de sombras proyectadas sobre la superficie del suelo por plantas y expresando el resultado como porcentaje; y c) Cobertura como expresión

en porcentaje de los polígonos imaginarios que asemejan al follaje natural.

También se habla de objetivos para medir la vegetación presente, Currier (1978); a) Describir estudios de la vegetación; b) Evaluar cambios producidos por el manejo; y c) determinar la habilidad de la vegetación para proveer alimento para los herbívoros.

La cobertura de las plantas modera los efectos del viento, interrupción de precipitación, infiltración del suelo, además de la protección de la superficie del suelo Taylor (1986).

Para la naturaleza ninguna planta se encuentra fuera de lugar, ya que éstas nos indican el estado actual del suelo permitiendo avanzar en la sucesión, por lo que inicialmente son plantas pioneras y colonizadoras del área donde se encuentran (Villarreal, 1983).

La presencia de cualquier planta dentro del área por evaluar, se ha determinado según pertenezca por número de vástagos, peso verde y seco; peso verde y seco de hojas, área foliar y peso verde y seco de herbáceas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción General del Área de Estudio

Localización Geográfica

Esta investigación presenta dos áreas; el campus Reforestación (así identificada) perteneciente a la UAAAN, localizada entre los paralelos 25 54' latitud norte y entre el meridiano 101° 52' de longitud oeste, su altitud se encuentra entre 1800 msnm. Se encuentra limitada al norte con el arroyo del Mimbres, al sur colinda con el ejido La Angostura, al este con terrenos de esta Universidad y al oeste con la carretera Saltillo-Concepción del Oro, (Gutiérrez y Salazar, 1986). La segunda área se encuentra ubicada en el ejido La Angostura (así identificada), municipio de Saltillo, Coahuila, localizando la superficie en estudio entre los paralelos latitud norte 25° 20' 45" y longitud oeste 101° 03' 12", con una altitud de 1,820 msnm.

Descripción de las Parcelas de Estudio

Al realizar recorridos dentro y fuera de la Universidad, fue seleccionada un área en la Reforestación y un área fuera de la UAAAN, de esta manera se tomó

en cuenta el ejido La Angostura, ambas, seleccionadas homogéneamente respecto a suelo, pendiente y vegetación, presentando un grado de deterioro diferente entre ellas, es decir, para Reforestación, aparentemente éste no existe, sin embargo, la vegetación presente, no se ha manifestado aún perteneciendo a un área de exclusión, sucediendo lo mismo con las especies forestales plantadas, más la presencia de musgos, permiten la formación de escurrimientos superficiales en cada lluvia, significando falta de humedad para las actividades dentro del suelo y plantas.

Para el caso de Angostura, la pérdida de suelo y de humedad, se debe a la falta de cobertura, encontrando sólo montículos de gramíneas senescentes y otras especies, además de una capa de piedras sobre la superficie como evidencia de un suelo erosionado por lluvia y viento.

Clima

Es una modificación propuesta por García (1973) a la clasificación de Köppen, presentando un clima con la siguiente clasificación;

BWhw (x') (e)

BW.- Clima muy seco, cuyo coeficiente P/T es mayor de 22.9.

h.- Temperatura media anual entre 18° y 22° C, considerándose cálido con invierno fresco.

w(x').- Régimen de lluvias de verano, con el 80 por ciento entre los meses de mayo a octubre, el porcentaje de lluvias invernal es mayor de 10.2 mm.

e).- Clima extremoso, con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14°C.

Las áreas presentan un clima semiárido, la precipitación media anual está por arriba de 350 mm, encontrándose mal distribuida durante el año.

La temperatura media anual es aproximadamente de 18°C en donde las mínimas pueden registrarse de -15° C las máximas de 38° C, mostrando representatividad los climas semiáridos, presenta cálido verano y en invierno fuertes heladas, en ocasiones desde el mes de octubre hasta principios de abril. La evaporación potencial anual supera valores máximos durante los meses de abril y mayo, mínimo en noviembre y diciembre.

Vegetación de Áreas de Estudio

El campus Reforestación de la UAAAN, se encontraba anteriormente cubierta con predominancia de Pinus cembroides Zucc., disminuyendo debido a la sobreutilización de ese recurso natural, ocasionando altos grados de disturbio en esa sierra y valles aledaños.

La vegetación para el área de Angostura esta constituida por matorral subinerme, pastizal natural e inducido, así como una gran cantidad de plantas de mezquite.

La vegetación actual presente en las dos áreas (Cuadro 3.1.) es resultado del inventario realizado directamente en las Unidades Experimentales antes de la aplicación de tratamientos y ratificado como inventario inicial octubre/94 y final octubre/95 basando la clasificación en Vázquez et al. (1995); Gloria et al. (1995); Vázquez et al. (1989) y Villarreal (1983).

Clasificación Edafológica

El área de Reforestación pertenece a un tipo de suelo aluvio coluvial del orden de Durostoll con epipedon mollico, el horizonte superficial presenta colores que varían de 10 YR 3/2 - 10 YR 3/4 una textura que varía de franco a franco-arcillosa y una estructura dominante de bloques subangulares (Gutiérrez y Dueñez, 1988) con clima templados, una vegetación que fue de matorral o bosque ya que posee una capa poco superficial rica en humus o material orgánico sin descomponerse totalmente y descansa sobre roca caliza. El área de Angostura le corresponde un material geológico, con rocas sedimentarias como conglomerados y lutita-areniscas, el suelo se caracteriza por tener un color claro muy pobre en materia orgánica, (FAO/UNESCO, 1970).

Cuadro 3.1. Lista florística presente en las dos áreas de estudio.

Reforestación	
Nombre Científico	Nombre Común
<i>Hilaria swallenii</i>	zacate toposo
<i>Aristida longiseta</i>	zacate tres barbas
<i>Polytrichum caespitosum</i>	musgo
<i>Thymophylla setifolia</i>	parraleña peluda
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	trompillo
<i>Croton dioicus</i>	hierba del gato
<i>Sida abutilifolia</i>	hierba del mediodía
<i>Brickellia lacinata</i>	jarilla
<i>Brickellia veronicaefolia</i>	quebradora
<i>Tiquilia canescens</i>	orejas de ratón
<i>Gutierrezia sarothrae</i>	escobilla
<i>Lesquerella fendleri</i>	huevoña
<i>Salsola ibérica</i>	maroma
<i>Parthenium hysterophorus</i>	cicutilla anual
<i>Acacia gregii</i>	gatuño
<i>Acacia berlandieri</i>	guajillo
<i>Mimosa biuncifera</i>	gatuño
<i>Opuntia rastrera</i>	nopal rastrero
<i>Opuntia leptocaulis</i>	tasajillo
<i>Pinus cembroides</i>	pino piñonero
Angostura	
<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero
<i>Bouteloua curtipendula</i>	zacate banderita
<i>Bouteloua hirsuta</i>	zacate navajita velluda
<i>Digitaria californica</i>	zacate punta blanca
<i>Erioneuron avenaceum</i>	zacate peludo
<i>Leptochloa dubia</i>	zacate gigante
<i>Aristida longiseta</i>	zacate tres barbas
<i>Sporobolus airoides</i>	zacate alcalino
<i>Stipa eminens</i>	zacate agüjita grande
<i>Chloris gayana</i>	zacate rhodes
<i>Sida abutilifolia</i>	hierba del mediodía
<i>Tiquilia canescens</i>	orejas de ratón
<i>Croton dioicus</i>	hierba del gato
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	trompillo
<i>Solanum rostratum</i>	hierba mala mujer
<i>Thymophylla setifolia</i>	parraleña peluda
<i>Thymophylla acerosa</i>	hierba del perro
<i>Zinnia acerosa</i>	hierba del burro
<i>Buddleja scordioides</i>	suelda
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro
<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	árnica del país
<i>Chrysactinia mexicana</i>	hierba de san nicolás
<i>Loesia scariosa</i>	huachichile
<i>Asphodelus fistulosus</i>	cebollín
<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora
<i>Brickellia lacinata</i>	jarilla
<i>Mimosa zygophylla</i>	gatuño
<i>Mimosa biuncifera</i>	gatuño
<i>Acacia berlandieri</i>	guajillo
<i>Koeberlinia spinosa</i>	corona de cristo
<i>Salsola iberica</i>	maroma
<i>Opuntia leptocaulis</i>	tasajillo
<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite

Por su uso potencial, la mayor parte de los suelos de esta región se ubica dentro de la clase siete por deficiencia de agua, en otros suelos se han clasificado en la clase cuatro, pero existen deficiencias de agua para irrigación. El resto, se encuentran fuertemente erosionados ubicándolo en la clase ocho por ese concepto (CETENAL, 1977).

Uso Actual del Suelo

En el campus Reforestación con el fin de conservar el suelo y el agua de esa área, se han realizando reforestaciones con diferentes especies y de manera consecutiva, por lo que se encuentra excluida hace aproximadamente 30 años.

Para Angostura, es un área que fue abierta al cultivo, pero el uso para agricultura está restringido por insegura y de bajos rendimientos, además presenta pedregosidad pequeña y profundidad variable, abandonada después hace aproximadamente 14 años por improductiva.

Precipitación Pluvial Regional y en Áreas de Estudio

Se presentan las precipitaciones de la región de Saltillo, con datos proporcionados por la Estación Meteorológica de la UAAAN de 1968 a 1993, (Figura 3.1.). La precipitación media anual de 450.8 mm, equivale a 451 l por m², lo cual debe producir aproximadamente 750 g de materia seca en dicha superficie si esa lluvia se infiltrara, para ser aprovechada por las plantas.

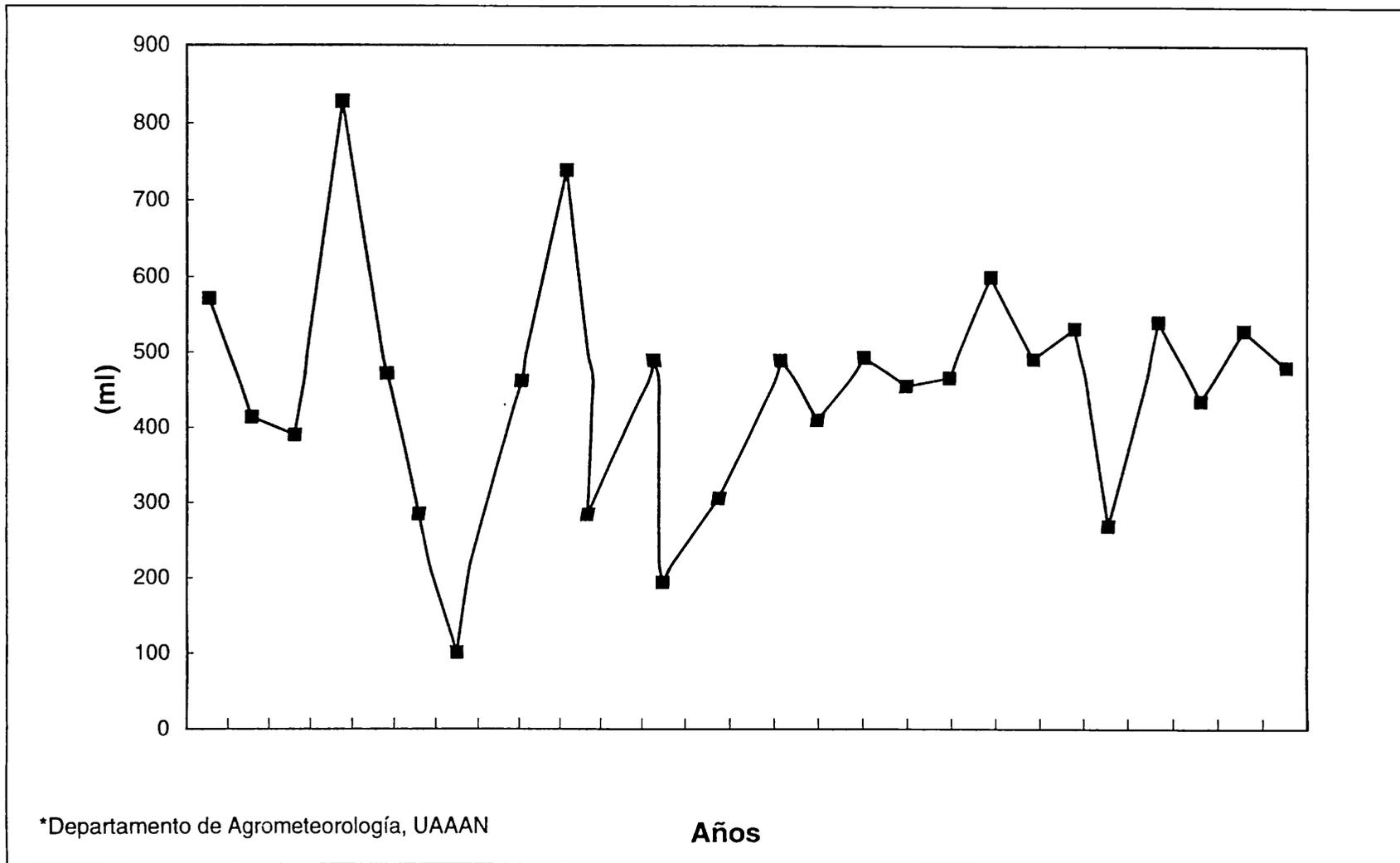


Figura 3.1. Precipitación pluvial media mensual 68-93, región Saltillo*.

Al no generalizarse las lluvias en esa región, se ubicaron dos recipientes como pluviómetros a 93 cm de altura sobre el suelo y en una posición completamente horizontal, para monitorear la precipitación específicamente de las áreas, registrando éstas para los meses en que duró la investigación (Figura 3.2), donde las líneas corresponden unas a Estación Meteorológica de la UAAAN (EM-UA), las otras a Reforestación (REF) y Angostura (ANG). En la figura superior (a) muestra las lecturas inicial y final, julio/94 a octubre/95 con precipitaciones de 335 mm para Reforestación y 351 mm en Angostura; en la gráfica inferior (b) se observa la precipitación pluvial total para 1994-1995 con 307.9 mm y 331.6 mm respectivamente, como punto de referencia.

Hidrología

En estas áreas las corrientes superficiales son presentadas en forma temporal, encontrando cauces a través de patrones de drenaje (tipo paralelo y subparalelo) laderas y pie de monte, presentándose una distribución de abanicos aluviales hasta llegar a las cárcavas y posteriormente aguas abajo hacia los valles. La geomorfología de las áreas de estudio se presentan por colinas, pie de monte y planicies.

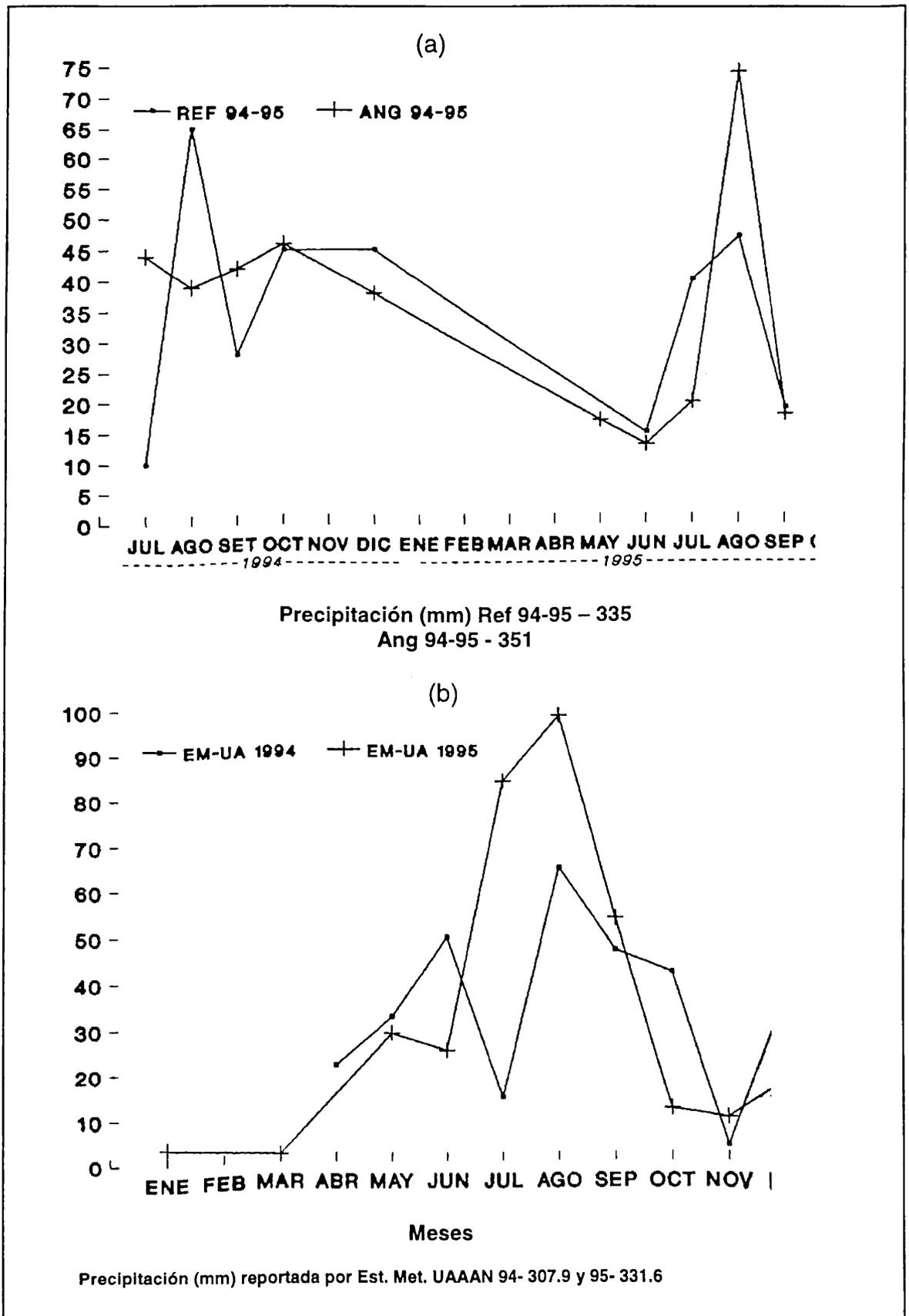


Figura 3.2. Precipitación media mensual en áreas de estudio (a) y EM-UA (b).

Metodología

El 18 de julio de 1994 se inició la implementación en campo, que para cumplir con los objetivos de la presente investigación y en base al deterioro, se tomaron en cuenta varios factores con sus interacciones, esto, para la rehabilitación ecológica del pastizal y fueron;

- Dos prácticas de manejo (P de M),
- Sin manejo superficial del suelo (SMSS) y
- Con manejo superficial del suelo (CMSS)=
 - (A); cuatro materiales orgánicos (MO), incluye al testigo, estiércol (de cabras compuesta con ovinos), paja (de avena molida) y una mezcla (mitad de paja y mitad de estiércol)=
 - (B) para tres niveles de aplicación (N de A), 500 g/m²; 1,000 y 1,500 g/m² que de acuerdo a las prácticas de manejo unos materiales se quedaron directamente sobre el suelo (SMSS), mientras los otros se incorporaron (CMSS) a éste con profundidad de 0 a cinco cm, utilizando una rastra (simulando el efecto del hato sobre el suelo) fabricada con desechos de llanta cortada por la mitad y sobrepuesta, atornillando ocho válvulas de motor que funcionan como picos, y en total como rastra, previamente ajustada en terrenos ajenos al de estudio.

A las dos P de M=(A) y cuatro materiales orgánicos y por cada nivel de aplicación, se asignaron dos unidades experimentales (UE) éstas con superficie de ocho m² (1.60 por 5.0 m). entonces, la investigación fue conducida con un

experimento factorial 2 x 4 con seis repeticiones en un diseño de parcelas divididas en espacio y tiempo (Olivares, 1994).

Evaluación del Componente Suelo

Para obtener los valores en campo, se ubicaron dos medidas como puntos permanentes de referencia, dos m a partir de los extremos hacia el centro de cada UE seleccionando un punto de éstos para muestrear el componente suelo y simulación de lluvia, mientras en el otra punto se determinaron los valores del componente planta.

En el área correspondiente al suelo, lado este para Reforestación y lado norte para Angostura, se tomaron muestras alteradas de un área de 15 x 20 y 5 cm de profundidad, recolectando un kilogramo aproximadamente para determinar textura, contenido de materia orgánica [a partir de éstas se determinó carbono orgánico = $MO/1.72$; nitrógeno total = $MO/20$ y capacidad de intercambio catiónico = $\text{por ciento de arcilla} \times 0.5 + (\text{por ciento de MO} \times 2)$], determinaciones realizadas como inicial julio/94 y final octubre/95. Es claro que en aproximadamente un año de aplicar estímulos al suelo, aún no es posible determinar las propiedades físicas, por ser áreas de temporal con precipitaciones erráticas, pero sí, la facilidad de laboreo al manejarlo, la infiltrabilidad del agua y por ello, el crecimiento vegetal quienes con sus raíces aceleran las propiedades mencionadas, a diferencia de lo no tratado. Por ésta razón, no se analizaron

estadísticamente las variables del suelo, solo se representan sus valores medios, resultado de un análisis inicial julio/94 y final octubre/95 .

Textura

Método del Hidrómetro modificada en base a Bouyoucos, 1926. A 40 g de suelo ya en un vaso de precipitado, se le agrega 100 ml de hexametáfosfato de sodio y 250 ml de agua destilada, recomendando hacer con las mismas cantidades un testigo (sin suelo), dejándose reposar toda la noche. Al día siguiente se traspasa la mezcla al vaso de la licuadora con suficiente agua destilada para que no salpique y se pone a funcionar durante cinco minutos exactos, posteriormente se vacía a una probeta y se afora a 1000 ml, si forma espuma se agrega unas gotas de alcohol amílico se tapa, se invierte a un ritmo constante y con calma durante un minuto, colocar posteriormente sobre una mesa firme y equilibrada, sin exponerla a los rayos del sol y a flujos de aire, se introduce el hidrómetro limpio tomando las lecturas a los 30 segundos de iniciado el proceso de sedimentación y la segunda 30 minutos mas tarde, con estas dos lecturas se calculará posteriormente el porcentaje de limo mas arcilla. Luego se efectúa la tercera lectura a los 360 minutos (6 h) y la cuarta a los 720 minutos (12 h) para calcular el porcentaje de arcilla.

Se determinará primero para cada lectura la concentración de suelo en suspensión en g/l, es decir, $C = R - RL$, donde R = son las lecturas del hidrómetro no corregido en g/l, RL = es la lectura del hidrómetro en el testigo en g/l Posteriormente, se determina el porcentaje acumulativo de P de las partículas en

suspensión al momento de las lecturas. $P = (C/Co) * 100$, donde $Co = a$ la cantidad de suelo seco utilizado en g/l (Gandoy, 1990).

Contenido de Materia Orgánica

Combustión Húmeda o Titulación, determinación modificada en base a (Walkey y Black, 1934). Se pesaron cinco g de suelo en matraz erlen-meyer de 250 ml, se añadió 25 ml de dicromato de potasio 0.07 M. Además 25 ml de ácido sulfúrico concentrado, dejándose reposar durante 30 minutos, diluir con aproximadamente 150 ml de agua destilada. Se agregaron 10 ml de ácido fosfórico concentrado y aproximadamente 0.2 g de fluoruro de sodio. Se incorporó 0.5 ml del indicador ferroína 0.025 M , titulando la solución con sulfato ferroso 0.2 M hasta que cambie de verde azulado a rojo, para después aplicar la fórmula:

$$MO (\%) = \frac{(K_2 Cr_2 \times N) - (Fe SO_4 \times N) 0.68}{\text{Un gramo de Suelo}}$$

Una vez obtenido el porcentaje se aplica la tabla para materia orgánica y obtener el dictamen correspondiente (Woerner, 1989).

Densidad Aparente (Da)

Para obtener las muestras no alteradas se utilizó un extractor de núcleos, formado por tres anillos dentro de una barrena, ésta se clava al suelo y al

extraerla, se desecha el suelo contenido en los anillos de los extremos, quedando el centro lista para prepararla y determinar la densidad aparente. Método de la probeta. En el laboratorio, fueron secadas a la estufa a 110°C durante toda la noche. Se pesaron 40 g de suelo colocado luego en la probeta cerrando con un tapón de hule. Se humedece una franela exprimiendo el exceso de agua para doblarla tres veces y colocar sobre la mesa. Sobre ésta se golpea la probeta 30 veces con trayectoria vertical de 30 cm de altura y una frecuencia de un golpe por segundo. La intensidad de cada golpe debe permitir el asentamiento del suelo y no la emisión del mismo hacia fuera de la probeta, luego de concluir la serie de golpes, se lee el volumen ocupado por el suelo en la probeta y la diferencia del peso anterior es dividida entre este volumen para obtener la D_a (Gandoy, 1990).

Simulación de Lluvia

Evaluación realizada del 20 de diciembre/95 al 11 de enero/96 una vez concluido los tratamientos, muestreo y análisis del componente suelo y planta para las dos áreas. Y con el fin de que los materiales orgánicos expresen su función, momentos antes de la simulación se aplicó el material orgánico directamente sobre el suelo que por efecto del viento y agua no permanecieron al final de la investigación. Simulador portátil de boquilla, modificado en base a (Wilcox et al., 1986 y Dueñez et al., 1993). Se aplicó la lluvia a través del simulador de lluvias portátil, consta de una rociador S.S. C.C. ¼ G.G. S S FULLJET dirigido hacia el suelo, montado en una placa triangular de 30 cm por lado, con tres tubos soldados para soportarlo y recorrerlo con otros tres tubos cromados de acuerdo a

la altura (1.52 cm para ésta investigación) y nivelarlo según la pendiente del suelo. En el centro del triángulo se encuentra un niple soldado a este de 1.94 cm de diámetro unido a una "T" que soporta en la parte superior un manómetro de baja presión (1 kg/cm²) y hacia un extremo cuatro coples, uno de 1.94 cm de diámetro, dos coples de 1.27 cm y 0.64 cm de diámetro respectivamente, controlados con una llave de paso a esto se une la manguera con 30 m de longitud alimentada por la presión de una bomba FLOJET Model 2100-641 12 volt DC, proveniente de tres tambos con capacidad 200 litros de agua. Se formó una cortina rompevientos de polietileno alrededor del tripié para no desviar la simulación, quedando al centro el lote de escurrimiento, metálico de 38 cm por lado (1,444 cm²), utilizado como unidad de muestreo, enterrado a presión sobre el suelo a 5 cm de profundidad, para que en uno de sus lados en dirección de la pendiente existe una canaleta para captar y succionar con una bomba TEEL WATER System Model 1P580D 12 volt DC el escurrimiento para cada intervalo. Una vez instalado y previamente regulado, se inició la lluvia con pruebas en seco e intensidad de 24.94 cm/h para Reforestación y Angostura obteniendo las siguientes determinaciones:

Inicio de Escurrimiento

Al considerar trabajos de rehabilitación, es importante conocer el tiempo en que inicia el escurrimiento de una simulación de lluvia y/o precipitación, permitiendo después inferir en base a ello y a suelos similares, la infiltrabilidad. Para determinarse, fue a partir de iniciada la simulación, hasta la primer caída sobre la canaleta, a éste tiempo se le conoce como inicio de escurrimiento (IE).

Concentración de Sedimentos

Al momento de la simulación, fue seleccionado aleatoriamente del total escurrido de cada intervalo, un litro y envasado en recipientes de plástico, para después vaciar uno a uno en recipientes perforados y antepuesto un filtro (con su peso previamente identificado) tipo cafetero donde se recolectaron los sedimentos totales, separados por tratamiento, después, secados a la estufa durante 2 h a 50°C. Posteriormente de los filtros, se extrajeron los sedimentos cuidadosamente depositados en vidrios de reloj procediendo a pesarlos y obtener el peso inicial (P₁). Para conocer el método adecuado y separar el material mineral del material orgánico, se realizaron diferentes pruebas con muestras ajenas y equivalentes en peso, expuestas a diferente método y laboratorio, seleccionando la metodología de eliminación de materia orgánica basado en Gandoy (1990). A los sedimentos se agregó 15 y hasta 20 ml de agua oxigenada al 6 por ciento, mezclando perfectamente y esperando 30 minutos para que se perdiera la efervescencia producida, terminado esto, y sobre una parrilla eléctrica fueron colocadas las muestras a una temperatura menor a la de ebullición, para estimular la oxidación de la materia orgánica y la pérdida del exceso de agua oxigenada, una vez que se enfriaron, se obtuvo el peso final (P₂) determinando por diferencia de la concentración de sedimentos el material mineral y material orgánico. Los valores se analizaron con un factorial 2 x 4 con r= seis en parcelas divididas en espacio y tiempo, para los intervalos 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos, con el fin de obtener los niveles de significancia de la interacción de los factores.

Infiltrabilidad

Se determinó por diferencia de la intensidad de lluvia aplicada menos la tasa de escurrimiento, es decir:

$$I_f = \text{Intensidad de lluvia} - T. \text{ de escurrimiento}$$

A los valores de la infiltrabilidad se les aplicó un diseño completamente al azar para después determinar los mejores tratamientos con una comparación de medias.

Evaluación del Componente Planta

Las medidas utilizadas para muestrear vegetación, fue hacia el lado oeste para Reforestación y sur para Angostura formando un círculo a favor de las manecillas del reloj, según el avance de rumbos aleatorio, pero sobre el mismo punto permanente de referencia durante la investigación.

Cobertura

Se mencionan tres objetivos (Currier, 1987) para evaluar la cobertura, para el caso, se tomó en cuenta el segundo y se refiere a evaluar los cambios por el manejo, precisamente, el presente trabajo requiere determinar la cobertura en base a los cambios producidos por los tratamientos que se aplicaron con el fin de evaluar la cobertura inicial julio (antes de aplicar tratamientos), y ratificada en

octubre/94, y una vez concluido la aplicación de tratamientos como cobertura final octubre/95. Se determinó el avance sucesional con los valores medios. Método de puntos de contacto o armazón de puntos, modificado en base a (Pieper, 1973). Los puntos usados en el muestreo de la vegetación, son de material liso formando agujas de un mismo tamaño, puntiagudas. La estructura de la armazón por donde se deslizan tiene 10 orificios, para 10 agujas, colocados a una distancia de cinco cm, por lo que la técnica consiste en deslizar lentamente cada aguja una después de la otra y así sucesivamente, registrando el primer contacto encontrado durante el descenso, (Pieper, 1973 e INTA y FAO, 1986) para determinar en cada tratamiento; Sd (suelo desnudo); Pi (piedras); Mu (musgos); Gr (gramíneas); Ar (arbustos); He (herbáceas); Ca (cactáceas); Ab (arbóreas) y MOs (materia orgánica superficial) utilizando lo siguiente;

$$\text{Cobertura (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Total de Contactos}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Puntos}} (100)$$

Componentes del Rendimiento

Se conocerá la proporción de fitomasa aérea en pie en las diferentes partes de la planta de octubre/94 y una vez aplicado los tratamientos de octubre/95 como tiempo programado, aplicando una evaluación directa o método destructivo, apoyado en la organización arquitectural de (Briske, 1991). Se utilizó un cuadrante como unidad de muestreo de 12.5 cm por lado (156.25 cm²), ubicado hacia el rumbo aleatorio correspondiente. Si el 50 por ciento de algún macollo o

herbácea quedó dentro del cuadrante, se tomó en cuenta el otro 50 por ciento para el muestreo y análisis. Los cortes se realizaron a ras de suelo pero sin afectar el futuro crecimiento de las plantas, analizadas en el laboratorio ese mismo día para evitar deshidratación, separando gramíneas (hojas, vástagos) de herbáceas para obtener números de vástagos, pesos verde, peso seco y longitud; hojas por vástago, pesos verde, peso seco y área foliar (se utilizó un medidor de área foliar portátil digital); para herbáceas pesos verde y peso seco presentes en el cuadrante. Se analizaron estadísticamente con un factorial 2×4 y $r = 6$ en un diseño de parcelas divididas en espacio y tiempo. Para conocer el mejor tratamiento y tomarlo como principio ecológico ya que después se restituirá la vegetación al suelo para continuar la rehabilitación. Se comparó con prueba de medias en parcelas apareadas y representadas en figuras con estadístico de prueba y nivel de significancia.

RESULTADOS

El orden de las variables de respuesta para esta investigación, se presentan conforme a los análisis realizados en campo, de tal forma, mostrarán una mayor interpretación como un todo, quedando implícitos los objetivos anteriormente planteados;

Componente Planta

Cobertura

Se especifica la cobertura de las diferentes variables sobre los factores aplicados en la investigación, se observan (Cuadro 4.1.) valores negativos, representando como fue disminuyendo el suelo desnudo, las piedras, musgos etc. a través de los tratamientos aplicados que precisamente se quieren sustituir a través de rehabilitación ecológica por gramíneas, herbáceas y/o arbustos. Resultados obtenidos de la diferencia de valores final/95 menos inicial/94.

CUADRO 4.1 Valores medios para representar el avance de la cobertura sobre el deterioro mediante los tratamientos aplicados al suelo, Reforestación y Angostura.

Cobertura (%) en Campus Reforestación

Variable	-----SMSS-----				-----CMSS-----		
	Test	Paja	Esti	Mezcla	Paja	Esti	Mezcla
Sd	8.0	-25.0	-12.0	-22.0	-37.0	-25.0	-22.0
Pi	10.0	-5.8	11.7	-8.3	5.0	0.0	0.0
Mu	0.0	-16.7	-5.0	-3.3	-6.7	-10.0	-16.7
Gr	5.0	14.7	18.3	16.7	11.7	20.0	31.7
Ar	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.0
He	3.3	0.0	3.3	1.7	3.3	5.8	1.7
MOS	5.0	26.7	11.7	8.3	36.7	20.0	20.0

Cobertura (%) en Angostura

Variable	-----SMSS-----				-----CMSS-----		
	Test	Paja	Esti	Mezcla	Paja	Esti	Mezcla
Sd	-8.3	10.0	-6.7	-10.0	-10.0	-11.7	-21.7
Pi	-20.0	-13.3	-13.3	-8.3	-10.0	-13.3	-28.3
Gr	25.0	6.7	8.3	13.3	20.0	20.0	31.7
Ar	1.7	0.0	1.7	3.3	1.7	0.0	1.7
He	5.0	0.0	5.0	3.3	3.3	5.0	11.7
MOS	0.0	-1.7	5.0	-1.7	1.7	-3.3	-1.7

Categorización Florística General

El inventario de vegetación presente en Reforestación y Angostura (Cuadro 4.2) se realizó dentro de cada UE antes de aplicar tratamientos inventario inicial; después de concluir la aplicación de éstos, inventario final, donde se incluye toda vegetación para formar la categorización florística inicial 1994 y final 1995 (Figura 4.1).

Componentes del Rendimiento

Todas las variables de componentes del rendimiento fueron determinadas con muestras en base a un área de 156.2 cm² para los análisis inicial/94 como para los análisis final/95.

Las respuestas encontradas en el análisis de varianza para el número de vástagos, resultó altamente significativo (todas las pruebas fueron realizadas a un nivel de significancia de $P > 0.05$), para el factor P de M y de un año a otro, incrementando el número de vástagos para el análisis final 1995, específicamente CMSS. Se encontró altamente significativo en los factores MO, demostrando ligeramente cambios en cada uno de los materiales orgánicos aplicados. Las pruebas de medias con grupos apareados (R) $\alpha = 0.05$ indican en orden descendente de los mejores tratamientos, el MO SMSS vs MO CMSS; paja y mezcla SMSS y mezcla CMSS.

CUADRO 4.2. Resumen Florístico inicial/94 y final/95.
para las dos áreas.
Reforestación

1.- Familias, géneros y especies inventariadas.

<u>Inicial</u>	<u>Final</u>
Fam. 16	20
Gén. 17	25
Esp. 21	29

2.- Categorización en función de su longevidad.

Per. 19	25
Anu. 2	4

3.- Categorización en función de su origen.

Nat. 21	29
Int. 0	0

4.- Categorización según su valor forrajero.

	Fo	F1	F2	F3	F4	Ma	Me	Or	Ml	Is	To
Inicial	2	10	3	0	0	1	3	1	2	4	4
Final	2	14	5	0	2	1	3	3	3	4	4

Angostura

1.- Familias, géneros y especies inventariadas.

<u>Inicial</u>	<u>Final</u>
Fam. 23	29
Gén. 31	41
Esp. 34	45

2.- Categorización en función de su longevidad.

Per. 32	39
Anu. 3	8

3.- Categorización en función de su origen.

Nat. 31	42
Int. 4	5

4.- Categorización según su valor forrajero.

	Fo	F1	F2	F3	F4	Ma	Me	Or	Ml	Is	To
Inicial	4	18	3	2	3	1	10	1	5	4	6
Final	6	22	5	4	3	1	11	1	8	4	7

Simbología; Fam = Familia, Gén = Género, Esp = Especie, Per = Perenne, Anu = Anual, Nat = Nativas, Int = Introducidas, Fo = Valor Forrajero desconocido, F1 = V F pobre, F2 = V F regular, F3 = V F bueno, F4 = V F excelente, Ma = Maderables, Me = Medicinales, Or = Ornamental, Ml = Malezas, Is = Indicadoras de sobrepastoreo y To = Tóxicas.

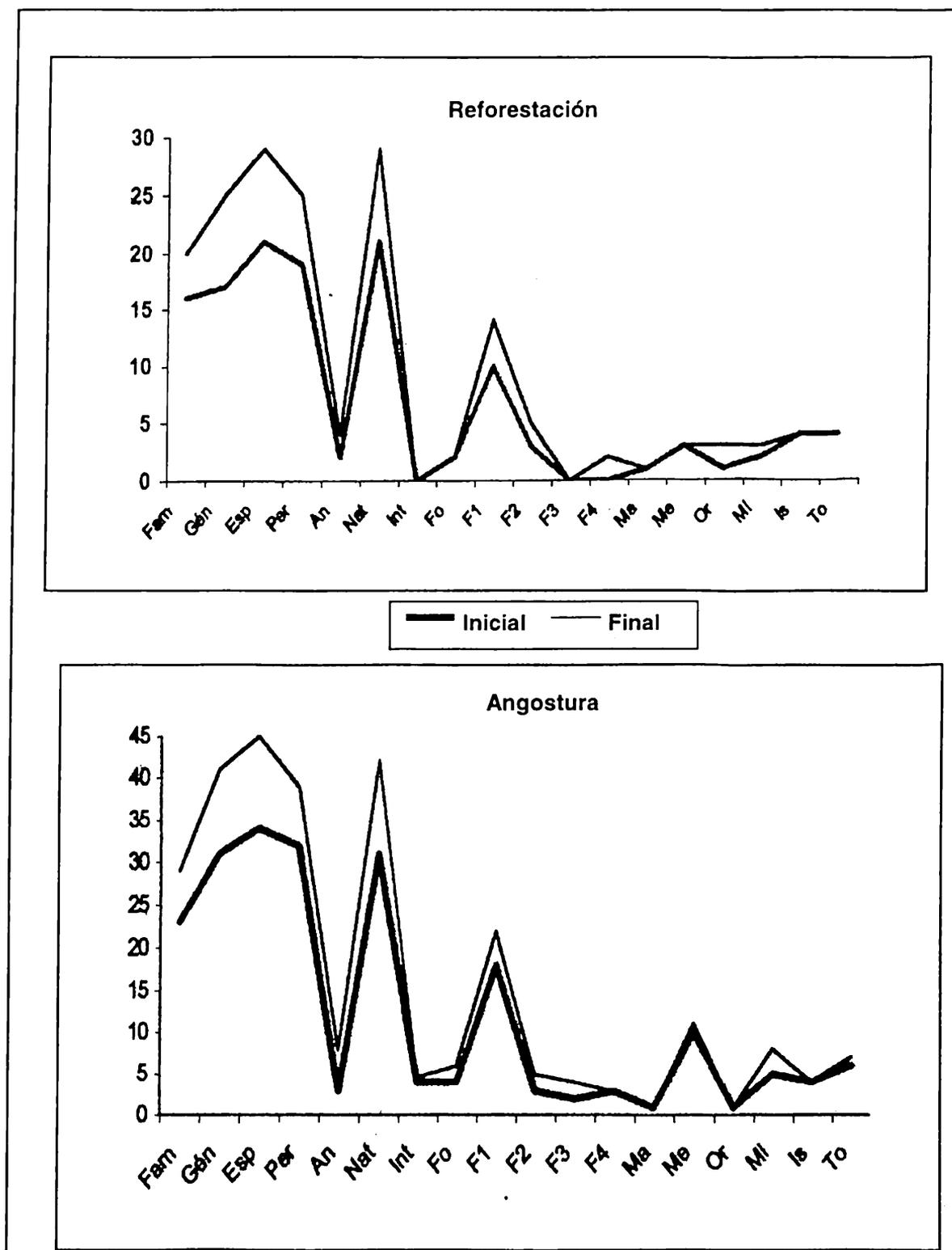


Figura 4.1. Categorización florística inicial/94 vs final/95 para las dos áreas de estudio.

Para Angostura el número de vástagos en el resultado final/95, fue altamente significativo para tratamientos; factores P de M; MO y para el análisis final 1995 de manera independientes. Una respuesta significativa en P de M vs MO. Representando un número mayor de vástagos al final, tan solo por aplicar MO sobre e incorporado. Se puede apreciar con las pruebas de medias con grupos apareadas (A) a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ las diferencias en las dos áreas, donde el orden de los mejores tratamientos son; mezcla CMSS, mezcla SMSS, paja CMSS, estiércol CMSS, estiércol SMSS y paja SMSS.

Peso Verde de Vástagos

Para Reforestación el análisis de varianza indica la diferencia entre tratamientos, resultando altamente significativo, por lo que indica un incremento pequeño en gramos de peso verde final 95 vs inicial 94. El orden de los mejores tratamientos (R), en base a las pruebas de medias, son; paja SMSS, estiércol SMSS y mezcla SMSS a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

El análisis de varianza para Angostura resultó altamente significativo para el MO, para el final 95 que se interpreta un mayor peso verde en la evaluación final 1995, indicando el reflejo de tratamientos. La prueba de medias (A) indican los mejores tratamientos con $\alpha = 0.05$; Mezcla CMSS, estiércol SMSS.

Peso Seco de Vástagos

Existe en Angostura diferencia altamente significativa para esta variable con el factor MO, para el análisis final 95, obteniendo un gran incremento de materia seca por superficie. Las pruebas de medias (A) indica $\alpha = 0.05$ los mejores tratamientos; estiércol SMSS, mezcla SMSS y mezcla CMSS.

Longitud de Vástagos

Resultó altamente significativo en el análisis de varianza para análisis final 95; y significativo los tratamientos, factor P de M, MO, lo cual indica un pobre desarrollo en vástagos. Las pruebas de medias (R) demuestran $\alpha = 0.05$ los mejores tratamientos; mezcla CMSS y mezcla SMSS.

El crecimiento en los vástagos para el caso de Angostura fue superior, mostrando el ANVA diferencias altamente significativas en todas las combinaciones posibles, excepto P de M con MO, mostrando un desarrollo mayor en vástagos para el análisis final por la aplicación de tratamientos. Las pruebas de medias aplicadas muestran que $\alpha = 0.05$ muestra los mejores tratamientos (A); mezcla CMSS, paja SMSS, estiércol SMSS y mezcla SMSS.

Peso Verde de Hojas

Con esta variable el ANVA en Reforestación, demuestra las diferencias altamente significativas en P de M, en MO, el análisis final 95, sí existió un ligero incremento de peso verde en Reforestación, haciendo posible la restitución al suelo. Las pruebas de medias (R) indican al mejor tratamiento para $\alpha = 0.05$; resultando mezcla CMSS, Mezcla SMSS, paja CMSS y estiércol CMSS.

El área de Angostura proporcionó un resultado altamente significativo en base al ANVA el peso verde de hojas se incrementó en algunos tratamientos pero específicamente en el análisis final 1995 y para los demás factores resultó significativo. Las pruebas de medias (A) indican $\alpha = 0.05$ los mejores tratamientos; mezcla SMSS, paja SMSS, mezcla CMSS y estiércol CMSS.

Peso Seco de Hojas

En Reforestación el resultado para esta variable de respuesta no fue de un incremento mayor, pero se trata del peso seco, razón por la cual resultó altamente significativo sólo para las P de M en el análisis final 1995. Las pruebas de medias indican (R) con $\alpha = 0.05$ que los mejores tratamientos fueron; paja CMSS, paja SMSS y mezcla CMSS.

El peso seco para Angostura a diferencia del análisis final 1995 que resultó altamente significativo, en las combinaciones resultó significativo, por lo que existió un ligero aumento en materia seca. Las pruebas de medias indican (A) $\alpha=0.05$ los mejores tratamientos; paja SMSS y paja CMSS.

Área Foliar

Los resultados del ANVA en Reforestación para esta variable demuestran diferencia altamente significativa para el análisis final 1995, y por la tanto mayor captación de luz solar, a diferencia de los demás factores que resultaron con diferencia significativa, resultando similares en la superficie de sus hojas. Las pruebas de medias que demuestran los mejores tratamientos (R) $\alpha=0.05$ son; paja CMSS, estiércol CMSS y paja SMSS.

El ANVA para esta variable de Angostura se observan diferencias altamente significativas para los tratamientos y el factor MO, expresando los tratamientos con las cantidades de material orgánico aplicado. Las pruebas de medias (A) indican los mejores tratamientos $\alpha=0.05$ y son paja SMSS, mezcla CMSS y mezcla SMSS.

Peso Verde de Herbáceas

Son especies pioneras y anuales, pero importantes para incrementar la MO de cualquier área, el resultado del ANVA en Angostura se observa la presencia raquílica

de esta vegetación, resultando significativa en todas las combinaciones de los factores. Las medias indica $\alpha=0.05$ (A) la no significancia en tratamientos para esta variable.

Componente Suelo

Los valores medios obtenidos del análisis inicial/94 (i) y final/95 (f), (Cuadro 4.3) representan a cada variable del suelo. En la granulometría se aprecia un gran contenido de arena, para Reforestación 55.9 arena, 34.1 limo y 10 por ciento de arcilla; y Angostura; 57.5 arena, 33.0 y 9.5 por ciento de limo, perteneciendo a un suelo migajón arenoso en las dos áreas. Para la densidad aparente (Da), los valores observados no permiten una apreciación a disminuir de momento ésta, en base al peso de la arena, pero si un punto de referencia para mantenerla en esos niveles y que las plantas después, lleven a cabo el trabajo como herramientas a fin de mejorar el suelo en otras propiedades físicas y/o químicas que favorezcan específicamente a la Da.

Los resultados de la materia orgánica (MO) se aprecia mucho mayor en Reforestación que en Angostura, pero por ser suelos con deficiencia de agua y erosionados, pertenecen al pastizal, por lo que ningún cuadro de clasificación de contenido de MO aquí es válido, precisamente por depender del agua de lluvias para realizar cualquier actividad.

CUADRO 4.3. Valores medios inicial/94 (i) y final/95 (f) de las variables del suelo para Reforestación y Angostura.

Reforestación								
Variable	Test	-----SMSS-----			-----CMSS-----			
		Paja	Esti	Mezcla	Paja	Esti	Mezcla	
Da i	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	
f	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	
MO i	2.7	3.9	3.9	3.2	4.1	3.9	3.8	
f	3.8	3.8	3.8	4.2	4.0	4.0	3.8	
CO i	1.4	2.3	2.4	2.1	2.5	2.4	2.4	
f	2.2	2.2	2.2	2.5	2.4	2.3	2.2	
NT i	0.13	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
f	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0,2	
CICi	9.9	10.6	12.2	10.9	12.6	12.2	13.1	
f	12.1	12.2	12.0	12.9	12.5	12.5	13.0	

Angostura								
Variable	Test	-----SMSS-----			-----CMSS-----			
		Paja	Esti	Mezcla	Paja	Esti	Mezcla	
Da i	1.2	1.3	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	
f	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	
MO i	1.4	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	
f	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	
CO i	0.8	0.9	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	
f	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	
NT i	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.7	
f	0.1	0.05	0.7	0.6	0.1	0.1	0.5	
CICi	5.3	5.1	5.3	4.7	5.1	5.3	5.4	
f	7.1	6.6	6.6	6.2	6.2	6.8	6.4	

Simbología: Da = Densidad aparente (g/cc), MO = Materia orgánica (%), CO = Carbono orgánico (%), NT = Nitrógeno total (%), CIC = Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g de suelo).

Las variables carbono orgánico (CO) y nitrógeno total (NT), por ser directamente proporcional al contenido de MO en el suelo, los resultados son muy bajos para las dos áreas.

Existen elementos importantes para la nutrición del suelo y vegetal, en forma de cationes, Al, Ca Mg, Na, K y se incluye el NH_4 retenidos en el suelo, por lo que suelos como el de Reforestación y Angostura bajos en la capacidad de intercambio de cationes son infértiles y con una capacidad muy baja para retener el agua.

Simulación de Lluvia

Inicio del Esguerrimiento

Es posible considerar al inicio del esguerrimiento como un proceso natural de las características propias de cada suelo, determinando con éste las propiedades de cada tratamiento utilizado precisamente para interrumpir este efecto durante la investigación, al observar la Figura 4.2 demuestra el inicio pronto y sin control del testigo, pero conforme avanzan las líneas sobre el MO, se ve interrumpido paulatinamente, detallando también los valores medios, después cada figura.

Concentración de Sedimentos

Las variables material orgánico y material mineral, conforman la concentración

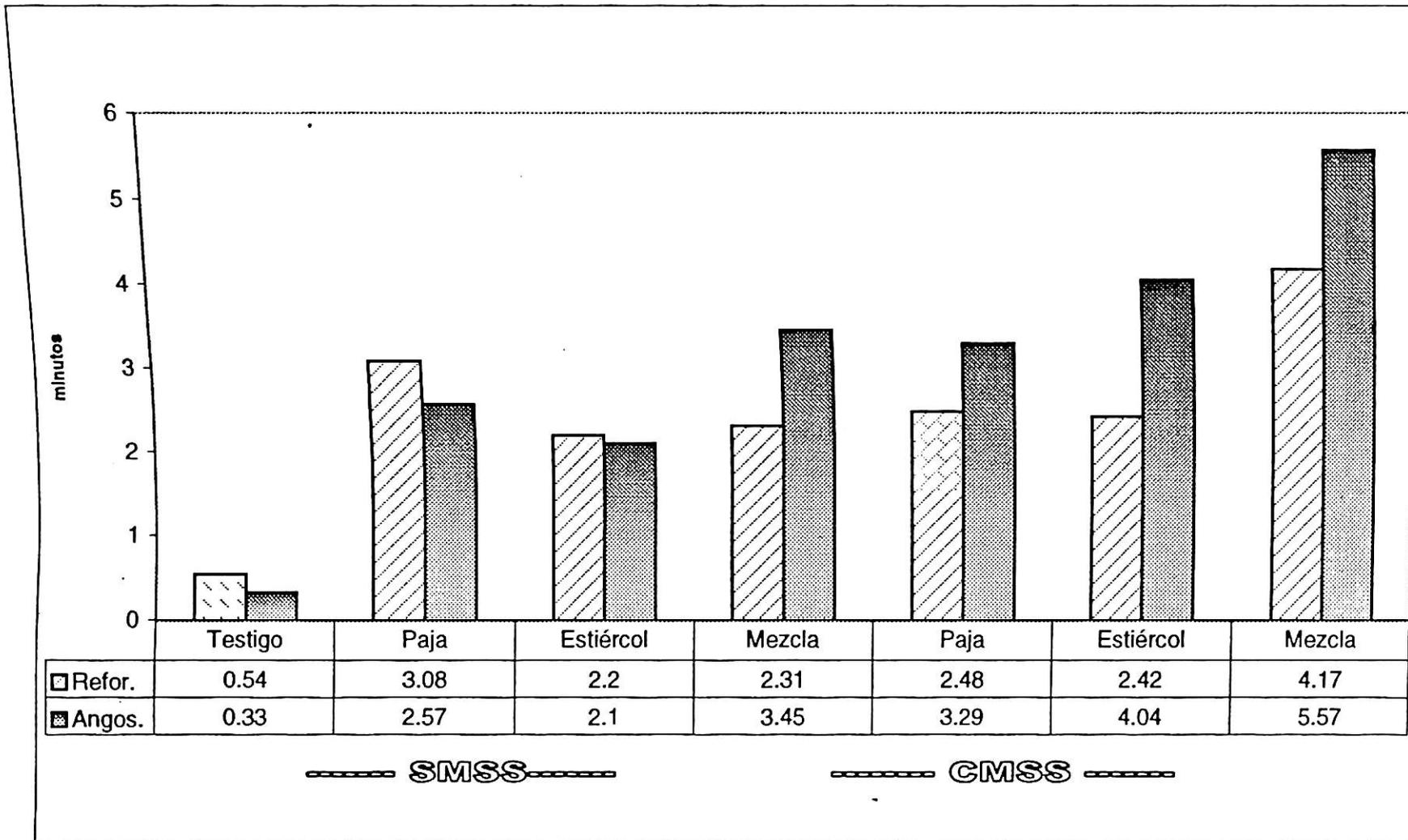


Figura 4.2. Valores medios (min) del inicio de escurrimiento en áreas de estudio.

de sedimentos totales, para las dos áreas Reforestación y Angostura.

Material Orgánico

Esta variable es la primera en ser arrastrada por el escurrimiento superficial al presentarse un evento, sobre todo sí, encuentra libre el paso, de lo contrario será un escurrimiento limpio transparente sin material perdido.

Para Reforestación, en el ANVA se observan diferencias altamente significativa ($P > 0.05$) cuando es aplicade el MO SMSS y CMSS. En la Figura 4.3 muestra valores al inicio de la simulación ligeramente altos, después muy parejos; sólo el estiércol SMSS muestra una retención de agua a los 15 min, rompiéndose en el intervalo de los 20 min, por lo que se incrementó hasta 0.562 g/l la pérdida del estiércol, manteniéndose después al par de los demás tratamientos.

El ANVA para Angostura muestra diferencia altamente significativa entre los factores P de M y MO pero también en la combinación de éstos, entre los intervalos, existe diferencia significativa, por lo que sí afecto favorablemente las P de M y el MO aplicado. También se ve afectada esta variable (Figura 4.4) a los cinco minutos en paja SMSS con valores de 1.248 g/l pero se ve un decremento conforme avanza el tiempo. En cuanto al testigo se incrementó a los 20 min, pero es raro, ya que estos suelos de Angostura conservan un porcentaje demasiado bajo de MO, a esto se debe ese comportamiento.

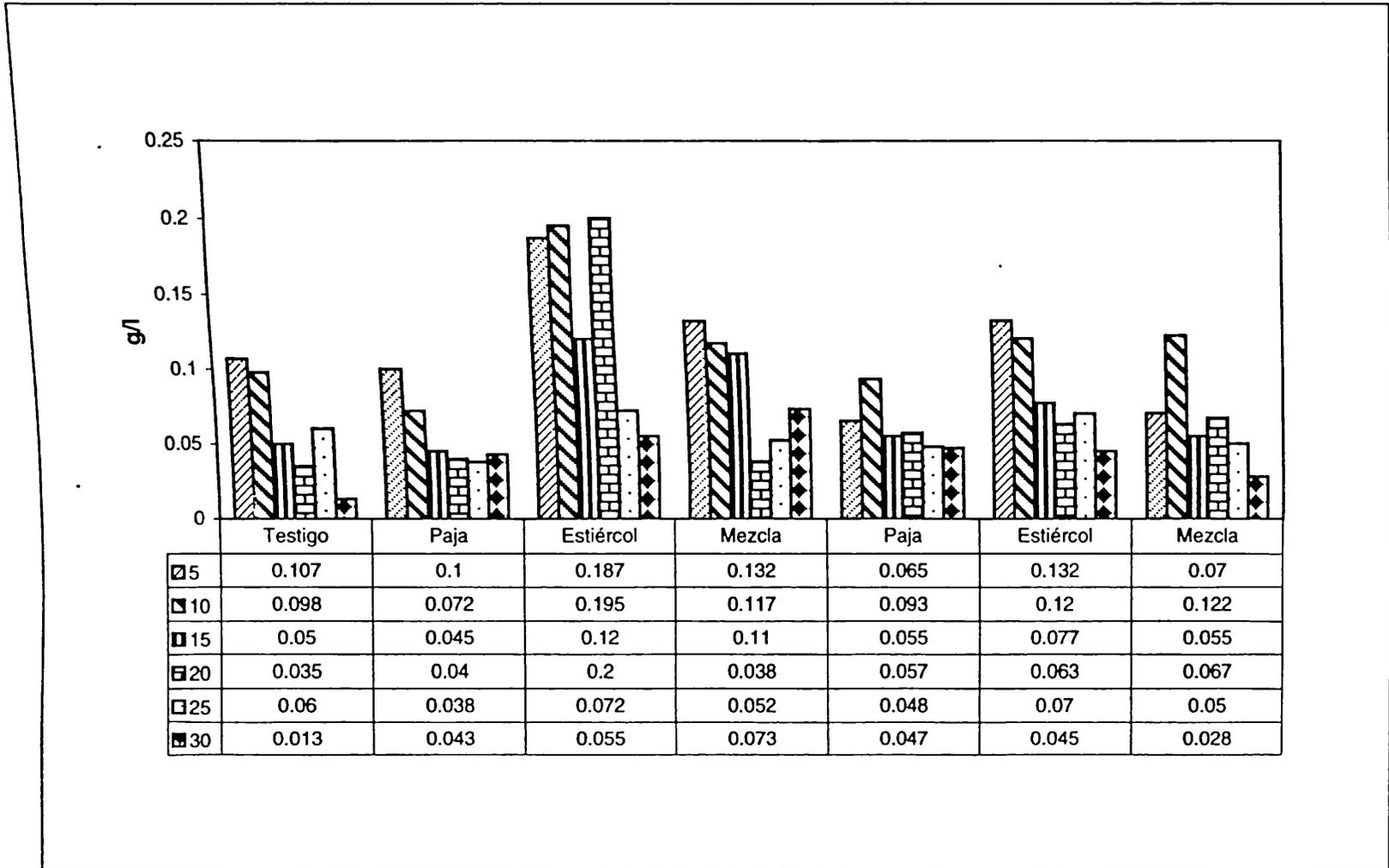


Figura 4.3. Valores medios de material orgánico (g/l) por cada intervalo (min) en tratamientos para Reforestación.

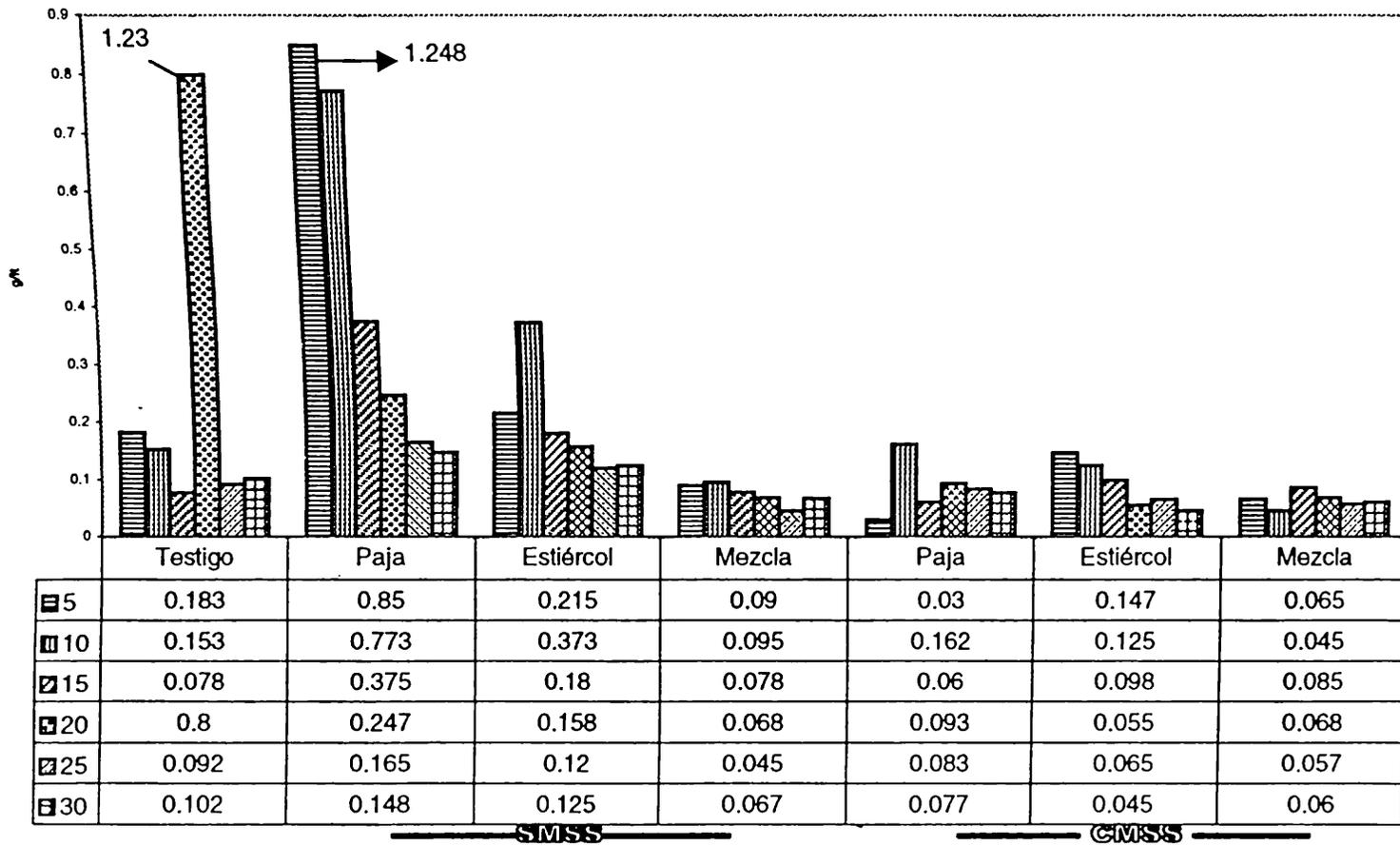


Figura 4.4. Valores medios de material orgánico (g/l) por intervalo (min) en tratamientos para Angostura.

Material Mineral

Se observa para Reforestación en el ANVA el material mineral con diferencias altamente significativas ($p > 0.05$) para tratamientos como para el factor MO así como en los intervalos. Donde a los 5 min para todos los tratamientos, fue alto la pérdida, disminuyendo ligeramente al avanzar los tiempos, no el estiércol SMSS, donde a los 15 min se incrementó sobre los demás tratamientos (Figura 4.5), además el comportamiento del material mineral es similar al de concentración de sedimentos.

Para Angostura, el comportamiento que resultó del ANVA, se refiere a una respuesta altamente significativa para los tratamientos y específicamente para el MO, respondiendo a la simulación, que a diferencia del testigo (Figura 4.6) se observan los valores altos para todos los tratamientos, disminuyendo al avanzar los intervalos, no comportándose igual la mezcla SMSS que se levantan sobre los demás la pérdida del MM.

Una vez ubicado valores para los diferentes tratamientos y por intervalos, ahora, se presentan valores medios totales permitiendo conocer las pérdidas (g/l) específicos de los diferentes materiales que forman la concentración de sedimentos (Figura 4.7) para Reforestación y (Figura 4.8) para Angostura.

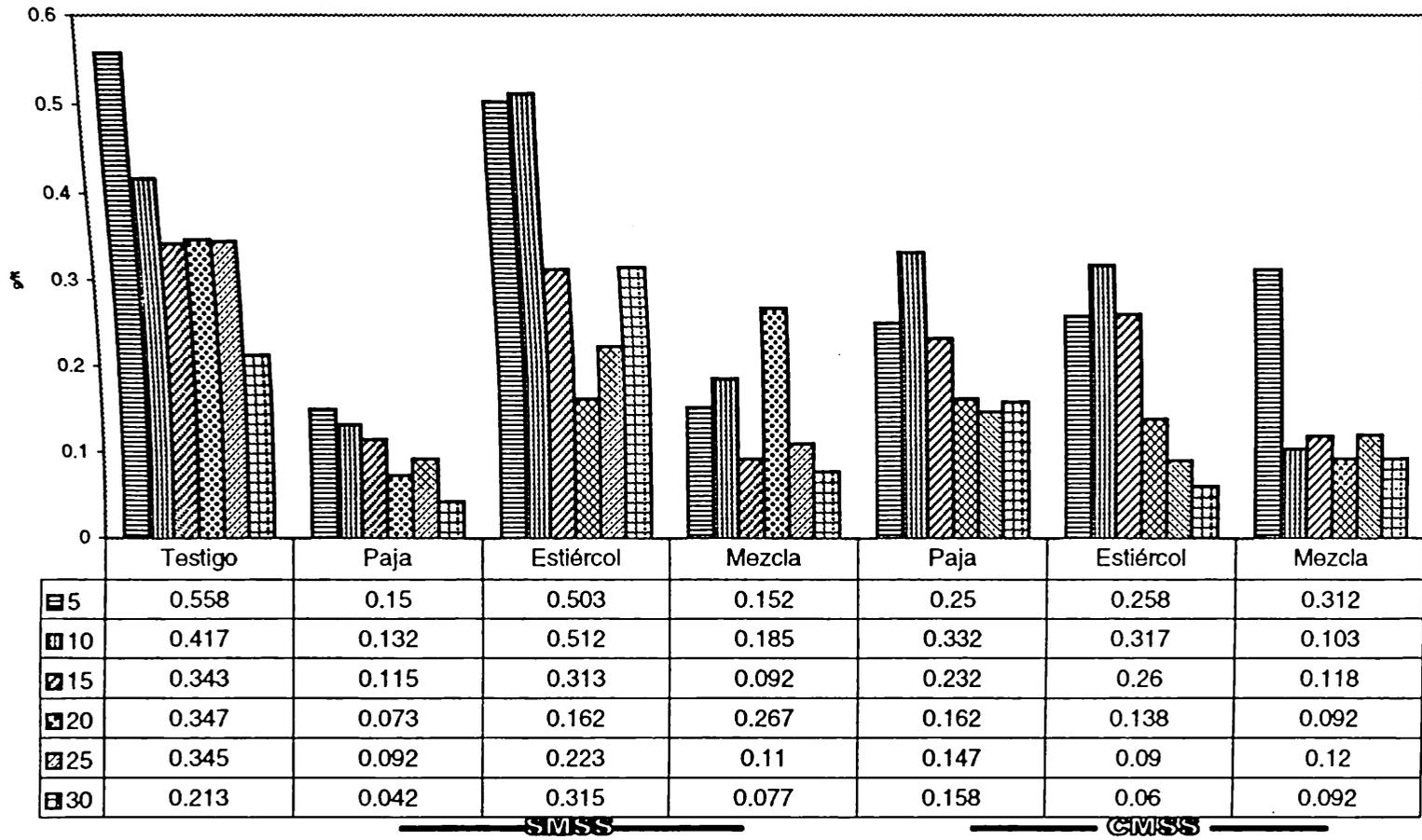


Figura 4.5. Valores medios de material mineral (g/l) por intervalo (min) en tratamientos para Reforestación.

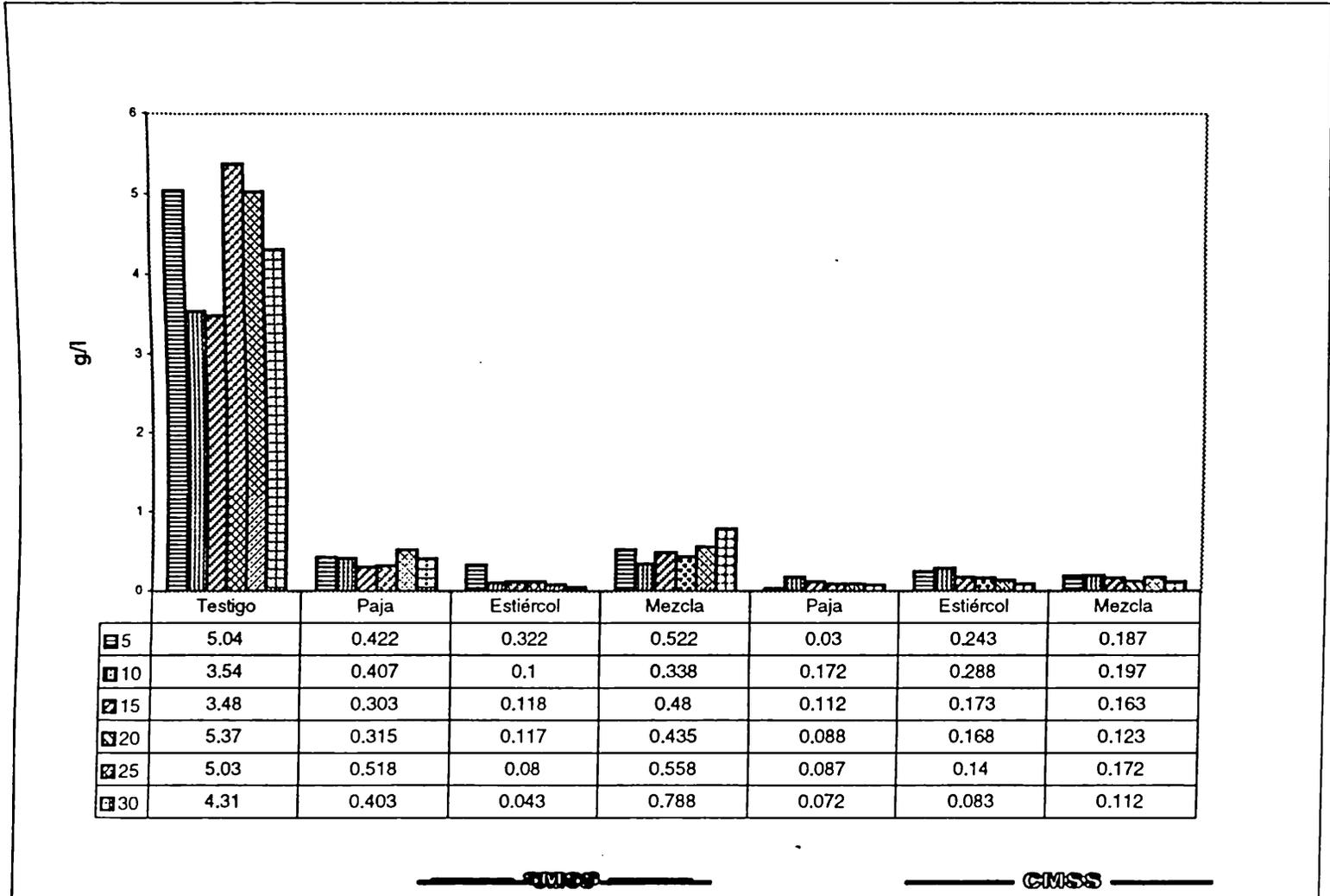


Figura 4.6. Valores medios de material mineral (g/l) por intervalo (min) en tratamientos para Angostura.

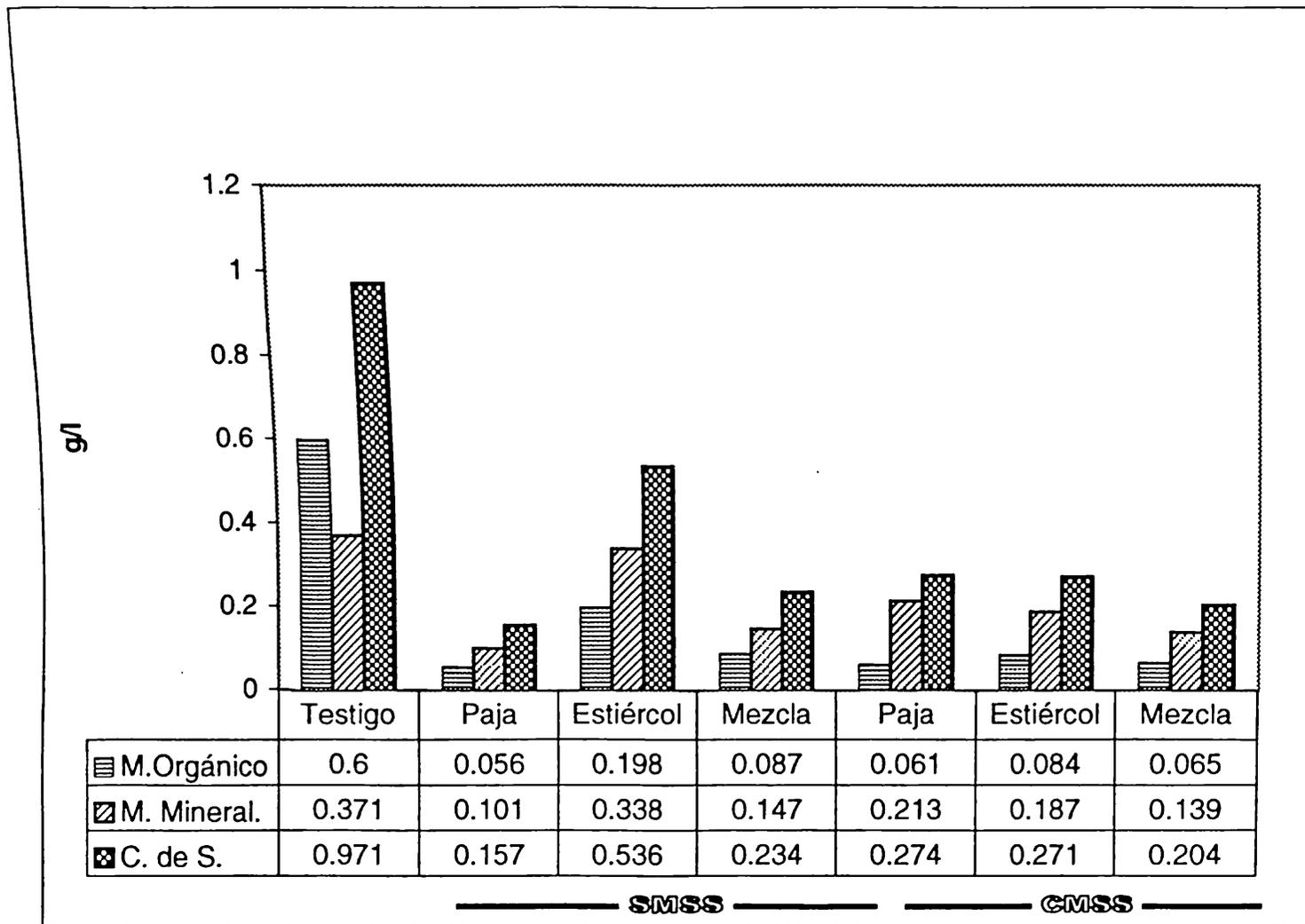


Figura 4.7. Valores medios de la concentración de sedimentos (g/l) en área de Reforestación.

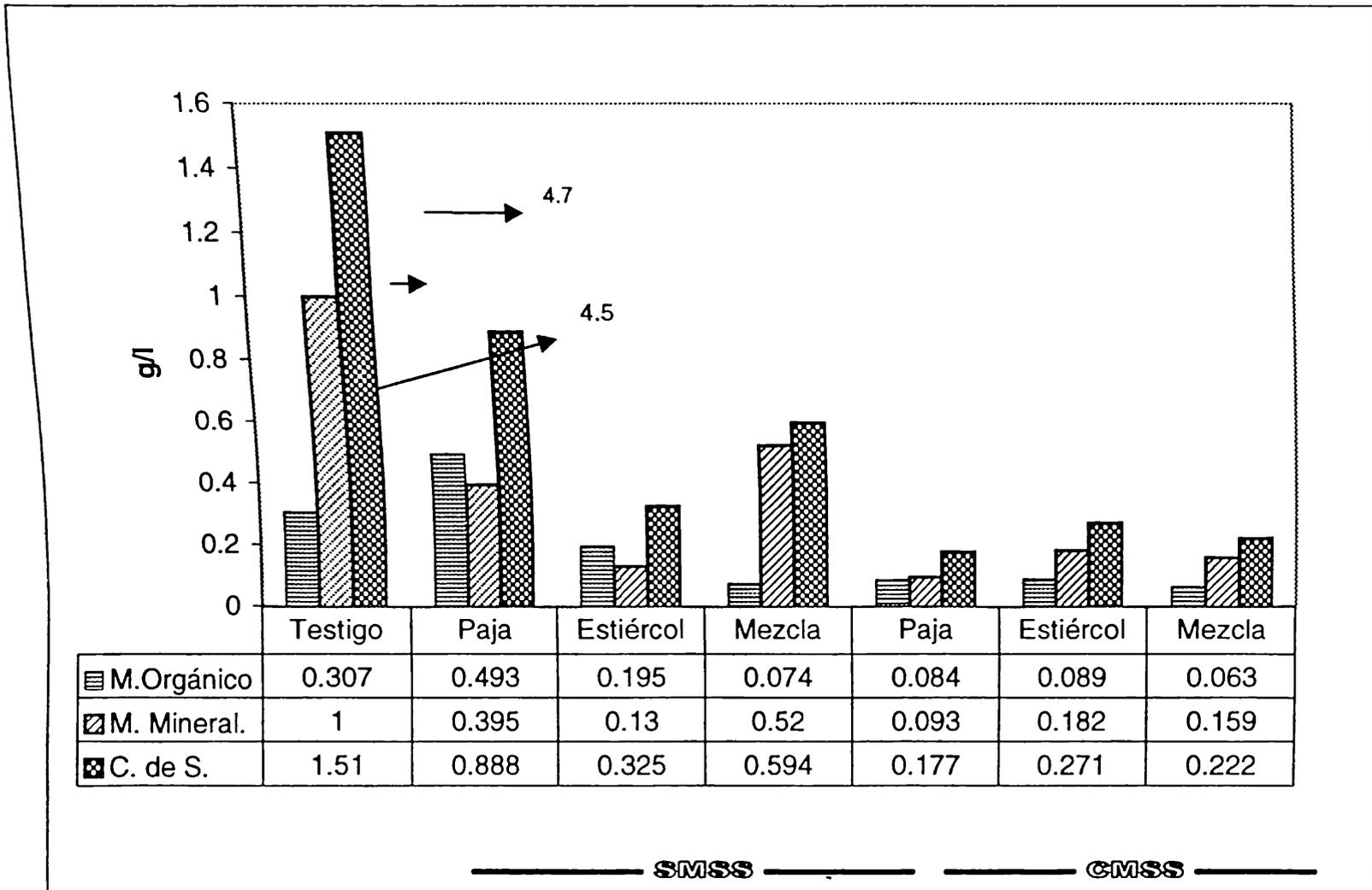


Figura 4.8. Valores medios de la concentración de sedimentos (g/l) en área de Angostura.

Infiltrabilidad

Se observa en la Figura 4.9 en Reforestación, para los primeros cinco minutos se incrementó la infiltrabilidad, pero, conforme avanzan los intervalos, disminuye considerablemente para todos los tratamientos, para bajar nuevamente entre tratamientos y los intervalos. Al realiza un análisis de varianza para los tratamientos, no existió diferencia significativa entre éstos ($P>0.05$) por lo que al realizar una comparación de medias, ligeramente resultó mejor la mezcla CMSS, después la paja SMSS, paja CMSS y el estiércol CMSS, se observa este comportamiento en la figura anterior.

La Figura 4.10 de Angostura existió un comportamiento parecido en el intervalo de cinco minutos al de Reforestación, demostrando que los materiales orgánicos como se han aplicado en este trabajo, resultaron favorables a la infiltrabilidad del suelo. Nuevamente se observa una caída ligeramente para todos los tratamientos y para todos los intervalos, a excepción de la mezcla CMSS que se mantuvo a partir del intervalo 15 min hasta el 30 min. De manera general se puede comprobar que al aplicar diferentes materiales orgánicos, son mejor incorporados, en base a la figura ya mencionada.

En el área de Angostura el comportamiento del análisis de varianza existió diferencia entre tratamientos ($P>0.05$), pero la comparación de medias muestra a la mezcla CMSS como el mejor tratamiento, para incluir a la paja y estiércol CMSS y posteriormente a la mezcla SMSS.

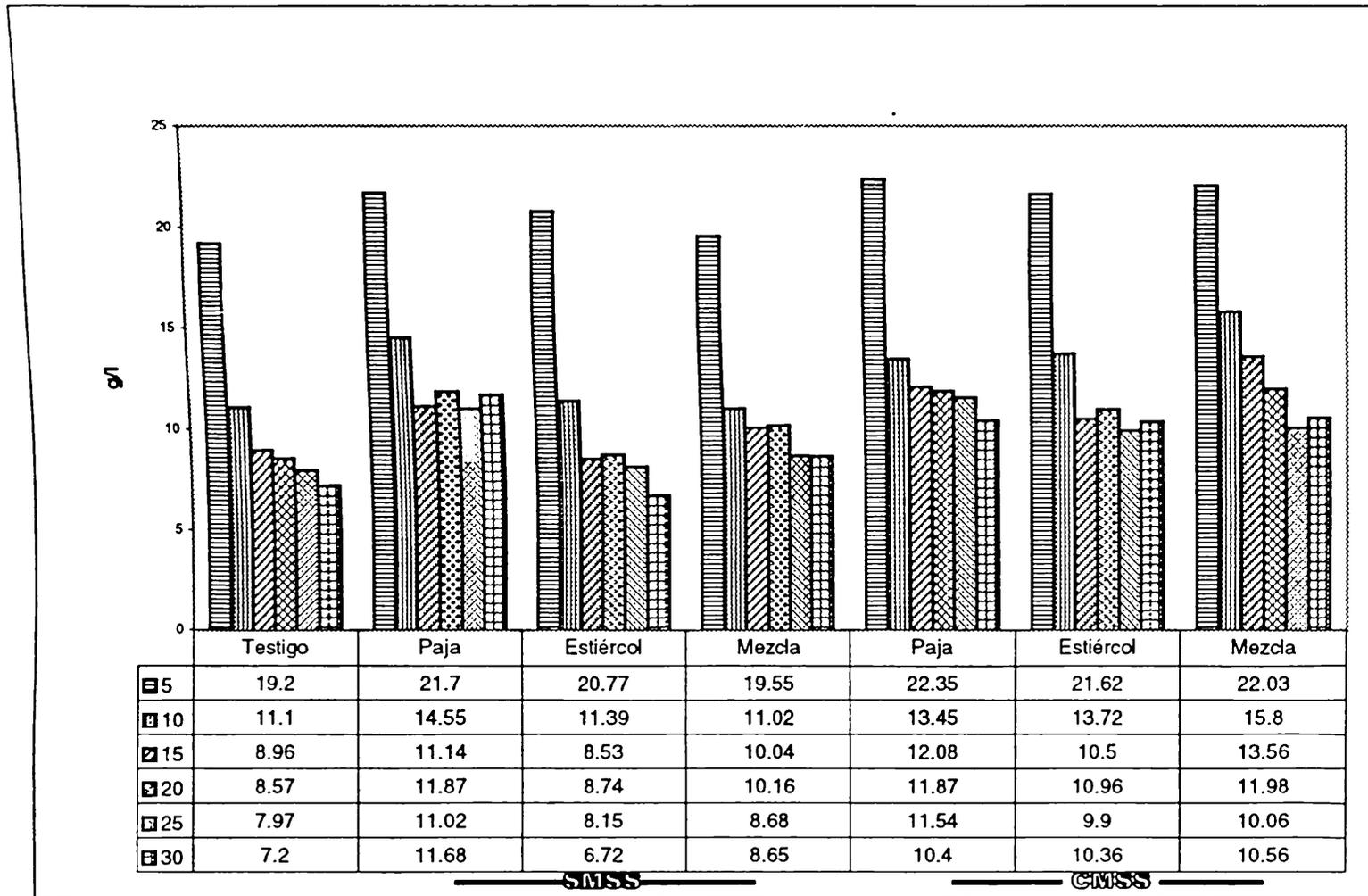


Figura 4.9. Valores medios de la infiltrabilidad (cm/h) por intervalo (min) en tratamientos para Reforestación.

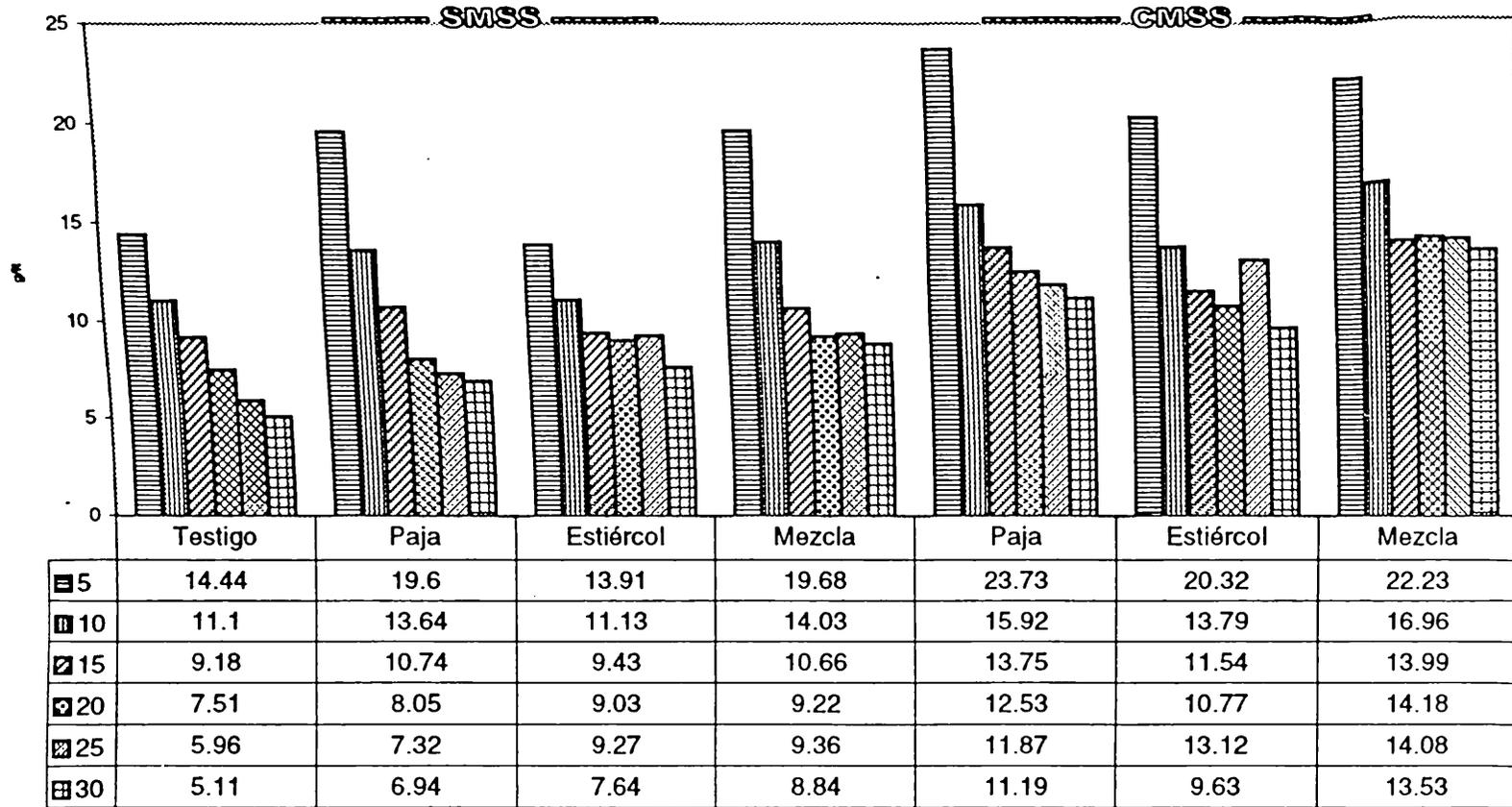


Figura 4.10. Valores medios de la infiltrabilidad (cm/h) por intervalo (min) en tratamientos para Angostura.

DISCUSIÓN

Se presentaron en los resultados algunos valores negativos para cobertura, precisamente por encontrar, en esos casos, un inventario inicial 1994 mayor que el inventario final 1995 como respuesta a los tratamientos, significando el avance en aproximadamente menos de un año que es posible incrementar la presencia de vegetación sobre suelos desnudos o con algunos montículos, supuestamente senescentes con algo de lluvia, esto concuerda con De Alba (1952) quién considera que todo suelo con un 15 por ciento de raíces vivas es susceptible para trabajos de rehabilitación necesariamente ecológica. El inicio 1994 respecto al número de especies presentes, para las dos áreas, no es malo, lo grave se encuentra en lo que no se hace, sólo un poco de estímulo en su momento al suelo y mejorarán cada una de las variables de los componentes del rendimiento. Al respecto Whittaker (1953) lo llama aumento en la biomasa por unidad de superficie, un incremento en las formas de vida, iniciando en el número de vástagos como subsistema (Reynaga, 1995) hasta llegar al suprasistema, pero en cada componente de la planta.

La determinación de la granulometría de un suelo, es un buen inicio para desocultar posteriormente las causas del deterioro en los pastizales, ese contenido de arena, limo y arcilla, permite la combinación de éstas en el perfil de un suelo, que por

peso, por superficie expuesta, existe una sedimentación natural, es decir, la arena al fondo, sobre ésta el limo y la arcilla, si no en la superficie, sí en contacto, suficiente para la formación de costras, donde inicia el problema si no hay vegetación, que como herramientas son las que mejoran las propiedades físico-químico del suelo. Existen elementos para nutrir tanto el suelo como los vegetales en forma de cationes Al, Ca, Mg, Na, K se incluye el NH_4 , que en base a la retención de éstos por el extracto del suelo, se reconoce la fertilidad del mismo además de la capacidad de retención de agua.

Los materiales determinados de la concentración de sedimentos, como el material mineral y el orgánico nos demuestran la gran importancia de fraccionarlos para valorar las pérdidas que se generan tan sólo en un área pequeña con simulación de lluvia, apegada un poco a la lluvia natural pero mucho a las pérdidas por el arrastre de dichos materiales. Resulta heterogénea la pérdida de concentración de sedimentos para Reforestación, siempre mayor para el primer intervalo disminuyendo en los otros por eso lo hace diferente.

Para Angostura en el primer tratamiento, el testigo aunque alto resulta homogéneo entre sí, comparado con lo mencionado por Gifford *et al.* (1977) donde la compactación mineral del suelo superficial incrementa la concentración de sedimentos, después para la paja SMSS le sigue con un poco menor en la pérdida de sedimentos, después bajan considerablemente, pero como es pérdida y por incluir el material orgánico ya no es aceptado. La infiltrabilidad en éste trabajo, resultó alta a los cinco

minutos, después del siguiente intervalo disminuye ligeramente hasta llegar a los 30 min. Al sumar los seis intervalos por cada tratamiento, se incrementa la infiltrabilidad ligeramente por el efecto del MO aplicado pero al independizar los intervalos de cada MO disminuyen, aceptando lo mencionado por Gutiérrez et al. (1988) donde si afecta la materia orgánica, el suelo desnudo y la densidad aparente, como expresión inversa de la cobertura respecto a la infiltrabilidad (Hernández et al., 1993). Al evaluar el inicio del escurrimiento en todos los tratamientos, mejoró la retención al aplicar mayor cantidad de MO, todavía mejor donde fue CMSS, y al disminuir esta aplicación del MO, aumentó el inicio del escurrimiento también.

DISCUSIÓN

Se presentaron en los resultados algunos valores negativos para cobertura, precisamente por encontrar, en esos casos, un inventario inicial 1994 mayor que el inventario final 1995 como respuesta a los tratamientos, significando el avance en aproximadamente menos de un año que es posible incrementar la presencia de vegetación sobre suelos desnudos o con algunos montículos, supuestamente senescentes con algo de lluvia, esto concuerda con De Alba (1952) quién considera que todo suelo con un 15 por ciento de raíces vivas es susceptible para trabajos de rehabilitación necesariamente ecológica. El inicio 1994 respecto al número de especies presentes, para las dos áreas, no es malo, lo grave se encuentra en lo que no se hace, sólo un poco de estímulo en su momento al suelo y mejorarán cada una de las variables de los componentes del rendimiento. Al respecto Whittaker (1953) lo llama aumento en la biomasa por unidad de superficie, un incremento en las formas de vida, iniciando en el número de vástagos como subsistema (Reynaga, 1995) hasta llegar al suprasistema, pero en cada componente de la planta.

La determinación de la granulometría de un suelo, es un buen inicio para desocultar posteriormente las causas del deterioro en los pastizales, ese contenido de arena, limo y arcilla, permite la combinación de éstas en el perfil de un suelo, que por peso, por superficie expuesta, existe una sedimentación natural, es decir, la arena al fondo, sobre ésta el limo y la arcilla, si no en la superficie, sí en contacto, suficiente para la formación de costras, donde inicia el problema si no hay vegetación, que como herramientas son las que mejoran las propiedades físico-químico del suelo. Existen elementos para nutrir tanto el suelo como los vegetales en forma de cationes Al, Ca, Mg, Na, K se incluye el NH_4 , que en base a la retención de éstos por el extracto del suelo, se reconoce la fertilidad del mismo además de la capacidad de retención de agua.

Los materiales determinados de la concentración de sedimentos, como el material mineral y el orgánico nos demuestran la gran importancia de fraccionarlos para valorar las pérdidas que se generan tan sólo en un área pequeña con simulación de lluvia, apegada un poco a la lluvia natural pero mucho a las pérdidas por el arrastre de dichos materiales. Resulta heterogénea la pérdida de concentración de sedimentos para Reforestación, siempre mayor para el primer intervalo disminuyendo en los otros por eso lo hace diferente.

Para Angostura en el primer tratamiento, el testigo aunque alto resulta homogéneo entre sí, comparado con lo mencionado por Gifford *et al.* (1977) donde la compactación mineral del suelo superficial incrementa la concentración de sedimentos, después para la paja SMSS le sigue con un poco menor en la pérdida de sedimentos, después bajan considerablemente, pero como es pérdida y por incluir el material orgánico ya no es aceptado. La infiltrabilidad en éste trabajo, resultó alta a los cinco minutos, después del siguiente intervalo disminuye ligeramente hasta llegar a los 30 min. Al sumar los seis intervalos por cada tratamiento, se incrementa la infiltrabilidad ligeramente por el efecto del MO aplicado pero al independizar los intervalos de cada MO disminuyen, aceptando lo mencionado por Gutiérrez *et al.* (1988) donde si afecta la materia orgánica, el suelo desnudo y la densidad aparente, como expresión inversa de la cobertura respecto a la infiltrabilidad (Hernández *et al.*, 1993). Al evaluar el inicio del escurrimiento en todos los tratamientos, mejoró la retención al aplicar mayor cantidad de MO, todavía mejor donde fue CMSS, y al disminuir esta aplicación del MO, aumentó el inicio del escurrimiento también.

CONCLUSIONES

La importancia primeramente y antes de realizar cualquier trabajo de rehabilitación, es conocer el contenido de material orgánico sobre y dentro del suelo, evitando el acarreo innecesario si éste no existe, para después aplicar prácticas de manejo al suelo. Por lo tanto, la aplicación de material orgánico sobre la superficie, es suficiente para notar ciertas diferencias, aunque el suelo de momento no retenga humedad, pero sí la suficiente para permite un sitio seguro en la germinación de plantas anuales, esto, como inicio a la formación de islas de fertilidad y posteriormente el establecimiento por nuevas plantas de ciclos mas largo. De hacer este manejo superficial del suelo o dejarlo como está, hagamos lo primero.

Se tiene otra manera de realizar un trabajo, incorporación del material orgánico (0-5 cm de profundidad) lo importante es evitar el arrastre por aire o agua, y que sí se encuentre en contacto directo con los microorganismos presentes en el suelo y al existir humedad comienza la descomposición volviendo al suelo dócil al manejarlo, reflejando la aplicación de ese material.

El inicio del escurrimiento ha permitido indicar donde existe mayor infiltrabilidad, porque es claro que al tomar mayor tiempo en formar escurrimientos

sobre el suelo, se esta infiltrando. Ha resultado la mezcla CMSS seguida de las paja SMSS, posteriormente las pajas CMSS y los estiércoles CMSS las que aceptaron mayor infiltrabilidad respectivamente.

Lo anterior se demuestra con la presencia de mayor número de plantas por área muestreada, aunque sin evaluar producción directamente, sí es posible producir la suficiente materia verde para restituirle al suelo, y no acarrearla nuevamente y continuar trabajos de rehabilitación.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en dos áreas de estudio, Campus Reforestación de la UAAAN y Angostura, Municipio de Saltillo, Coah. realizando análisis inicial/1994 vs análisis final 1995, en suelos de pastizal deteriorados y con diferente contenido de material orgánico. Se planteó una rehabilitación ecológica, aplicando leyes y principios naturales, que en base a ese deterioro fueron incluidos dos factores, prácticas de manejo sin manejo superficial del suelo (SMSS) y con manejo superficial del suelo (CMSS) y cuatro materiales orgánicos (incluyendo el testigo, paja, estiércol y mezcla) dividido en niveles de aplicación, que para darles una interpretación como un todo, se incluyeron 24 tratamientos analizados con parcelas divididas en espacio y tiempo, seleccionando además, los mejores tratamientos con prueba de medias con grupos apareados. Las variables de respuesta a esos tratamientos, son cobertura, propiedades físico-químicos del suelo, componentes del rendimientos de gramíneas y herbáceas y simulación de lluvia, determinando con ésta la concentración de sedimentos e infiltrabilidad. El trabajo de campo se inicia en julio de 1994, definido como análisis inicial/94 para concluirlos en julio de 1995, definido como análisis final-95. En los meses de octubre para los dos períodos de lluvia, se realizaron las evaluaciones mencionadas coincidiendo con los períodos tardíos de lluvia.

En el período inicial/94, aún no resultaron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$) pero las evaluaciones del análisis final/95 vs el inicial/94, permiten conocer cómo el material orgánico sobre e incorporado en presencia del suelo reaccionan a la absorción de agua expresando en un crecimiento vertical y horizontal ($P>0.05$) de gramíneas y herbáceas quienes poco a poco sustituyen al suelo desnudo, piedras, musgos mejorando las propiedades físico-químicas del suelo con el sistema radicular, como herramienta natural.

Al simular lluvia sobre los tratamientos, se determinó la concentración de sedimentos y de esto se derivan el material mineral y el material orgánico (g/l) además de la infiltrabilidad, existiendo diferencias ($P>0.05$) considerables entre el testigo con el resto del material orgánico aplicado, entre el material orgánico SMSS y CMSS la diferencia fue menor, significando que todo movimiento sobre e incorporado al suelo en su momento es magnífico. Para complementar la infiltrabilidad de cada tratamiento, se apoyó en el inicio del escurrimiento, refiriéndose al tiempo en minutos que tarda el agua en correr dentro de la parcela de escurrimiento, indicando nuevamente que en los testigos a los pocos segundos inicio el escurrimiento. La interpretación de los resultados permitirán predecir apegado a lo natural los mejores tratamientos para una rehabilitación ecológica de los agostaderos.

LITERATURA CITADA

- Andereg, 1879., Ansen, 1892. Dawry y Franz 1937. En: Voisin, A. 1971. Dinámica de los Pastos. Ed. Tecnos. Madrid, España. 452 p
- Barbour, M.G., J.H. Burk and W.D. Pitts. 1980. Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin/CCummings. Publishing Company, Inc. USA. 604 p.
- Bartolini, R. 1989. La Fertilidad de los Suelos. Terrenos, Plantas, Fertilizantes. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 141 p.
- Blackburn, W.F. and C.M. Skau. 1974. Infiltration Rates and Sediment Production of Selected Plant Communities in Nevada. J. Range Manage. 27:476-479. USA.
- Briske, D.D. 1991. Developmental Morphology and Physiology of grasses. In: Heitschmidt, R.K., Jerry W. Stuth.(Ed). Grazing management, An ecological Perspective. Timber, Press, Portland, Oregon. 259 p.
- Candia, G. R., J. Gastó C. , R. Armijo T. y R. Nava C. 1976. Estrategias de Transformación del Ecosistema Arido. Operadores y Algoritmos. UAAAN. Monografía Técnico-Científico (2) : 250-364 p. Saltillo, Coah.
- Castellanos, J.Z. 1985. Memorias del primer Ciclo de Conferencias sobre la Utilización del Estiércol en la Agricultura. IAETM, A.C. Secc. Laguna Torreón, Coah.
- Carter, M.R. (1992). Influence of Reduced Tillage System on Organic Matter, Microbial Biomass, Macro-Aggregate Distribution and Structural Stability of the Surface Soil in Humid Climate. Agriculture/Agronomy. 23(4):361-372.
- Clements, F.E. 1928. Plant Succession and Indicators. A Definitive Edition of Plant Succession and Plant Indicators. The H.W. Wilson Company. N.Y. USA. 453 p.
- Collier, B.D., G.W. Cox, A.W. Johnson and P.C. Miller. 1973. Dynamic Ecology. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. USA. p 279-545.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1973. Carta topográfica. Secretaría de la Presidencia. Carta Tanquecillos G-14-C-72.
- Cooper, W.S. 1926. The Fundamentals of Vegetational Change. Ecology. 7(4):391-413.

- Currier, P.O. 1987. Herbage yield and Cover Estimates as Guides for Predicting Livestock Management. In: Monitoring Animal Performance and Production Symposium Proceedings. Boise, Idaho. Society for Range Management, Denver, Col. 4-7 p.
- Daubenmire, R. 1968. Plant Communities . A. Textbook of Plant Synecology. Harper & Row. New York. United States of America. 300 p.
- Departamento de Agrometeorología. 1994. Boletín Informativo. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah.
- De Alba, J. 1952. Manejo de Pastos. Curso Internacional sobre Métodos Modernos de Ganado y Pastizales. Esc. Sup. de Agric. "Antonio Narro". Saltillo, Coah., México.
- Del Río, O. F., R. Nava C. y J. Gastó C. 1982. Descripción, análisis y Transformación del Ecosistema *Sporobolus airoides* (Torr.). Monografía Técnica Científica 8 : 4 251-315 pp.
- Dueñez, A.J., J. Gutiérrez C., R. Morones R. 1993. Impacto del Uso Múltiple sobre la Infiltrabilidad y la erosión en la Cuenca "Paso de Piedra", Dgo. Tesis de Maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Duley, F.L. 1939. Surface Factors Affecting the Rate of Intake of Water by Soils. Proc. Soil Sci. Soc. Am. (4):60-64
- Ellison, W.D. Y Salter C.S. 1945. Factors that Affect Surface Sealing and Infiltration of Exposed Soil Surface. Agric. Engng. (26):156-157, 162.
- Emmel, T. 1973. An Introduction to Ecology and Population Biology. W. W. Norton. Company, Inc. New York.
- Fournier, L. A. 1971. Dinámica de la Vegetación, Migración y Establecimiento. Seminario para Profesores de Ecología de Facultades de Agronomía de Centro América, México y el Caribe, Publicación ZN/108-71. Turrialba, C.R.
- Gandoy, B.W. 1990. Manual de Laboratorio para el Manejo Físico del Suelo (Temporal, Riego, Parcela y Cuenca). En registro SEP. México, D.F. 110 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Koppen. Offset Larios. México, D.F.
- Gardner, W.H. 1973. Física de suelos. 1a. Ed. UTEHA. México.
- Garza, C.H. y G. Gloria H. 1990. Conferencia sobre Rehabilitación de Pastizales.

UAAAN. Saltillo, Coah.

- Garza, C.H., J.G. Medina T. y G. Gloria H. 1985. La Resiembra como Estrategia de Transformación del Pastizal. En: De Luna, V.R., J.G. Medina T. y L.C. Fierro G. Manejo y Transformación de Pastizales. SEDUE. Del. Coahuila. Saltillo, Coah., México.
- Gastó, J. 1979. Ecología, El hombre y la Transformación de la Naturaleza. Ed. Universitario. Chile. p 420-492.
- _____ 1979. Bases Ecológicas de la Modernización de la Agricultura. En: Universitario. Chile. p 420-492.
- Gastó, J. y R. Cañas C. 1975. Modelo Simulado de Funcionamiento del Ecosistema Silvoagropecuaria. Monografía Técnico - Científica UAAAN. 1(1):1 - 71 Saltillo, Coah., México.
- Gutiérrez, C.J. y F.M. Rivera. N. 1992. Infiltrabilidad y Microrelieve en un Suelo con Pastizal Medio Abierto en el Sur de Coahuila, México. Publicación oficial de la SOMMAP. 5(3):96-104. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Gutiérrez, C.J., R. Flores Z., M. De Luna R., G. Martínez F. y M. Rivera N. 1991. Impacto de la Transformación del Matorral de Gobernadora Sobre la Infiltración y la Erosión en el Norte de Zacatecas. Publicación Oficial SOMMAP. 4(2):34-39. Saltillo, Coah., México.
- Gutiérrez, C.J. y A. Dueñez. 1988. Relación de la Tasa de Infiltración-Edad de la Plantación en la Zona Reforestación Zapalinamé. Revista Agraria UAAAN. 4(2):158-179. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Gutiérrez, C.J., A. Zárate L., L.A. Natividad B., J.A. Díaz G. y J.G. Medina T. 1988. Infiltración y Producción de Sedimentos en Tres unidades de Suelo Ocupados por Pastizal Mediano Abierto. Publicación Oficial de la SOMMAP. 2(1):23-26. Saltillo, Coah. México.
- Gutiérrez, C.J., M.A. Salazar C. 1986. Impacto de la Reforestación de la Sierra de Zapalinamé sobre la Tasa de Infiltración. Revista Agraria. 2: 286-302.
- Gutiérrez, C.J., M. Zapien B., J.G. Medina T. y J.A. De la Cruz. 1978. Establecimiento de Especies Forestales en Zonas Áridas. Monografía Técnico-Científica UAAAN. 4(2):175-233. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Hanson, C., and E. D. Churchill. 1965. The Plant Community. 3a Ed. Reinhold Publishing Corporation. New York. United States of America 213 p.

- Heady, H.F. 1957. Rangeland Management. McGraw Hill Book Company. N. Y.
- Herbel, C.H., G.H. Abernathy, C.C. Yarbrough y D.K. Gardner. 1973. Uso del Arado Cortador de Raíces en el Suroeste. *J. Range Management*. 2 : 79-84.
- Hernández, J.L.L, J. Gutiérrez C. y R. Reynaga V. 1993. Infiltrabilidad de un Suelo con Diferente Rango de Cobertura de Gramíneas en dos Epoca del año. VI Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Monterrey, N.L. 6(3):83-89.
- Hillel, D. 1982. Introduction to Soil Phisycs. Ed Academic Press, Inc. 365 p.
- Huss, L.D. y E.L. Aguirre. 1974. Fundamentos de Manejo de Pastizales. Departamento de Zootecnia. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México. 227 pp.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Oficina Regional de la FAO. 1986. Principio de Manejo de Praderas Naturales. Buenos Aires, Argentina y Santiago, Chile. 356 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI). 1995. Carta Topográfica G14C33 1:50,000. 3ª Impresión. Saltillo, Coah.
- Labrador, M.J., A. Guiberteau C., L. López B. y J.L. Reyes P. 1993. La Materia Orgánica en los Sistemas Agrícolas. Manejo y Utilización. Ed. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid, España. Num.3
- Martín, S.C. 1975. Ecology and Management of Southeastern Semidesrt Gras-Shrub Range the Seauts of our Knowledge. USDA. For Ser Res. RM-156. Rocky Mt. For. and Range Exp. Sta. Fort Collins. Colorado.
- McIntyre, D.S. 1958. Permeability Measurements of Soil Crusts Formed by Raindrop Impact. *Soil Sci.* (85):185-189.
- Mellado, B.M., J.G. Medina T., J.A. De La Cruz C. y M. Zapien B. 1976. Transformación Sucesional de la Comunidad de Larrea-Flourensia del Desierto Chihuahuense. UAAAN. Monografía Técnico-Científica 2(6):490-549.
- Medina, T.J.G., R. De Luna V. y H. Garza C. 1976. La Resiembra como Estrategia de Transformación del Pastizal. En: De Luna, V.R., J.G. Medina T. y L.C. Fierro G. Manejo y Transformación de Pastizales. SEDUE. Del. Coahuila. Saltillo, Coah., México.
- Odum, E.P. 1972. Ecosystem Theory in Relation to Man. En: Wiens, J.A. (Ed). *Ecosystem Structure and function*. Oregon State University Press. 11-24.
- Odum, H.T. y R. Pinkerton C. 1955. Times Speed Regulator, the Optimum Efficiency

- for Maximum Output in Physical and Biological Systems. *Amer. Sci.* 43: 331-343.
- Olivares, S.E. 1994. Paquetes de Diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L.
- Oostin, H.J. 1989. *The Study of Plant Communities*. W.H. Freeman and Company. 2a. Ed. San Fco. E.U.A.
- Ovalle, C., J. Aronson, J. Avendaño, R. Meneses and R. Moreno. 1993. Rehabilitation of Degraded Ecosystems in central Chile and its Relevance to the Arid "Norte Chico". *Historia Natural*. Chillan, Chile. 66:291-303.
- Pérez, R.L., R. Nava C., J. Gutiérrez C. y J. Dueñez A. 1993. Interacciones Ecológicas de las Arbustivas: Implicaciones para los Ecocultivos. En: IX congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Hermosillo, Son.
- Pieper, R.D. 1973. *Measurement Techniques for Herbaceous and Shrubby Vegetation*. New Mexico State University Press. Las Cruces, N. M. 148 p.
- Real Academia Española, (RAE). 1970. *Diccionario de la Lengua Española*. Ed. Espasa - Calpe, S.A. Madrid, España.
- Reppert, J.N., R.H. Hughes and D.A. Duncan. 1963. Herbage Yield and Its Correlation With Other Plant Measurement. In: *Range Research Methods*. USDA. Forest Service Misc. Pub. 940. United States of America. pp 15-22.
- Reynaga, V.J.R. 1995. Transformación Ecológica de Pastizales. En: J.G. Medina T., M.J. Ayala O., L. Pérez R. y J. Gutiérrez C. (ED) *Rehabilitación de Ecosistemas de Pastizal, Conceptos y Aplicaciones*. XI Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Saltillo, Coah., Méx.
- Reynaga, V.J.R., J.G. Medina T., J.A. De la Cruz C. y M Zapien B. 1976. Productividad de Pastizales Resembrados de la Región Arida del Sur de Coahuila. *Monografía Técnico-Científica*. UAAAN. Saltillo, Coah. 2(6):419-489.
- Rodríguez, S. F. 1992. *Fertilizantes Nutrición Vegetal*. A.G.T. Editor, S.A. México 157 p.
- Savory, A. 1988. *Holistyc Resource Management*. Ed. ISLAND PRESS. Washingtton, D.C. 564 p.
- _____ 1994. Curso introductorio a la administración Holística de los recursos (IAHR). En: González, S. A.E. (Compilador). *Información compilada y adaptada para Latinoamérica*. Chihuahua, Chih.

- Smeins, E.F. y Slack D.R. 1978. *Fundamentals of Ecology*. KENDALL/HUNT PUBLISHING COMPANY. 173 p.
- Smith, R.L. 1986. *Elements of Ecology*. Second Edition. Harper & Row. Publishers. N.Y. USA. 677 p.
- Steel, D.R. y J.H. Torrie. 1985. *Bioestadística, Principios y Procedimientos*. Segunda Ed. McGraw-Hill. Latinoamérica S.A. Bogotá, Colombia. 622 p.
- Stodart, S.A., A.D. Smith and T.M. Box. 1975. *Range Management*. McGraw Hill Book Company. Inc. N.Y.
- Taylor, J.E. 1986. Cover data in *Monitoring Rangeland Vegetation*. In: *Use of Cover, Soil and Weather Data in Rangeland Monitoring*. Symposium Proceedings. Society for Range Management. Denver, Col. USA. 15-24 p.
- Tromble, J.M., K.G. Renard y A.P. Tatcher. 1975. Infiltración del Agua en Tres Complejos de Suelo-vegetación de Pastizales. *J. Range Manage.* 2:210-213.
- Vallentine, J.F. 1971. *Range Developments and Improvements*. Brigham Young University. Press. Provo. Utha.
- Vázquez, A.R., J.A. Villarreal Q. y J. Valdés R. 1989. Las Plantas de Pastizales del Rancho Experimental Ganadero los Angeles, Mpio. Saltillo, Coah. Folleto de Divulgación UAAAN. II(8):3-20.
- Vázquez, A.R., J.A. Villarreal Q., M. Vázquez R., E.E. Sosa R. y R. Meza S. 1996. Las Plantas de Pastizales del Campo Experimental de Zonas Aridas "Noria de Guadalupe", Mpio. de Concepción del Oro, Zac. Folleto de Divulgación UAAAN. III(5):1-25.
- Voisin, A. 1971. *Dinámica de los Pastos*. Ed. Tecnos. Madrid España. 452 p.
- _____ 1971. La vaca y la hierba. Como obtener buenos rendimientos del ganado vacuno. Editorial Tecnos. Madrid, España. 127 p.
- Villarreal, Q. J.A. 1983. *Malezas de Buenavista Coahuila*. Edición UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 271 p.
- Warren, S.D., T.L.Thurow, W.H. Blackburn and N.E. Garza. 1986. The Influence of Livestock Trampling Under Intensive Rotation Grazing on Soil Hydrologiv Characteristics. *J. Range Manage.* 39(2)491-495.
- Weaver, J.E. y F.E. Clemens. 1938. *Plant Ecology*. Mc Graw Hill Book Company. New York.

- Whittaker, R.H. 1953. A Consideration of Climax Theory: The Climax as a Population and Pattern. *Ecological Monographs*. 23(1):4-78.
- Wight, J.R. y F.H. Siddoway. 1972. Improving Precipitation-use Efficiency of Rangeland by Surface Modification. *J. of Soil and Water Conservation* (27): 170-174.
- Wilcox, B.P., M.K. Wood, J.M. Tromble. 1988. Factors Influencing Infiltrability of Semiarid Mountain Slopes. *J. Range Manage.* 41: 197-206.
- Woerner, P.M. 1989. Métodos Químicos para el Análisis de Suelos Calizos de Zonas Áridas y Semiáridas. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Linares, N.L. México.
- Wood, M.K. and Blackburn W.H. 1981. Grazing Systems: Their Influence on Infiltration Rates in the Rolling Plains of Texas. *J. Range Manage.* 34:331-335.

APENDICE

Cuadros de Análisis de Varianza

A 1. Análisis de varianza para el número de vástagos en un área de 156.25 cm² para todos los tratamientos en Reforestación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	1629.68	352.94	778.35	0.000 **
P de M	1	41.34	41.34	98.730	0.001 **
ERROR A	5	2.09	0.41		
M O	3	658.61	219.53	8.30	0.01 **
P de M x M O	3	20.11	6.70	0.25	0.859 NS
ERROR B	30	793.14	26.43		
1994-1995	1	698.76	698.76	14.03	0.014 NS
ERROR C	5	248.92	49.78		
PdeM x NdeA	1	15.84	15.84	2.92	0.147 *
ERROR D	5	27.09	5.41		
M O x N de A	3	367.69	122.56	5.27	0.005 *
PdeM x MO x NdeA	3	65.61	21.87	0.94	0.565 NS
ERROR EXP.	30	696.56	23.21		
T O T A L	95	5265.49			

(R) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Stat. de Prueba t=
SMSS	Testigo	16.00	19.83	-1.9944 NS
	Paja	13.33	94.50	-3.9226 *
	Estiércol	16.83	55.66	-3.7965 *
	Mezcla	13.50	104.17	-6.7848 **
CMSS	Paja	24.33	91.00	-5.1377 **
	Estiércol	18.17	65.00	-5.0990 **
	Mezcla	18.17	139.00	-7.1389 **

* Significativo

** Altamente Significativo

NS No Significativo

(R) Reforestación

A 2. Análisis de varianza para el número de vástagos en un área de 156.25 cm² para los tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	8916.70	1783.34	36.94	0.001**
P de M	1	1247.04	1247.04	25.83	0.005**
ERROR A	5	241.32	48.26		
M O	3	34766.75	11588.91	23.03	0.000**
P de M x M O	3	1348.35	449.45	0.89	0.542NS
ERROR B	30	15096.14	503.20		
1994-1995	1	76840.17	76840.17	46.15	0.002**
ERROR C	5	8323.95	1664.79		
PdeM x NdeA	1	210.01	210.01	4.00	0.100*
ERROR D	3	262.10	52.42		
M O x N de A	3	34136.56	11378.85	33.19	0.000**
PdeM x MO x NdeA	3	1566.42	522.14	1.52	0.228NS
ERROR EXP.	30	10283.76	342.79		
T O T A L	95	193239.32			

(A) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=	
SMSS	Testigo	16.00	19.83	-1.9944	NS
	Paja	13.33	94.50	-3.9226	*
	Estiércol	16.83	55.66	-3.7965	*
	Mezcla	13.50	104.17	-6.7848	**
CMSS	Paja	24.33	91.00	-5.1377	**
	Estiércol	18.17	65.00	-5.0990	**
	Mezcla	18.17	139.00	-7.1389	**

* Significativo

** Altamente Significativo

NS No Significativo

(A) Angostura

A 3. Análisis de varianza para el peso verde de vástagos en un área de 156.25 cm² para los tratamientos en Reforestación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	11.93	2.38	18.01	0.005*
P de M	1	0.73	0.73	5.58	0.064*
ERROR A	5	0.66	0.13		
M O	3	5.24	1.74	8.99	0.000**
P de M x M O	3	0.60	0.20	1.03	0.394NS
ERROR B	30	5.83	0.19		
1994-1995	1	1.55	1.55	14.16	0.014NS
ERROR C	5	0.54	0.10		
PdeM x NdeA	1	0.01	0.01	0.32	0.599NS
ERROR D	5	0.16	0.03		
M O x NdeA	3	3.70	1.23	4.80	0.008*
PdeM x M O x NdeA	3	0.42	0.14	0.55	0.655NS
ERROR EXP.	30	7.72	0.25		
T O T A L	95	39.14			

(R) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	1.2700	0.9583	1.0237 NS
	Paja	0.9333	1.3083	-5.3508 **
	Estiércol	1.0833	1.4017	-3.1092 *
	Mezcla	1.2500	1.8033	-1.9750 NS
CMSS	Paja	1.2367	1.4667	-0.8149 NS
	Estiércol	1.2350	1.3770	-0.5365 NS
	Mezcla	1.4133	2.4550	-2.8240 *

A 4. Análisis de varianza para el peso verde de vástagos en un área de 156.25 cm² para los tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	791.99	158.39	8.99	0.017NS
P de M	1	158.49	158.49	8.99	0.030NS
ERROR A	5	88.07	17.61		
M O	3	718.72	239.57	11.62	0.000**
P de M x M O	3	83.51	27.83	1.35	0.276NS
ERROR B	30	618.05	20.60		
1994-1995	1	1580.23	1580.23	10.93	0.021**
ERROR C	5	722.64	144.52		
PdeM x NdeA	1	137.30	137.30	7.92	0.037NS
ERROR D	5	86.62	17.32		
M O x N de A	3	753.62	251.20	12.86	0.000**
PdeM x MO x NdeA	3	78.45	26.15	1.33	0.280NS
ERROR EXP.	30	585.71	19.52		
T O T A L	95	6403.45			

(A) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	0.9850	1.3217	-1.7408 NS
	Paja	0.5883	7.8333	-2.7219 *
	Estiércol	0.8383	4.3433	-3.2913 *
	Mezcla	0.6533	12.4567	-3.1604 *
CMSS	Paja	0.9050	10.7467	-2.4391 NS
	Estiércol	0.9317	12.2950	-2.6984 *
	Mezcla	0.9550	21.4383	-3.3121 *

A 5. Análisis de varianza para el peso seco de vástago en un área de 156.25 cm² para los tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	259.74	51.94	7.52	0.024NS
P de M	1	55.40	55.40	8.02	0.036NS
ERROR A	5	34.51	6.90		
M O	3	229.98	76.66	9.55	0.000**
P de M x M O	3	42.25	14.08	1.75	0.176NS
ERROR B	30	240.69	8.02		
1994-1995	1	528.04	528.04	10.29	0.024NS
ERROR C	5	256.41	51.28		
PdeM x NdeA	1	48.15	48.15	6.88	0.046NS
ERROR D	5	34.97	6.99		
M O x N de A	3	250.76	83.58	11.63	0.000**
PdeM x M O x NdeA	3	42.22	14.07	1.96	0.140*
ERROR EXP.	30	215.44	7.18		
T O T A L	95	2238.63			

(A) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	0.5867	0.8650	-2.2292 NS
	Paja	0.2650	4.7483	-2.6572 *
	Estiércol	0.3633	2.7967	-3.5309 *
	Mezcla	0.3433	6.2450	-3.1076 *
CMSS	Paja	0.5050	6.0.17	-2.4041 NS
	Estiércol	0.4483	6.2100	-2.8189 *
	Mezcla	0.4300	13.2617	-3.0594 *

A 6. Análisis de varianza para longitud de vástagos en un área de 156.25 cm² para los tratamientos en Reforestación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	24.93	4.98	14.30	0.007*
P de M	1	0.27	0.27	0.79	0.583NS
ERROR A	5	1.74	0.34		
M O	3	24.66	8.22	4.78	0.008**
P de M x M O	3	0.17	0.05	0.03	0.991NS
ERROR B	30	51.52	1.71		
1994-1995	1	82.91	82.91	49.46	0.002**
ERROR C	5	8.38	1.67		
PdeM x NdeA	1	8.67	8.67	14.10	0.014NS
ERROR D	5	3.07	0.61		
M O x N de A	3	3.09	1.03	0.44	0.728NS
PdeM x MO x NdeA	3	10.17	3.39	1.45	0.246NS
ERROR EXP.	30	70.06	2.33		
T O T A L	95	289.71			

(R) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	10.5533	11.9333	-1.8924 NS
	Paja	11.0000	12.7000	-0.8980 NS
	Estiércol	11.1833	12.0017	-1.3996 NS
	Mezcla	12.1367	13.2483	-1.3817 NS
CMSS	Paja	10.7833	12.5000	-2.0199 NS
	Estiércol	9.5667	13.5167	-2.7491 *
	Mezcla	11.1333	13.9069	-5.0928 **

A 7. Análisis de varianza para longitud de vástagos en un área de 156.25 cm² para los tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	1842.07	368.41	8.14	0**
P de M	1	407.71	407.71	9.01	0.030NS
ERROR A	5	226.19	45.23		
M O	3	1680.37	560.12	15.52	0.000**
P de M x M O	3	198.03	66.01	1.83	0.162*
ERROR B	30	1082.16	36.07		
1994-1995	1	5822.55	5822.55	21.91	0.006**
ERROR C	5	1328.61	265.72		
PdeM x NdeA	1	416.00	416.00	9.32	0.028NS
ERROR D	5	223.01	44.60		
M O x N de A	3	1512.39	504.13	14.92	0.000**
PdeM x MO x NdeA	3	150.04	50.01	1.48	0.239NS
ERROR EXP.	30	1013.42	33.78		
T O T A L	95	15902.60			

(A) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	8.7667	11.8833	-1.7563 NS
	Paja	9.5333	21.9000	-4.5224 **
	Estiércol	9.8167	21.4667	-4.4238 **
	Mezcla	9.4000	32.0000	-6.7848 **
CMSS	Paja	9.4000	32.0000	-3.3446 *
	Estiércol	8.4667	29.8567	-3.4671 *
	Mezcla	9.9500	41.8000	-4.6674 **

A 8. Análisis de varianza para peso verde de hojas en un área de 156.25 cm² para los tratamientos en Reforestación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	0.53	0.10	4.38	0.066NS
P de M	1	0.43	0.43	17.84	0.009**
ERROR A	5	0.12	0.02		
M O	3	0.66	0.88	8.65	0.000**
P de M x M O	3	0.16	0.05	0.54	0.662NS
ERROR B	30	3.08	0.10		
1994-1995	1	7.01	7.01	59.24	0.001**
ERROR C	5	0.59	0.11		
PdeM x NdeA	1	0.14	0.14	31.92	0.003**
ERROR D	5	0.02	0.00		
M O x N de A	3	0.15	0.38	5.58	0.004**
PdeM x MO x NdeA	3	0.26	0.08	1.28	0.298NS
ERROR EXP.	30	2.07	0.06		
T O T A L	95	18.29	0.06		

(R) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	0.5650	0.9933	-2.3464 NS
	Paja	0.5100	0.8600	-2.5627 NS
	Estiércol	0.7050	0.8833	-1.2878 NS
	Mezcla	0.6283	1.5200	-5.0772 **
CMSS	Paja	0.6167	1.0200	-4.6151 **
	Estiércol	0.6550	1.3533	-4.0624 **
	Mezcla	0.7983	1.7450	-11.3328 **

A 9. Análisis de varianza para el peso verde de hojas en un área de 156.25 cm² para los tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	50.34	10.06	7.12	0.026NS
P de M	1	10.80	10.80	7.64	0.039NS
ERROR A	5	7.06	1.41		
M O	3	14.65	4.88	6.05	0.003**
P de M x M O	3	4.75	1.58	1.96	0.139NS
ERROR B	30	24.18	0.80		
1994-1995	1	82.86	82.86	19.27	0.008**
ERROR C	5	21.49	4.29		
PdeM x NdeA	1	6.67	6.67	4.69	0.081NS
ERROR D	5	7.09	1.41		
M O x N de A	3	19.22	6.40	9.08	0.000**
PdeM x MO x NdeA	3	3.36	1.12	1.59	0.211NS
ERROR EXP.	30	21.17	0.70		
T O T A L	95	273.71			

(A) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Statad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	1.0867	1.6183	-2.7681 *
	Paja	0.8400	2.5217	-3.8926 *
	Estiércol	1.0200	1.7433	-2.5879 *
	Mezcla	0.7783	3.1650	-4.2404 **
CMSS	Paja	0.9667	3.5067	-2.9344 *
	Estiércol	1.1450	3.9433	-3.3159 *
	Mezcla	1.1017	4.7733	-3.3659 *

A 10. Análisis de varianza para el peso seco de hojas en un área de 156.25 cm² para los tratamientos en Reforestación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	0.17	0.03	2.97	0.129NS
P de M	1	0.12	0.12	10.84	0.022NS
ERROR A	5	0.05	0.01		
M O	3	0.21	0.07	1.88	0.153NS
P de M x M O	3	0.07	0.02	0.65	0.590NS
ERROR B	30	1.14	0.03		
1994-1995	1	1.33	1.33	24.23	0.005**
ERROR C	5	0.27	0.05		
PdeM x NdeA	1	0.06	0.06	5.27	0.069NS
ERROR D	5	0.05	0.01		
M O x N de A	3	0.03	0.01	0.26	0.853NS
PdeM x MO x NdeA	3	0.04	0.01	0.33	0.800NS
ERROR EXP.	30	1.36	0.04		
T O T A L	95	4.98			

(A) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	1.0867	1.6183	-2.7681 *
	Paja	0.8400	2.5217	-3.8926 *
	Estiércol	1.0200	1.7433	-2.5879 *
	Mezcla	0.7783	3.1650	-4.2404 **
CMSS	Paja	0.9667	3.5067	-2.9344 *
	Estiércol	1.1450	3.9433	-3.3159 *
	Mezcla	1.1017	4.7733	-3.3659 *

A 11. Análisis de varianza del peso seco de hojas en un área de
156.25 cm² para los tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	15.88	3.17	8.88	0.017NS
P de M	1	3.23	3.23	9.05	0.030NS
ERROR A	5	1.78	0.35		
M O	3	6.97	2.32	5.64	0.004**
P de M x M O	3	3.95	1.31	3.19	0.037NS
ERROR B	30	12.35	0.41		
1994-1995	1	21.97	21.97	22.41	0.006**
ERROR C	5	4.90	0.98		
PdeM x NdeA	1	1.68	1.68	5.15	0.071NS
ERROR D	5	1.63	0.32		
M O x N de A	3	6.29	2.09	4.23	0.013*
PdeM x MO x NdeA	3	1.60	0.53	1.07	0.373NS
ERROR EXP.	30	14.87	0.49		
T O T A L	95	97.17			

(A) Comparación de medias para obtener los mejores
tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$)
con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	16.00	19.83	-1.9944 NS
	Paja	13.33	94.50	-3.9226 *
	Estiércol	16.83	55.66	-3.7965 *
	Mezcla	13.50	104.17	-6.7848 **
CMSS	Paja	24.33	91.00	-5.1377 **
	Estiércol	18.17	65.00	-5.0990 **
	Mezcla	18.17	139.00	-7.1389 **

A 12. Análisis de varianza para el área foliar en un área de 156.25 cm² para tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	1790.53	358.10	2.44	0.174NS
P de M	1	177.87	1777.87	12.14	0.018NS
ERROR A	5	731.96	146.39		
M O	3	1581.15	527.05	4.42	0.011*
P de M x M O	3	834.06	278.02	2.33	0.093NS
ERROR B	30	3573.90	119.13		
1994-1995	1	4303.93	4303.93	16.20	0.011**
ERROR C	5	1328.06	265.61		
PdeM x NdeA	1	991.59	991.59	12.44	0.017*
ERROR D	5	398.53	79.70		
M O x N de A	3	1099.40	366.46	4.14	0.014*
PdeM x M O x NdeA	3	586.06	195.35	2.20	0.107NS
ERROR EXP.	30	2653.21	88.44		
T O T A L	95	21650.31			

(A) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Stat. de Prueba t=
SMSS	Testigo	16.00	19.83	-1.9944 NS
	Paja	13.33	94.50	-3.9226 *
	Estiércol	16.83	55.66	-3.7965 *
	Mezcla	13.50	104.17	-6.7848 **
CMSS	Paja	24.33	91.00	-5.1377 **
	Estiércol	18.17	65.00	-5.0990 **
	Mezcla	18.17	139.00	-7.1389 **

A 13. Análisis de varianza para el área foliar en un área de 156.25 cm² para tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P<F
TRATAMIENTOS	5	60559.06	12111.81	16.80	0.005**
P de M	1	6934.12	6934.12	9.62	0.027NS
ERROR A	5	3603.62	720.72		
M O	3	60634.43	20211.47	15.33	0.000**
P de M x M O	3	3033.00	1011.00	0.76	0.524NS
ERROR B	30	39530.56	1317.68		
1994-1995	1	112530.18	112530.18	9.70	0.026NS
ERROR C	5	57946.62	11589.32		
PdeM x NdeA	1	5302.12	5302.12	6.29	0.053NS
ERROR D	5	4212.56	842.51		
M O x N de A	3	63118.12	21039.37	16.32	0.000**
PdeM x MO x NdeA	3	2077.62	692.54	0.53	0.664NS
ERROR EXP.	30	38655.87	1288.52		
T O T A L	95	458137.93			

(A) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	16.00	19.83	-1.9944 NS
	Paja	13.33	94.50	-3.9226 *
	Estiércol	16.83	55.66	-3.7965 *
	Mezcla	13.50	104.17	-6.7848 **
CMSS	Paja	24.33	91.00	-5.1377 **
	Estiércol	18.17	65.00	-5.0990 **
	Mezcla	18.17	139.00	-7.1389 **

A 14. Análisis de varianza para peso verde de herbáceas en un área de 156.25 cm² para los tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	F<P
TRATAMIENTOS	5	5634.50	1126.90	3.59	0.094NS
P de M	1	998.65	998.65	3.18	0.133NS
ERROR A	5	1567.11	313.42		
M O	3	4419.60	1473.20	4.65	0.009**
P de M x M O	3	960.41	320.13	1.01	0.403NS
ERROR B	30	9499.52	316.65		
1994-1995	1	4344.21	4344.21	3.86	0.105NS
ERROR C	5	5621.90	1124.38		
PdeM x NdeA	1	941.44	941.44	3.01	0.142NS
ERROR D	5	1562.02	312.40		
M O x N de A	3	4385.93	1461.97	4.73	0.008**
PdeM x MO x NdeA	3	924.12	308.04	0.99	0.591NS
ERROR EXP.	30	9261.37	308.71		
T O T A L	95	50120.82			

(A) Comparación de medias para obtener los mejores tratamientos y su nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) con grupos apareados.

FACTOR	A x B	Inic.1994	Fin. 1995	Estad. de Prueba t=
SMSS	Testigo	16.00	19.83	-1.9944 NS
	Paja	13.33	94.50	-3.9226 *
	Estiércol	16.83	55.66	-3.7965 *
	Mezcla	13.50	104.17	-6.7848 **
CMSS	Paja	24.33	91.00	-5.1377 **
	Estiércol	18.17	65.00	-5.0990 **
	Mezcla	18.17	139.00	-7.1389 **

A 15. Análisis de varianza para el material orgánico (g/lit) recolectado en un área de 1,444 cm² para tratamientos en Reforestación.

FV	GL	SC	CM	F	P<F
TRATAMIENTOS	5	0.1009	0.0202	1.1187	0.453 *
P de M	1	0.0760	0.0760	4.2153	0.094 **
ERROR A	5	0.0902	0.0180		
M O	3	0.3257	0.0554	3.6066	0.024 **
P de M x M O	3	0.1662	0.0301	1.8409	0.160 *
ERROR B	30	0.9031	0.0525		
INTERVALOS	5	0.2627	0.0358	1.4654	0.236 *
ERROR C	25	0.8964	0.0201		
PdeM x C	5	0.1005	0.0314	0.6410	0.673 NS
ERROR D	25	0.7838	0.0285		
M O x C	15	0.4274	0.0313	0.8532	0.618 *
PdeM x MO x C	15	0.4699	0.0334	0.9380	0.524 *
ERROR EXP.	150	5.0089			
T O T A L	287	9.6116			

Análisis de varianza para el material orgánico (g/lit) recolectado en un área de 1,444 cm² para tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P<F
TRATAMIENTOS	5	1.7532	0.3506	1.3432	0.376 *
P de M	1	2.3177	0.3177	8.8788	0.031 **
ERROR A	5	1.3052	0.2610		
M O	3	1.9128	0.6376	1.6850	0.190 **
P de M x M O	3	1.5593	0.5196	1.3735	0.269 *
ERROR B	30	11.3523	0.3784		
INTERVALOS	5	1.6736	0.3347	1.2861	0.301 *
ERROR C	25	6.5066	0.2603		
PdeM x C	5	1.2327	0.2465	0.9341	0.523 *
ERROR D	25	6.5984	0.2639		
M O x C	15	4.3325	0.2888	1.3479	0.181 *
PdeM x MO x C	15	5.1723	0.3440	1.6092	0.077 **
ERROR EXP.	150	32.1420	0.2143		
T O T A L	287	77.8588			

A 19. Análisis de varianza para el material mineral (g/lit) recolectado en un área de 1,444 cm² para tratamientos en Reforestación.

FV	GL	SC	CM	F	P<F
TRATAMIENTOS	5	2.2191	0.4438	7.0328	0.027 **
P de M	1	0.0066	0.0066	0.1045	0.756 NS
ERROR A	5	0.3155	0.0631		
M O	3	2.5083	0.8361	4.8048	0.008 **
P de M x M O	3	0.6402	0.0213	1.2263	0.317 *
ERROR B	30	5.2203	0.1740		
INTERVALOS	5	1.3091	0.2618	20.1735	0.000 *
ERROR C	25	0.3244	0.0130		
PdeM x C	5	0.0259	0.0052	0.2398	0.940 NS
ERROR D	25	0.5407	0.0216		
M O x C	15	0.5921	0.0395	1.8384	0.034 *
PdeM x M O x C	15	0.3445	0.0229	1.0698	0.389 *
ERROR EXP.	150	3.2207	0.0215		
T O T A L	287	17.2675			

Análisis de varianza para el material mineral (g/lit) recolectado en un área de 1,444 cm² para tratamientos en Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P<F
TRATAMIENTOS	5	48.4110	9.6822	16.4769	0.005 **
P de M	1	1.6742	1.6742	2.8492	0.151 **
ERROR A	5	2.9381	0.5876		
M O	3	961.5969	320.5323	39.0729	0.000 **
P de M x M O	3	2.3615	0.7872	0.0960	0.961 NS
ERROR B	30	246.1030	8.2034		
INTERVALOS	5	10.2676	2.0535	0.4605	0.803 NS
ERROR C	25	111.4866	4.4595		
PdeM x C	5	0.3047	0.0609	1.6102	0.193 **
ERROR D	25	0.9463	0.0378		
M O x C	15	30.1933	2.0123	0.9047	0.561 *
PdeM x M O x C	15	0.4075	0.0272	0.0122	1.000 NS
ERROR EXP.	150	333.7513	2.2550		
T O T A L	287	1750.4421			

A 17. Análisis de varianza para la infiltrabilidad en el área de Reforestación.

FV	GL	SC	CM	F	P<F
Tratamientos	6	84.21924	14.036540	0.1718	0.64 NS
Error	35	690.22949	19.720842		
Total	41	774.44873			

NS No Significativo

Análisis de varianza para la infiltrabilidad en el área de Angostura.

FV	GL	SC	CM	F	P<F
Tratamientos	6	227.43115	37.90519	2.4955	0.04 *
Error	35	531.62891	15.18939		
Total	41	759.06006			

*Significativo

COMPARACIÓN DE MEDIAS EN ORDEN DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIA
Mezcla CMSS	15.8263 A
Paja CMSS	14.8317 AB
Estiércol CMSS	13.1933 ABC
Mezcla SMSS	11.9650 ABC
Paja SMSS	11.0483 BC