

Juan Gasto

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

MONOGRAFIA TECNICO-CIENTIFICA

VOLUMEN 3

NUMERO 2

**TRANSFORMACION DE ECOSISTEMAS
ARIDOS DE PASTIZAL
ESTRATEGIAS DE ESTABLECIMIENTO**

HECTOR GARZA C.

JORGE GALO MEDINA T

JUAN GASTO C.

ROBERTO ARMIJO T.



ABRIL 1977

SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

MONOGRAFIA TECNICO-CIENTIFICA

VOLUMEN 3 NUMERO 2

TRANSFORMACION DE ECOSISTEMAS ARIDOS DE PASTIZAL
ESTRATEGIAS DE ESTABLECIMIENTO

HECTOR GARZA C.
JORGE GALO MEDINA T.
JUAN GASTO C.
ROBERTO ARMIJO T.

SALTILLO, COAHUILA, MEXICO
ABRIL DE 1977

INDICE

	Página
INTRODUCCION	63
ANTECEDENTES	68
MATERIALES Y METODOS	88
Descripción del área de estudio	88
Desarrollo del trabajo	91
Evaluación de diferentes dimensiones de poceo	91
Evaluación del efecto del microrelieve	93
Evaluación de la capacidad de establecimiento de diversas gramíneas forrajeras	96
Comparación de diferentes amplitudes de cama de siem bra	97
RESULTADOS Y DISCUSION	102
Evaluación de diferentes dimensiones de poceo	102
Evaluación del efecto del microrelieve en el estable- cimiento de pastizales	130
Evaluación de la capacidad de establecimiento de di- ferentes gramíneas forrajeras	143
Comparación de diferentes amplitudes de camas de siem bra (microcuencas)	151
DISCUSION GENERAL	161
CONCLUSIONES	171
RESUMEN	173
SUMMARY	175
BIBLIOGRAFIA	176

TRANSFORMACION DE ECOSISTEMAS ARIDOS DE PASTIZAL ESTRATEGIAS DE ESTABLECIMIENTO^o

HECTOR GARZA C.*
JORGE GALO MEDINA T.**
JUAN GASTO C.***
ROBERTO ARMIJO T.****

I N T R O D U C C I O N

Las prácticas tradicionales de aprovechamiento de los pastizales en el norte del país se han caracterizado por la sobreutilización y mal manejo, situación que ha originado que una enorme proporción de los mismos se encuentren degradados, casi improductivos, sujetos a la erosión hídrica acelerada e invadidos por especies poco deseables.

Estudios realizados a principios de la década de 1960, indican que de la superficie total dedicada al pastoreo en las zonas áridas y semiáridas, el 73% presenta erosión leve o avanzada; el 20% condición buena, y únicamente el 5% en

^o Proyecto de Investigación del Campo Experimental de Ocampo, Coah., de la UAA"AN".

* Ingeniero Agrónomo, M.C. Profesor de Cultivos Forrajeros, Investigador en Pastizales. Departamento de Recursos Naturales Renovables. División de Ciencia Animal. UAA"AN".

** Ingeniero Agrónomo, M.S. Profesor de Plantas de Pastizales y Principios de Manejo de Pastizales. Departamento de Recursos Naturales Renovables. División de Ciencia Animal. UAA"AN".

*** Ingeniero Agrónomo, M.S., PhD. Profesor de Ecología y de Manejo de Pastizales. Departamento de Recursos Naturales Renovables. División de Ciencia Animal. UAA"AN".

**** Físico Matemático, M.S. Profesor de Física y Matemáticas. Departamento de Ciencias Básicas. División de Ingeniería. UAA"AN".

condición excelente. Sin embargo, varios millones de unidades animal de ganado doméstico y animales silvestres se mantienen de esta vegetación (González, 1972; CFAN-CID, 1965).

Más recientemente, la Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes Agostadero, señala que existen 5.5 millones de hectáreas de pastizal con capacidad sustentadora media de 17 ha. por unidad animal/año (UAA) en las cuales se requiere para su mejoramiento de siembra parcial de gramíneas; 32 millones de hectáreas que presentan una capacidad sustentadora de 53 ha/UAA y necesitan de siembra total; existiendo únicamente 9.4 millones de hectáreas, con capacidad sustentadora de 14 ha/UAA, donde la recuperación natural del pastizal puede realizarse por medio de diferentes prácticas de manejo, sin requerir de la siembra artificial (Martínez y Maldonado, 1973).

La explicación del panorama actual de estos pastizales, se remonta a la introducción de ganado bovino y equino por parte de los españoles en el siglo XVI. De acuerdo con Brand (1961), la historia de la industria ganadera en los pastizales en el centro y norte de México puede ser dividida en 9 períodos incluyéndose el actual. La región que actualmente comprende los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas, correspondía en la época colonial, a Nueva Viscaya, y constituyó la mejor región para la producción ganadera al norte del Trópico de Cáncer.

Aproximadamente en 1521 los exploradores españoles Hernán Cortez y Gregorio Villalobos condujeron a México la primera remesa de ganado desde Cuba, que se estableció en los Valles de Toluca, la cual se dispersó hacia Querétaro, lo que es ahora el Sur de Querétaro, Norte de Michoacán y Sur de Guanajuato. De las anteriores regiones se movilizaron hacia Sinaloa, Guadalajara, Zacatecas y San Luis Potosí. Para mediados de siglo, los ricos yacimientos minerales, además de la población nativa y de los pastizales vírgenes, atraieron a mineros, misioneros y rancheros hacia la región situada al Norte de Za-

catecas, con lo cual se inició el período de colonización del Norte de México.

Las excelentes tierras de pastizal en esta región atrajeron no solamente a ganaderos, sino que también estimularon una floreciente ganadería extensiva. Fué en esta época cuando se suscitó un extraordinario aumento en tamaño de los hatos de ganado, encontrándose casos en que había rancheiros dueños de hatos de 150,000 vacunos y se consideraba como número pequeño a los hatos de 20,000 cabezas de vacunos.

Durante este período las explotaciones ganaderas contribuyeron en gran medida al inicio del desbalance ecológico de estas tierras, que hasta entonces no habían sido utilizados por ganado doméstico. El ganado pastoreaba continuamente a través del año, y el único control a que estuvieron sujetos los hatos de ganado fueron las frecuentes bajas y robos ocasionados por los pobladores indígenas de la región.

Para la región comprendida en los estados de Zacatecas, Durango y Coahuila se desarrolló un gran núcleo de marquezados y hacendados entre los años de 1682 y 1786, en los cuales la principal riqueza de esas propiedades era ganado doméstico, principalmente vacunos y equinos.

En el período comprendido entre 1832 y 1884 se intensificaron los ataques de los indios, apaches y comanches, lo que tuvo como consecuencia el abandono de un gran número de ranchos y haciendas. Sin embargo, la presencia de grandes hatos de ganado no fué eliminada. La explicación de este hecho se fundamenta en que muchos de estos animales vivían libremente y sin dueño aparente, así como al hecho de que los indios tenían mayor preferencia por la carne de equino que de ganado bovino.

En el período de 1880 a 1910 se caracteriza por una estabilidad política, eliminación del peligro de los indios, desarrollo de las vías de comunicación, aportación de capital estadounidense y británico, e introducciones técnicas de equipo para las actividades ganaderas. De 1913 a 1919 se inicia

el período de la revolución que ocasionó cierta desorganización de la explotación ganadera en el Norte de México.

Aunado a esto algunos años de sequía redujeron el potencial de los pastizales y la cantidad de ganado. Ello, asimismo ocasionó la casi desaparición de los ganaderos, situación que predispuso el escenario para el inicio del período moderno actual. Los pastizales se empezaron a utilizar con ganado mejorado y pura sangre, principalmente de la raza Hereford; se realizaron perforaciones para la búsqueda de agua subterránea y se instalaron papalotes y abrevaderos por parte de los ganaderos más progresistas (Brand, 1961).

Después de concluida la revolución mexicana, se reformó la tenencia de la tierra, pro medio de la cual se constituyeron leyes reglamentarias para la repartición de los grandes latifundios existentes; dicha repartición tuvo que ser acelerada a fin de resolver urgentemente el problema de miles de campesinos que directamente trabajaban la tierra, o convertirlos en agraristas libres dueños de la tierra y capacitados para tener y aprovechar la mayor productividad (González, 1966; Leyes y Códigos Agrarios de México, 1973). Dicha reforma de la tenencia de la tierra fué de carácter social, relegándose a un segundo término el aspecto técnico de la misma; es decir, la planificación de una explotación tecnificada del ejido y pequeña propiedad, fué pospuesta hasta concluirse la primera etapa de reforma agraria: la repartición de las tierras. Esto provocó la apertura de tierras no aptas para el cultivo, en las cuales a menudo, se ha venido realizando una agricultura de subsistencia (Aguirre, 1973; Contreras, 1955). El uso desmedido de los pastizales, ocasionó la disminución de su potencial forrajero, y la invasión de especies herbáceas y arbustivas poco deseables y, por último la desaparición de la cubierta vegetal, con los consecuentes daños de erosión hídrica y eólica (Hernández, 1970).

Ante el presente panorama, el principal incentivo para el mejoramiento de pastizales degradados, lo constitu-

ye el conocimiento del potencial productivo que presentan una gran diversidad de predios, producto de su manejo ecológico más congruente con las limitaciones físicas y capacidad sustentadora de los mismos. Sin embargo, en la recuperación de pastizales deteriorados, la resiembra de especies forrajeras puede constituir un aspecto de considerable importancia cuando la regeneración natural es muy lenta y económicamente prohibitiva.

Para ello se requiere resolver de una manera científica los problemas prácticos, inherentes a los sistemas y metodologías más adecuadas para el establecimiento de especies forrajeras; determinación de especies más adecuadas y preparación de la cama de siembra más apropiada para optimizar la escasa precipitación pluvial que es característica de una gran diversidad de comunidades del norte del país.

El objetivo principal del presente estudio es determinar las técnicas más adecuadas para el establecimiento de pastizales de secano. Para ello se persiguen los siguientes objetivos específicos:

- Evaluación de diferentes dimensiones de poceo

- Evaluación del efecto del microrelieve

- Evaluación de la capacidad de establecimiento de diferentes gramíneas forrajeras

- Comparación de diferentes amplitudes de cama de siembra (microcuencas)

ANTECEDENTES

Se entiende por establecimiento la adaptación de un organismo, bajo ciertas condiciones impuestas por el habitat, a sobrevivir en un rango determinado, lograr su desarrollo y cumplir su función en la naturaleza (Legarda, 1974).

El proceso de establecimiento de organismos bajo un determinado habitat puede originarse a consecuencia de diversos procesos encadenados entre sí, cuya secuencia puede considerarse cíclica (Figura 1).

Resiembra artificial de pastizales en su concepción más amplia constituye el proceso de establecer una comunidad de plantas por medio de la diseminación de semillas en una cama de siembra preparada para tal propósito. El objetivo principal de la resiembra artificial es proveer una cubierta vegetal de especies forrajeras, en pastizales que originalmente presentan cantidades insuficientes de especies forrajeras deseables, y que sean de difícil recuperación por medio de prácticas de manejo dentro de un plazo razonable (Arizona Interagency and Range Technical Sub-Committee, 1973). Algunos de los propósitos de la resiembra es prevenir las pérdidas excesivas de suelo y agua e incrementar la producción forrajera en los pastizales (Range Term Glossary Committee, 1974).

Las prácticas más importantes que se utilizan en la preparación de la cama de siembra son (Vallentine, 1971; Huss y Aguirre, 1974; Herbel et al, 1973; Gay, 1965).

Topadora. Elimina la competencia de arbustos y árboles indeseables, preparando una cama de siembra con ondulaciones superficiales del terreno para retención de agua.

Cable o cadeneo. Reduce la competencia de arbustos y árboles poco deseables alterando el suelo y proporcionando una cama de siembra para especies forrajeras deseables.

Tratamiento químico. Controla la competencia de ve-

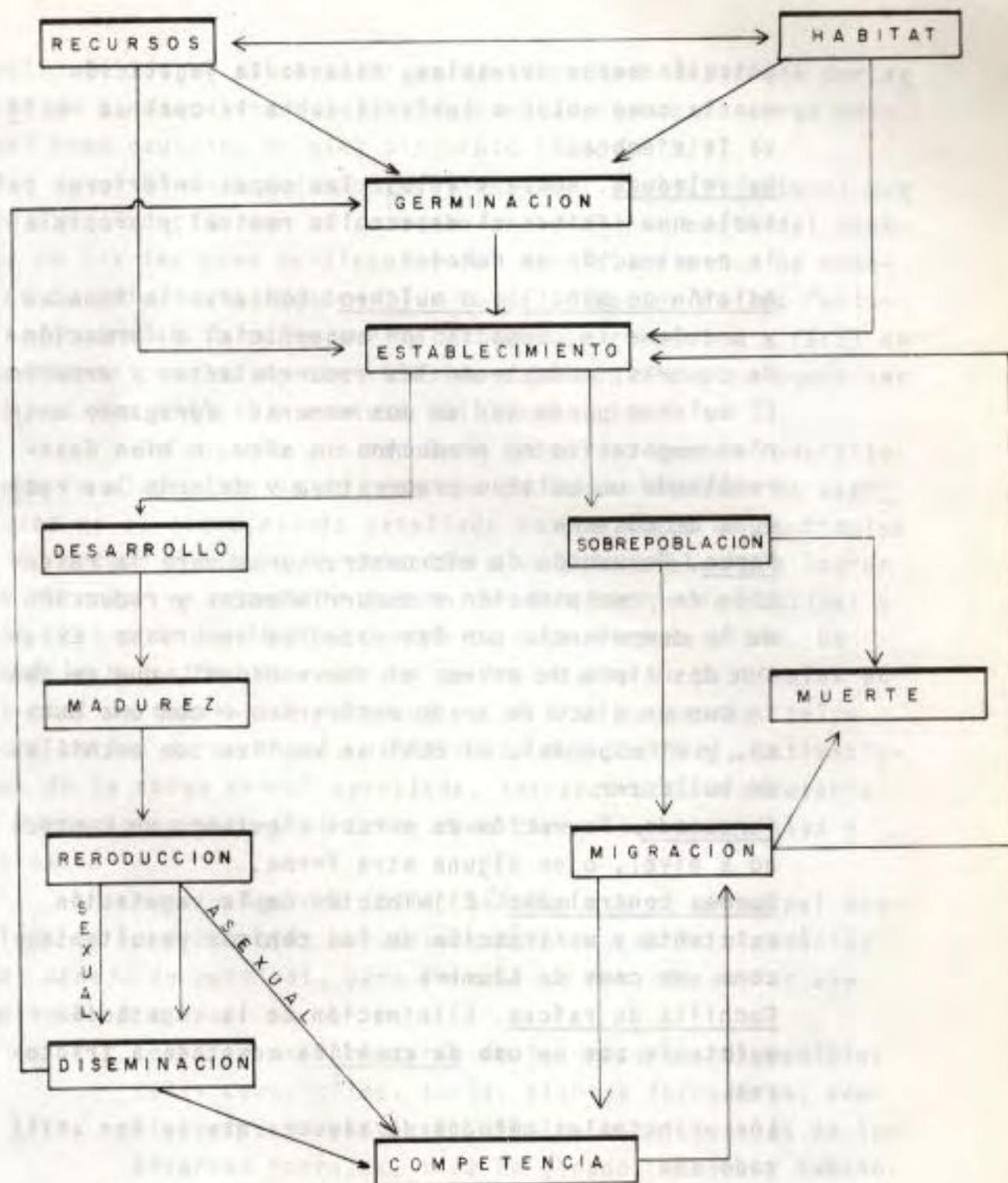


Figura 1. Ciclo del establecimiento de un organismo (Legarda, 1974).

vegetación menos deseables, dejando la vegetación muerta como mulch o cubierta sobre la cual se realiza la siembra.

Subsoladura. Rompe y afloja las capas inferiores del suelo que inhiben al desarrollo radical y propicia la penetración de humedad.

Adición de mantillo o mulcheo. Conserva la humedad y previene la compactación superficial o formación de costras, reduciendo los escurrimientos y erosión. El mulcheo puede ser de dos maneras: agregando material vegetativo no producido in situ, o bien desarrollando un cultivo preparativo y dejando los residuos de cosecha.

Poceo. Formación de microestructuras para la retención de precipitación o escurrimientos y reducción de la competencia con las especies sembradas. Existen dos tipos de poceo: el convencional, que se hace con un disco de arado excéntrico o con una muesca, y el especial, el cual se realiza con cuchillas de bulldozer.

Surqueado. Formación de surcos siguiendo un contorno a nivel, o en alguna otra forma.

Quemas controladas. Eliminación de la vegetación existente y utilización de las cenizas resultantes como una cama de siembra.

Cuchilla de raíces. Eliminación de la vegetación existente con un uso de cuchilla adaptada a tractores.

Los principales métodos de siembra que se han utilizado son:

Voleo. Diseminación de la semilla en la superficie del suelo y a paso de una rastra para cubrirla.

Hilera. Siembra en surcos y colocación de la semilla bajo la superficie del suelo.

El fenómeno de retrogradación inducida de los pastí

zales debido al sobrepastoreo, es un proceso que puede ser de tenido o desacelerado, eliminando o reduciendo la carga animal como causante de este disturbio (Heady, 1975).

El mejoramiento sucesional del pastizal natural pue de ser inducido con un pastoreo racional por medio del manejo de los factores pertinentes del ecosistema a fin de mejorar su eficiencia (Cuadro 1). La modificación de los factores controlables puede ser relativamente económico y fácil en contraste con los no controlables cuya modificación puede ser en extremo difícil y costosa (Williams, 1966).

De acuerdo con Van Dyne (1969) el primer requisito para la planeación de un programa de rehabilitación de pasti zales es el conocimiento detallado de los tipos de pastizales y su estado presente en relación a su potencial. Para lograr lo anterior es necesario determinar los sitios de pastizal y las clases de condición, dentro de cada tipo de sitio. De aquí la necesidad de realizar un inventario de pastizales en el cual se tabule los recursos de un área de manejo, tales como sitios de pastizal, utilización del pastizal, estimaciones de la carga animal apropiada, infraestructura necesaria y condiciones naturales tales como cárcavas, manantiales y otros.

Huss y Aguirre (1974) señalan que el principal problema en la producción pecuaria extensiva, es la planeación del manejo de pastizal, para lo cual se consideran las siguientes 3 etapas:

Levantar un inventario de los recursos disponibles tales como: clima, suelo, plantas forrajeras, coeficientes de pastizal, niveles nutricionales de los diversos forrajes, tipo de ganado, número y tamaño de los potreros, número y localización de aguajes y otros.

Hacer un análisis de los recursos de los problemas de producción que se presenten, así como de sus posibles soluciones.

Cuadro 1. Factores controlables y no controlables de los ecosistemas de pastizal (Williams, 1966).

F A C T O R	M A N I P U L A C I O N
<u>Factores no controlables</u>	
Clima	Modificación del tiempo (en su acepción climática). Desparramamiento de agua, nivelación, terrazas, fertilización, carga de mantos acuáticos, drenaje. Eliminación, introducción y mejoramiento de especies.
Materiales geológicos	
Organismos disponibles	
<u>Factores controlables</u>	
Consumidores	Manejo del pastoreo, manejo de la vida silvestre. Control de insectos y roedores. Manejo del pastoreo, manejo del ganado. Control de plantas, manejo de heno, control de enfermedades de plantas, resiembras. Tratamiento mecánico, fertilización nitrogenada.
Biota nativa	
Ganado	
Vegetación	
Suelo	Antibióticos estimuladores del desarrollo. Sombreado, mulcheo, rompevientos.
Desintegradores y transformadores	
Microclima	

Efectuar un plan de manejo de pastizal. Este último punto, así como los anteriores carecen de valor si no se ejecutan los planes y proyectos; pues bien, a menudo después de los estudios detallados, no se llevan a cabo planes, lo cual es decisivo para aprovechar eficientemente los potreros.

Se entiende por sitio de pastizal una clase distinta de ecosistema que, en la ausencia de disturbios anormales y deterioro físico del mismo, tiene el potencial de sostener una comunidad de plantas nativas caracterizada por una asociación de especies diferentes de otros lugares (Soil Conservation Service, 1967; Renner y Allred, 1962; COTECOCA, 1967).

La condición de pastizal corresponde a la proporción entre la productividad real de un pastizal en relación a su productividad potencial (Range Term Glossary Committee, 1974; Renner y Allred, 1962).

Algunos de los factores principales que deben considerarse para seleccionar las plantas forrajeras en una siembra artificial de pastizales son (Vallentine, 1971):

- Tolerancia a la sequía
- Resistencia a heladas
- Tolerancia a la salinidad
- Adaptación a la textura del suelo
- Tolerancia a mantos freáticos
- Facilidad de establecimiento,
- agresividad y longevidad

Otros factores que a menudo son considerados en la evaluación de la adaptación de las especies son: tolerancia al calor, tolerancia a la sombra y respuesta a la fertilidad del suelo.

La cantidad de la precipitación y plantas indicadoras de sitios favorables para la siembra se puede considerar como la guía más importante para determinar que especies puedan ser sembradas con éxito en un sitio particular de las zonas áridas.

Vallentine (1971) ha considerado que las causas principales de los fracasos en las siembras artificiales se pueden agrupar en tres categorías:

Germinación de las semillas

Calidad pobre de la semilla
Semillas inmaduras o en latencia
Temperatura desfavorable
Humedad insuficiente del suelo
Oxígeno insuficiente en el suelo
Alta salinidad
Insuficiente o excesiva cubierta en el suelo
Permeabilidad de la cubierta seminal
Predación por pájaros, roedores y otros

Emergencia de plántulas

Siembra muy profunda
Endurecimiento de la capa superficial
Daños de roedores o insectos
Pobre calidad de la semilla
Alta salinidad

Establecimiento de las plántulas

Sequía
Competencia con malas hierbas
Competencia de otros cultivos
Baja fertilidad del suelo
Daños de insectos, enfermedades y roedores
Pobre drenaje del suelo
Daños de heladas
Altas temperaturas
Pastoreo prematuro
Erosión hídrica y eólica.

El objetivo principal de los diversos métodos de manejo del suelo y resiembra es que la semilla tenga un ambiente favorable para la germinación y el establecimiento de las plántulas. Puesto que la preparación de sistemas de conservación del agua es importante en regiones áridas, los surcos y

los pequeños pozos son muy efectivos para retener la humedad del suelo (Anderson y Swason, 1948). Las resiembras en zonas desérticas han tenido poco éxito, primeramente porque el microambiente es extremadamente inadecuado para las plantas pequeñas de zacate (Herbel, 1972).

En condiciones desfavorables solamente algunas plantas con alto grado de vigor logran sobrevivir. Con la excepción de los cereales, los miembros de la familia Gramineae no tienen semillas grandes con ventaja de sobrevivir a expensas de las reservas (McKell, 1972).

Army y Hudspeth (1960), al analizar el microambiente apropiado para el establecimiento de pastos, señalan que en condiciones de secano la mayoría de los pastos no pueden ser resiembrados a una profundidad menor de 2 cms; lo anterior es debido a que bajo un ambiente desfavorable en la superficie del suelo el establecimiento de las plántulas es sumamente difícil. Hudspeth y Taylor (1961), reportan para el Sur de la región central de los Estados Unidos, que la emergencia de plántulas de zacate bajo condiciones de campo con suficiente humedad superficial, es excelente cuando se siembra en depresiones poco profundas que no pueden mantener la superficie del suelo desnudo excepto bajo condiciones favorables de tiempo. En estas áreas cuyo promedio de precipitación anual es de 360-580 mm, las modificaciones del medio ambiente particularmente de humedad y temperatura, son indispensables para asegurar ampliamente el establecimiento de zacates. Las cubiertas protectoras artificiales y naturales y los diversos procesos de transformación de la textura del suelo ofrecen buenas posibilidades de incrementar el establecimiento de plántulas bajo condiciones ambientales adversas.

El establecimiento de zacates cubiertos con residuos de plantas (mulcheo) mejora la humedad del suelo y protege al suelo superficial del viento y la erosión del agua (Duley, 1952). Entre los métodos más económicos para obtener una cubierta protectora se utiliza rastrojo, hojarasca y otros mate

riales, dejándolos en la superficie del suelo durante la preparación de la cama de siembra.

Observaciones realizadas en Nuevo México, indican que la temperatura del suelo a campo abierto y a una profundidad de un centímetro varía de 40-57°C durante el día. Bajo la sombra producida por ramas de arbustos muertos, la temperatura promedio es de 34°C, con fluctuaciones de 26-40°C; se ha estimado que el número de días en que la humedad del suelo es superior al punto de marchitamiento; a un centímetro de profundidad, fué solo de 9 en áreas descubiertas y de 29 días en áreas cubiertas con arbustos. A una profundidad de 5 centímetros, los días con humedad arriba el punto de marchitamiento fueron 32 en áreas abiertas y 40 en áreas cerradas. A una profundidad de 10 centímetros fueron 36 días en áreas al descubierto y 64 en áreas debajo de los arbustos muertos (Dwyer, 1969). Estos datos muestran la necesidad de que las nuevas plantas de zacate emerjan bajo una cubierta de arbustos muertos.

Herbel et al (1973) han venido realizando estudios para perfeccionar una máquina que elimine a los arbustos por medio de un arado que destruya la raíz; simultáneo a esto pase una sembradora de zacate arrastrada por dicho arado desenraizador e inmediatamente después los arbustos extraídos por el arado, son levantados y transportados sobre la sembradora, los cuales son finalmente depositados sobre el área sembrada. Los arbustos muertos proveen un mejor microambiente para las nuevas plántulas, de tal manera que les permita sobrevivir debajo de los arbustos.

Las plántulas de pastos crecen durante períodos favorables de temperatura ó humedad del suelo. El tiempo disponible para el establecimiento varía con el medio ambiente (McKell, 1972).

Las condiciones que se requieren para el proceso de establecimiento de plántulas son tres: vigor de las plántulas (adaptación), reducción de la competencia y condiciones

ambientales favorables. Las tres condiciones antes mencionadas no se requiere que estén juntas porque dependen de lo severo del medio ambiente y de las posibilidades de modificarlo (McKell, 1972).

Considerando estos factores constantes las diversas especies de pastos muestran diferencias marcadas en su capacidad de establecimiento, lo cual es atribuido a la respuesta de la planta a las condiciones del medio ambiente, tales como la permeabilidad del suelo a la raíz de la plántula, contenido de humedad del suelo, temperaturas bajas ó altas y horas luz. Las especies que muestran una germinación rápida, presentan una raíz y crecimiento consistente, un hábito de crecimiento robusto y son resistentes a los "stress". Estas son las características más importantes de las plántulas con vigor (McKell, 1972).

El crecimiento de las plantas pasa por varios estados; se inicia con la germinación a partir de la activación del embrión y reservas de la semilla; continúa por el estado de plántula y período de rápido crecimiento vegetativo y termina finalmente en la madurez de la planta establecida. Con la emergencia de la radícula y el inicio del establecimiento de la plántula no se considera como una planta totalmente establecida sino hasta que ha desarrollado un sistema radicular adecuado y la parte aérea puede sostenerse y realizar la fotosíntesis (Willimas, 1964).

Whalley et al (1966), señalan que el estado de plántula se divide en tres fases: heterotrófica en la cual se alimenta totalmente de las reservas de la semilla; estado transicional durante el cual la plántula obtiene complejos orgánicos mezclados entre la fotosíntesis y el remanente del endospermo; y autotrófica la cual ocurre después de que la plántula ha agotado las reservas seminales y es completamente dependiente de las fotosíntesis.

Bajo condiciones naturales y cultivadas una gran reducción en el número de plántulas es lo más probable que ocurra. Una densidad alta de semillas es siempre recomendable para áreas de praderas y jardines como seguridad contra enfer

medades, medio ambiente desfavorable y pobre manejo (McKell, 1972). Heady (1956) encontró que el número de plantas al inicio de la estación de crecimiento variaba de 20 a 100 por pulgada cuadrada, pero al final de la estación de crecimiento el número de plantas por pulgada cuadrada fluctuaba de 1 a 10.

Anderson et al (1953), determinaron los métodos más confiables para resembrar pastizales con potencial adecuado, concluyendo que para comunidades de arbustos-gramíneas los mejores suelos son aquellos bien nivelados, profundos, de textura media y fértiles.

Herbel et al (1973), reportan resiembras exitosas para pastizales áridos de Nuevo México que reciben menos de 225 milímetros de precipitación anual. Martin (1975) señala que para el Estado de Arizona, sitios con menos de 275 mm. no son recomendados para la resiembra. Sin embargo, esta generalización, presenta sus inconvenientes cuando se habla de las especies gramíneas más adecuadas. Para estos sitios de bajada baja, bolsón o suelos donde se acumulan la humedad, las mejores especies han sido panizo azul (Panicum antidotale), zacate johnson (Sorghum halepense), zacate africano (Eragrostis lehmanniana), y zacate boer (Eragrostis chloromelas)

Branson, Miller y McQueen (1966), probaron el efecto de diversos tratamientos mecánicos del suelo, en un sinnúmero de localidades del Oeste de los Estados Unidos; las respuestas más consistentes las obtuvieron en los suelos de textura mediana a fina; concluyeron que los tratamientos de surcos en contorno a intervalos de .9 y 1.5 mts. y profundidades de 20 a 25 cms. con bordos de 45 cms. de altura, resultaron los más eficientes para el establecimiento de las plantas.

Para pastizales con precipitación anual superior a 300 mm se ha encontrado que las posibilidades de éxito en la resiembra de secano pueden ser aumentadas por medio de ciertas modificaciones o tratamientos del suelo que incrementen la infiltración ó acumulación del agua superficial (Martin, 1975).

Slayback y Cable (1970) y Slayback y Renney (1972), después de un sinnúmero de ensayos encontraron que utilizando sitios de poceo de aproximadamente medio metro cuadrado se incrementaba notablemente el establecimiento de especies sembradas; las especies probadas bajo este sistema que han resultado mejores han sido zacate africano (E. lehmanniana) y zacate buffel (C. ciliaris).

Analizando los intentos realizados a la fecha para mejorar pastizales áridos a través de la resiembra, Martín (1975), señala que esta operación únicamente debe ser limitada a sitios donde:

Las posibilidades de éxito sean las mayores;

El stand remanente de los zacates perennes esté tan degradado que su recuperación sea extremadamente lenta;

La vegetación existente competidora no sea excesiva; Y el pastoreo pueda ser controlado.

Una vez cumplidos los anteriores requisitos, el uso de especies adaptadas, y de métodos aprobados de preparación de la cama de siembra, son factores que determinan finalmente la resultante de la resiembra.

Muñoz y Castro (1974), en un trabajo de microcuencas, mencionan que si la mayor parte de los factores son constantes y el factor humedad no es limitante para el desarrollo de las plantas, existirá mayor forraje producido cuando el número de bandas de siembra por hectárea es mayor.

Rodríguez, Nava y Gastó (1976), compararon 5 tratamientos de los cuales incluyeron el pastizal natural, microcuencas de retención de humedad y resiembra de pastizales con diferentes sistemas, durante 3 años; concluyen que bajo condiciones excelentes y pobres de humedad, el tratamiento testigo de pastizal natural resultó el de menor costo por kilogramo de materia seca producida por superficie.

Aguirre, Gastó y Nava (1976), comparando estructuras por captación de escurrimiento, determinaron que las cur-

vas a nivel son superiores a los "picos" en cuanto a producción de forraje y eficiencia de conversión de agua a materia seca, tanto en años con alta precipitación, como en años secos.

Stewart y Keller (1948) señalan que las posibilidades de éxito en la resiembra de pastizales, se pueden incrementar si se atiende a los siguientes principios:

Resembrar sitios determinados pero con el suelo intacto, y que no puedan ser mejorados dentro de un tiempo razonable a través de un mejor manejo.

Resembrar los mejores sitios donde el suelo, la humedad, topografía y factores relacionados son favorables.

Eliminar la vegetación competitiva y estimular la germinación y establecimientos a través de métodos adecuados y maquinaria eficiente.

Sembrar semilla de calidad de especies adaptadas o mezcladas a las diferentes resiembras.

Propiciar distribución y cubiertas uniformes de las semillas a través de métodos eficientes tales como surcos.

Sembrar a la profundidad apropiada.

Sembrar de tal manera que las plántulas tengan humedad y temperatura favorables por uno o dos meses de épocas de cultivo.

Pastorear el sitio resembrado hasta que las plantas estén bien establecidas.

Obregón (1974) afirma que la agricultura de escurrimiento podría ser el camino más próximo a seguir para producción y rehabilitación de zonas áridas y semiáridas de nuestro país.

Wight y Siddoway (1972), señalan que al modificar la superficie del suelo, existe un incremento en la retención de escurrimientos, en unos sitios con capacidad de infiltración buena estos aumentan cerca del 20% y en sitios con capacidad

baja con las modificaciones de la superficie, su capacidad aumenta en un 100%.

Los escurrimientos son considerados en lo general, como la mejor y más eficiente fuente de humedad para el establecimiento de especies forrajeras, forestales o agrícolas en zonas áridas. De este principio han cobrado auge los estudios en microcuencas, en los cuales se evalúan diferentes relaciones entre el área cuenca y el área de siembra o plantación (Martínez y Cepeda, 1970; Carranza, 1973; CNIZA, 1972, 1973, 1974; Aguirre, Gastó y Nava, 1976; Rodríguez, Nava y Gastó, 1976; Gutiérrez, 1975; Rodríguez, 1975).

El escurrimiento superficial está en función de intensidad de la precipitación, tipo de vegetación, área de drenaje en la cuenca, distribución de la precipitación, profundidad del nivel del manto freático y pendiente del terreno (Satterlund, 1972; Coleman, 1953; Branson et al, 1972).

La parte del escurrimiento en el ciclo hidrológico incluye la distribución del agua y el camino seguido por el agua después de precipitarse en la tierra hasta que alcanza los canales de corrientes ó regresa directamente a la atmósfera a través de la evotranspiración (Obregón, 1974).

El escurrimiento se puede dividir en tres componentes principales:

Escurrecimiento superficial:

Parte del escurrimiento fluye sobre la superficie del suelo hasta que alcanza un canal o corriente definida.

Interflujo:

Parte de la precipitación que se infiltra dentro del suelo y que continúa fluyendo lateralmente bajo profundidades debido a la presencia de un horizonte relativamente impermeable bajo la superficie del suelo hasta que alcanza un canal o corriente.

Corriente subterránea:

Agua de escurrimiento almacenada, producto de la precipitación que se precola a través del suelo hasta el nivel de agua subterránea y que eventualmente descarga hacia un

canal ó arroyo (Branson et al, 1972; Holzman, 1941).

Los factores que afectan el volumen total del escurrimiento son principalmente de orden climático y de captación.

El balance de agua a corto plazo en un área de captación depende del agua que se pierde por evotranspiración así como por la forma en que la precipitación ocurre y los cambios repentinos en la cubierta vegetal (Obregon, 1974).

Las características físicas del área de captación, determinan la cantidad total de lluvia captada. Sin embargo, cabe notar que el efecto del área puede depender del régimen climático prevalente.

Así, en una región donde el potencial de evotranspiración excede a la lluvia, no existe una relación definida entre el tamaño de la cuenca y el volumen total de escurrimiento; mientras que en una región en la cual la lluvia excede al potencial de evotranspiración, mientras más grande sea el área de captación o cuenca, más grande será la cantidad total de escurrimiento.

Los factores meteorológicos que afectan la distribución del tiempo son: tipo de precipitación, intensidad, duración y distribución de los mismos.

Los tipos principales son: lluvia, granizo, nieve y ventisca. El granizo por ejemplo ocurre a menudo en condiciones que favorecen un fácil derretimiento sobre la superficie del suelo, y la nieve contiene la ventisca normalmente tiende a licuarse rápido antes de estar en contacto con el suelo. El más importante aspecto del manto de nieve es su capacidad de almacenamiento y el intervalo resultante entre la ocurrencia de la precipitación y la ocurrencia del escurrimiento.

La intensidad con que la lluvia cae es uno de los factores importantes para determinar la proporción de la lluvia que fluye por la superficie y el escurrimiento subterráneo. Cuando ocurre una lluvia intensa que excede a la capa-

cidad de infiltración del suelo, contribuirá grandemente el escurrimiento superficial, mientras que si la lluvia cae con poca intensidad será grandemente absorbida por el suelo.

La duración de la lluvia lleva a ser particularmente significativa cuando se considera en relación a tiempo medio de viaje de una gota desde su impacto sobre el área de captación de lluvia, hasta su salida del área de captación de lluvia, hasta su salida del área como escurrimiento superficial. Si la duración de la lluvia es igual o más grande que su tiempo de viaje, entonces es probable que el área de captación estará contribuyendo al escurrimiento durante las etapas tardías de la tormenta. Si por otro lado, la duración es menor que el tiempo medio de viaje, entonces el potencial de escurrimiento será más bajo que el máximo porque solamente la parte de la captación estará contribuyendo al escurrimiento antes de que la tormenta cese. Por ello la importancia de la duración de la lluvia tenderá a variar con el tamaño y la naturaleza de la cuenca de captación. En una pequeña área de captación con pendientes inclinadas, máximo potencial del escurrimiento será causado por una lluvia de mucho menos duración de la que se requerirá en una área de captación grande ligeramente ondulada (Schwab et al, 1966; Branson et al, 1972).

La duración del tiempo de lluvia y escurrimiento puede verse bastante afectada por la distribución de lluvia sobre el área de captación. Si un volumen dado de lluvia, es distribuido uniformemente sobre toda la superficie tendrá menos intensidad y por lo tanto, producirá menor escurrimiento superficial que si el mismo volumen de lluvia cae sobre una parte pequeña y local del área.

De acuerdo con Davis y De Wiest (1966), los parámetros más relevantes y su influencia en los cuatro componentes del escurrimiento, escurrimiento superficial, interflujo, flujo del agua subterránea y precipitación en canal resultan de las siguientes posibilidades:

Intensidad de la lluvia menor que la velocidad de infiltración. Volumen del agua infiltrada menor que la deficiencia y humedad del suelo, no hay escurrimiento superficial ni aún agua al flujo subterráneo.

Intensidad de la lluvia menor que la velocidad de infiltración. Volumen del agua infiltrada menor que la deficiencia de humedad del suelo. No existe escurrimiento superficial. El suelo alcanza la capacidad de campo y el interflujo y el flujo subterráneo aumentan, debido a la tormenta ocurrida.

Intensidad de lluvia mayor que la velocidad de infiltración. Volumen de agua infiltrada menor que la deficiencia de humedad del suelo. En este caso hay escurrimiento superficial, pero no adición al flujo subterráneo.

Intensidad de la lluvia mayor que la velocidad de infiltración. Volumen de agua mayor que la deficiencia de humedad del suelo. Este es el caso normal de una tormenta. Hay escurrimiento superficial y adicional y flujo subterráneo.

Fogel (1975), ha definido la dispersión del agua colectada por presas en producción de cosecha por las tierras agrícolas como agricultura de escurrimiento.

La planeación del uso de la agricultura de escurrimiento requiere la consideración de dos factores esenciales:

El escurrimiento de agua puede ser disponible en cantidad y en un momento dado para producción de cosecha. Esto significa que la topografía, geología, suelo, vegetación y clima deben combinarse cada año y dar un repentino flujo lo bastante largo que puede ser útil pero no tan largo que resulte dañino.

La tierra en la cual el escurrimiento del agua sea usada para producción de cosecha y esté convenientemente localizada en el área de escurrimiento.

Martínez y Cepeda (1970) realizaron un trabajo en el Norte de México, tendiente a evaluar en microcuencas el

efecto de diferentes relaciones área cultivada, área cuenca, en el rendimiento de cultivos anuales y perennes; señalando que la precipitación media (300 mm) podía ser incrementada en un 42 a 47% con el uso de áreas de escurrimiento definidas.

Ortiz (1975), menciona que es posible incrementar el escurrimiento de la precipitación, únicamente con el aclareo de la vegetación arbustiva y retirando las piedras que obstaculizan el escurrimiento. En terrenos libres de piedras, se puede aumentar el escurrimiento compactando la superficie.

Es necesario cuantificar el escurrimiento en base a la lluvia probable estimada estadísticamente para una región con el fin de aplicarlo en las normas de diseño de microcuencas de captación.

Permaneciendo el resto de factores favorables, la adaptación de las especies significa a menudo la diferencia entre el éxito y el fracaso de la resiembra. Si bien las especies nativas, teóricamente son las que representan mayores probabilidades de establecerse y sobrevivir las especies introducidas han resultado en muchos casos mejor productivas y de más fácil establecimiento (Pratt, et al, 1972; Vallentine, 1971).

El zacate rhodes (Chloris gayana, Kunth), es una planta perenne, de hábito estolonífero y un sistema radicular fibroso y fuerte (Hitchcock, 1971; Gould, 1968). Es una gramínea introducida de Africa del Sur y ampliamente adaptada a las regiones tropicales y subtropicales del mundo con lluvia de verano y con rangos de precipitación anual entre 759 y 1250 mm. y que presentan estación seca moderadamente larga (Reynaga et al, 1976).

En la región árida del Norte del país se han establecido praderas de Ch. gayana bajo condiciones de secano únicamente en sitios con suelo profundo y abundantes escurrimientos (De La Cruz y Zapien, 1974). Con el uso de microcuencas mezclada con otras gramíneas, su establecimiento ha esta-

do supeditado a las áreas con mayor concentración y humedad; siendo característica la existencia de manchones en pequeñas hondonadas y depresiones naturales del terreno (CNIZA, 1974).

El zacate almum (Sorghum almum Parodi), es una gramínea originada en Argentina de hábito bianual, con sistema radicular profundo extendiéndose por medio de rizomas cortas; se ha adaptado al clima tropical y subtropical con lluvias de verano y a una gran variedad de suelos. Es muy resistente a la sequía, creciendo rápidamente bajo condiciones de humedad favorables y de fácil establecimiento (White et al, 1971). En estudios de resiembra con mezclas de pastos en las zonas áridas del país se le ha considerado como una especie nodriza, con objeto de obtener buena producción de forraje después de la siembra y proveer un microhabitat favorable para el establecimiento de plántulas del resto de las gramíneas (CNIZA, 1972, 1973, 1974; Navarro, 1975). Bajo condiciones pobres de humedad esta gramínea ha manifestado una gran habilidad y eficiencia para aprovechar la humedad en compañía de otras especies introducidas (Reynaga et al, 1976).

El zacate buffel (Cenchrus ciliaris Link) otra gramínea introducida, perenne, amacollada, de sistema radicular fibroso, ocasionalmente estolonífero, presentando algunas veces pequeñas rizomas (Gould, 1968). Es una planta resistente a la sequía y temperaturas extremas tolerante a suelos verdaderamente áridos y ligeramente alcalinos y salinos. Diversos estudios han demostrado y recomendado su uso en prácticas de resiembra bajo condiciones de secano, en áreas con precipitaciones mayores a 250 mm., anuales (Robles, 1975; Muñoz y Castro, 1974). Han constituido una excelente gramínea en las regiones calientes y secas del trópico y subtrópico, para el pastoreo interino así como para evitar la erosión del suelo (Romero, 1970).

El zacate panizo azul (Panicum antidotale Retz) es una planta perenne introducida de la India y Australia, adaptada a los climas tropicales y subtropicales con lluvias de verano (Hanson, 1972). Su sistema radicular es profundo y

forma coronas duras por medio de rizomas cortas y gruesas, resistente a la sequía pero susceptible a la baja temperatura se establece mejor en suelos ligeros y arenosos y en camas de siembra firmes (White et al, 1971).

El zacate gigante (Leptochloa dubia (H.B.K.) Nees), es una planta nativa, perenne, de tallos erectos de 0.60 a 100 m. de altura, crece normalmente en pastizales amacollados abiertos o arbosufrutecente en pastizales medianos con suelos profundos y de topografía plana; es un buen forraje con alto valor nutritivo, y muy apetecido por el ganado; tiene gran importancia en la resiembra de pastizales y por su rápido establecimiento, evitando la erosión y protegiendo a otras especies de más lento establecimiento y por la facilidad de manejo de la semilla en la cosecha y la resiembra produce buenas cantidades de excelente forraje (Hitchcock, 1971; Ramírez, 1972).

El zacate navajita azul (Bouteloua gracilis (H.B.K.) Lag.). Es un zacate nativo, perenne de poca altura de 15 a 40 cms. tallos florales generalmente la propagación es únicamente por semilla, se encuentra distribuido en el pastizal mediano abierto y en el pastizal mediano arbosufrutecente; se adapta a diferentes tipos de suelo desde sitios arenosos hasta sitios pesados, es común encontrarlo en llanuras o planicies de poca pendiente (Gould, 1968; COTECOCA, 1968).

El zacate banderilla (Bouteloua curtipendula Michx), especie nativa, de estación caliente, perenne y amacollada, se encuentra adaptada a una amplia gama de condiciones ecológicas, que van desde el norte, centro y sudamérica (Hitchcock, 1971). En el norte de México se le encuentra distribuido principalmente en el pastizal amacollado en lomeríos y suelos pedregosos, bien drenados (COTECOCA, 1968). Morfológicamente, esta especie es muy variable, presentando la mayor diversidad en el norte de México en los estados de Coahuila, Chihuahua y Durango (Gould, 1968).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio

Los experimentos fueron establecidos en el Campo Experimental de Ocampo, Coahuila de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

El Campo Experimental de Ocampo, Coah., se encuentra localizado en una cuenca abierta, con una altura de 1,200 m. s.n.m., latitud norte 27° 36' y longitud oeste 102°23'30". Su suelo es profundo de textura franco limoso, con bajo contenido de sales, pH ligeramente alcalino, relieve extendido con una pendiente de 1% de oeste a este (Cuadro 2). El material original del suelo son rocas calizas y lutitas y drenaje normal (Rodríguez, 1975). La precipitación media anual de 4 años de registro es de 174 mm. (Cuadro 3).

De acuerdo con De La Cruz et al (1972), la vegetación existente en este campo, corresponde a los siguientes tipos:

Matorral Desértico Rosetófilo. Localizado en laderas y lomeríos presentándose en forma dominante Agave lecheguilla, y en menor densidad Opuntia spp y Yucca carnerosana. Las gramíneas encontradas en el estrato inferior son, Heteropogon contortus, Bouteloua curtipendula y Aristida spp.

Matorral Desértico Micrófilo. Se localiza en el sector inmediatamente inferior al anterior, presentándose en forma dominante las siguientes especies arbustivas, Larrea divaricata, Flourensia cernua, Parthenium incanum, Prosopis spp y Atriplex canescens. El estrato inferior está constituido en forma dispersa e irregular por algunas gramíneas, tales como: Muhlenbergia porteri, Scleropogon brevifolius, Aristida spp y Erioneuron pulchellum.

Pastizal Halófito Arbosufrutecente. Este tipo de vegetación se localiza en las porciones más bajas del campo, siendo dominante en el estrato superior, Prosopis spp, Acacia spp, A. farnesiana. Las gramíneas presentes y que dominan en el estado inferior son: Sporobolus airoides, Hilaria

Cuadro 2. Condiciones edafológicas del área de estudio en el Campo Experimental de Ocampo, Coah.

Profundidad	Materia Orgánica %	Nitrógeno Total k/ha	Fósforo k/ha	Potasio k/ha	Carbonatos %	Reacción Ph	C.E. mmhos/cm	Partículas		
								Arena %	Limo %	Arcilla %
0-30	2.26	50	6	421	44	7.7	1.42	16.1	81.6	3.3
30-60	2.49	55	34	390	41	7.7	1.79	17.9	78.6	3.5
60-90	1.22	27.5	11.5	382	37	7.7	1.22	18.7	78.8	2.5
0-30	2.68	61.6	Indicios	400	56	7.8	1.68	25.2	71.3	3.5
30-60	2.10	48.0	35.5	390	70.5	7.9	8.0	21.6	7.00	8.4
60-90	1.38	31.0	28.0	421	70	8.1	9.0	17.6	7.80	4.

Cuadro 3. Condiciones termopluviométricas del Campo Experimental de Ocampo, Coah. (1972-1976).

Año	E	F	M	A	M	E	J	S	J	E	A	S	O	N	D	Anual
1972	T ¹⁾															
											23.0	23.7	21.4	15.2	12.9	19.4
1973	P ²⁾															
											82.4	43.8	1.8	0.0	0.0	128.0
1974	T															
											20.4	19.6	15.2	14.5	9.3	16.5
1975	P															
											23.9	70.0	4.1	0.0	0.0	291.9
1976	T															
											22.3	20.4	21.4	13.8	8.2	18.1
1977	P															
											15.0	25.0	0.0	0.0	0.0	105.4
1978	T															
											22.0	20.0	22.0	14.0	8	18.1
1979	P															
											35.0	3.0	10.8	0.0	0.0	169.3
1980	T															
											21.1	21.5	18.3	11.2	10.0	17.2
1981	P															
											4.5	2.5	101.0	37.5	21.0	298.8

1) Temperatura media mensual y anual en °C

2) Precipitación mensual y anual en milímetros

mutica y Bouteloua gracilis.

Desarrollo del trabajo

El estudio de establecimiento de especies forrajeras mejoradas se dividió en cuatro partes y cada una de las cuales corresponde a un ensayo diferente. El procedimiento seguido en cada uno de los ensayos se indica a continuación separadamente.

Evaluación de diferentes dimensiones de poceo

1. El diseño utilizado fué bloques al azar con 4 repeticiones, el tamaño de la parcela es variable, la superficie total del experimento es de 200 m^2 , la siembra se realizó en Julio de 1975; los tratamientos son los que se describen a continuación (Figura 2):

- P1 Cuchilla. consistió en pasar la cuchilla del tractor agrícola, con cierta inclinación para formar una estructura rectangular de $1.80 \times 3.60 \text{ m}$.
- P2 Semicírculo. La estructura fué construída a mano con un diámetro de 2.6 m ., la profundidad varía de 30 cm ., en la parte central hasta cero en los extremos.
- P3 Semielipse. Se construyó a mano con una profundidad variable de 30 cm ., en la parte central y cero en los extremos. Las dimensiones de la semielipse fueron de $1.8 \times 1.8 \text{ m}$.
- P4 Semielipse. Las dimensiones fueron de $.9 \times 1.8 \text{ m}$., con las mismas características de P3.
- P5 Surcos. Los surcos se construyeron a mano, con 0.9 cm ., entre surco y de 3.6 m ., de longitud.
- P6 Plano. Se dejó como se encontraba el terreno, construyendo únicamente el bordo protector. Este bordo se construyó para evitar la entrada de agua de las áreas continuas.

El ensayo se estableció en una área con poca cubierta vegetal para evitar un aumento en el error experimental. Se sembró una mezcla de gramíneas, las cuales se describen en

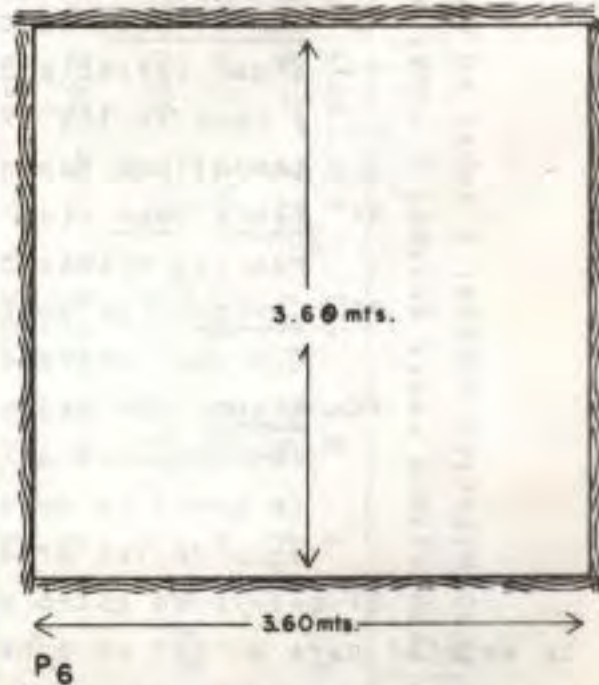
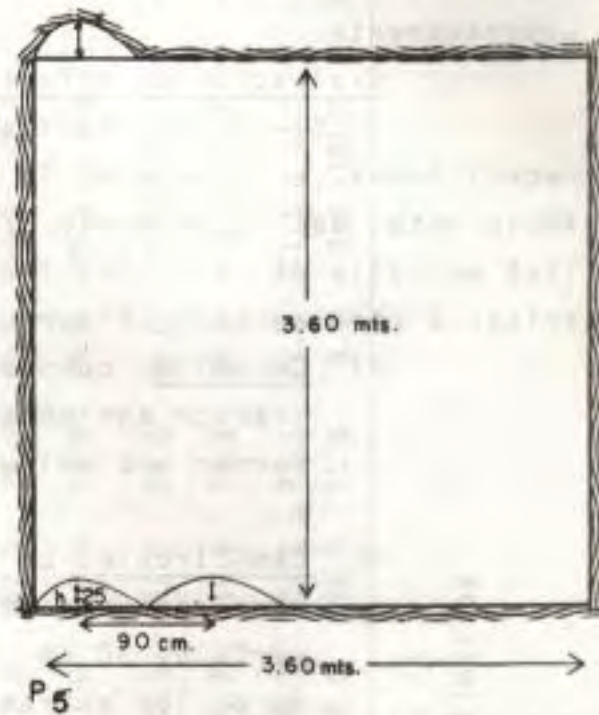
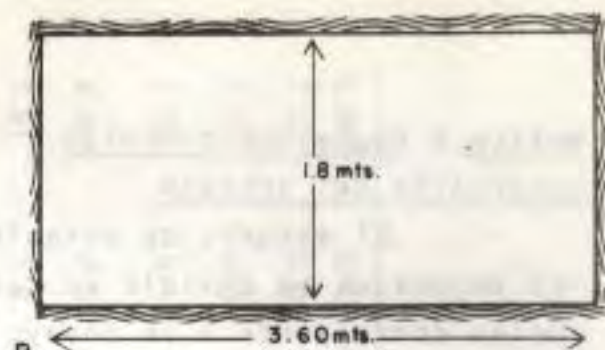
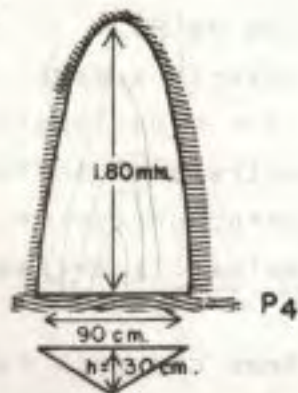
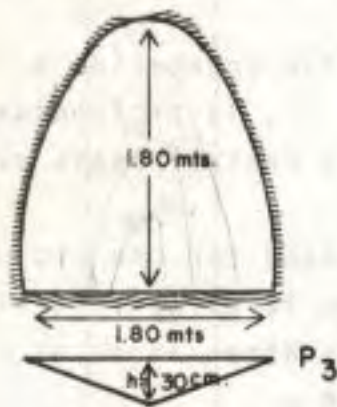
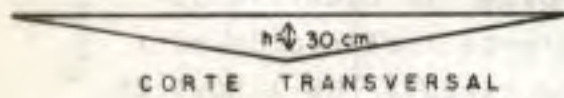
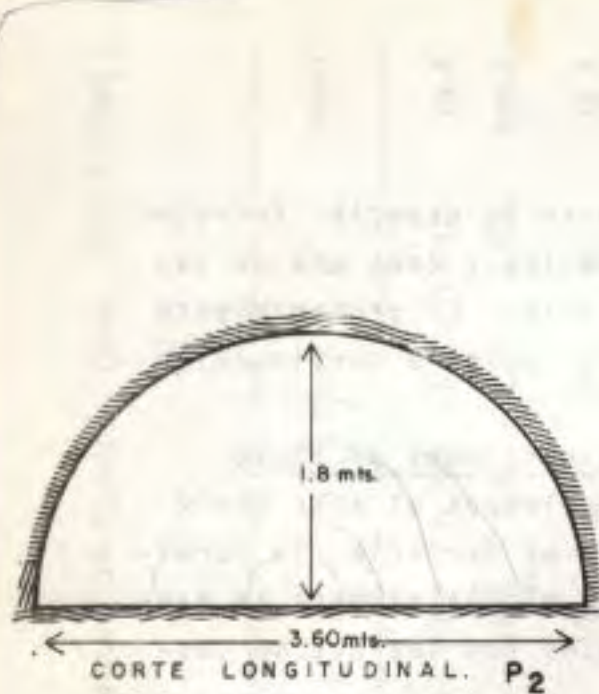


Figura 2. Representación gráfica de los tratamientos utilizados en la evaluación de diferentes dimensiones de poceo.

el Cuadro 4.

La cama de siembra se construyó a mano con ayuda de azadón, sembrando al voleo toda la superficie de la estructura tapando con una rastra liviana de ramas.

Las variables medidas en este ensayo fueron: densidad de plántulas, número de culmos florales y vegetativos. El rendimiento se calculó en base a los datos de este último parámetro.

La densidad de plántulas se determinó dividiendo en tres secciones los tratamientos P1, P2, P3 y P4:

Sección A; parte inferior de la estructura

Sección B; parte media de la estructura

Sección C; parte superior de la estructura,

tomándose 3 muestras al azar de 1 dm^2 cada una por sección.

Para los tratamientos P5 y P6, se realizaron 12 muestras al azar de 1 dm^2 cada uno. La fecha de recolección de estos datos fué el 18 de Septiembre de 1975.

La medición de la biomasa en pie fué realizada en Oct. 75 y Oct. 76, la cual consistió en el número de culmos con flor y sin flor. Esta medición se hizo dividiendo las estructuras de los tratamientos; se realizaron 3 muestreos de $10 \times 30 \text{ cm}$, contándose los tallos por muestra; los tratamientos P5 y P6 se tomaron los muestreos de la misma dimensión.

El rendimiento fué determinado en gramos por unidad de superficie para todos los tratamientos. Pero el caso de los tratamientos P1, P2, P3 y P4, se recolectaron 3 muestreos de $10 \times 30 \text{ cm}$ por sección, cortando el follaje al raz del suelo. Para los tratamientos P5 y P6 se realizaron 18 muestreos bajo las mismas condiciones que los anteriores.

Evaluación del efecto del microrelieve

El diseño usado fué bloques al azar con 2 repeticiones, el tamaño de la parcela fué variable, y la superficie total fué de 712 m^2 . La siembra se realizó el 1º de Julio de 1975 con la aplicación de seis, los cuales se describen a continuación (Figura 3):

Cuadro 4. Descripción de tratamientos y mezcla de especies utilizadas en el ensayo de evaluación de diferentes dimensiones de poceo.

Especies Nombre común	Nombre científico	Proporción en la mezcla %	Kg/ha	Tratamientos		
				Nombre	dimensiones (m)	Sup. por tratamiento (m ²)
Gigante	<u>Leptochloa dubia</u>	20	1.6	P ₁ rectángulo	3.6x1.8	6.48
Buffel	<u>Cenchrus ciliaris</u>	20	1.4	P ₂ semicírculo	3.6x1.8	5.09
Banderilla	<u>Bouteloua curtipendula</u>	25	3.0	P ₃ semielipse	1.8x1.8	2.54
Navajita azul	<u>Bouteloua gracilis</u>	25	1.5	P ₄ semielipse	0.9x1.8	1.27
Africano	<u>Eragrostis lehmanniana</u>	10	0.2	P ₅ surcos	3.6x3.6	12.96
				P ₆ testigo	3.6x3.6	12.96

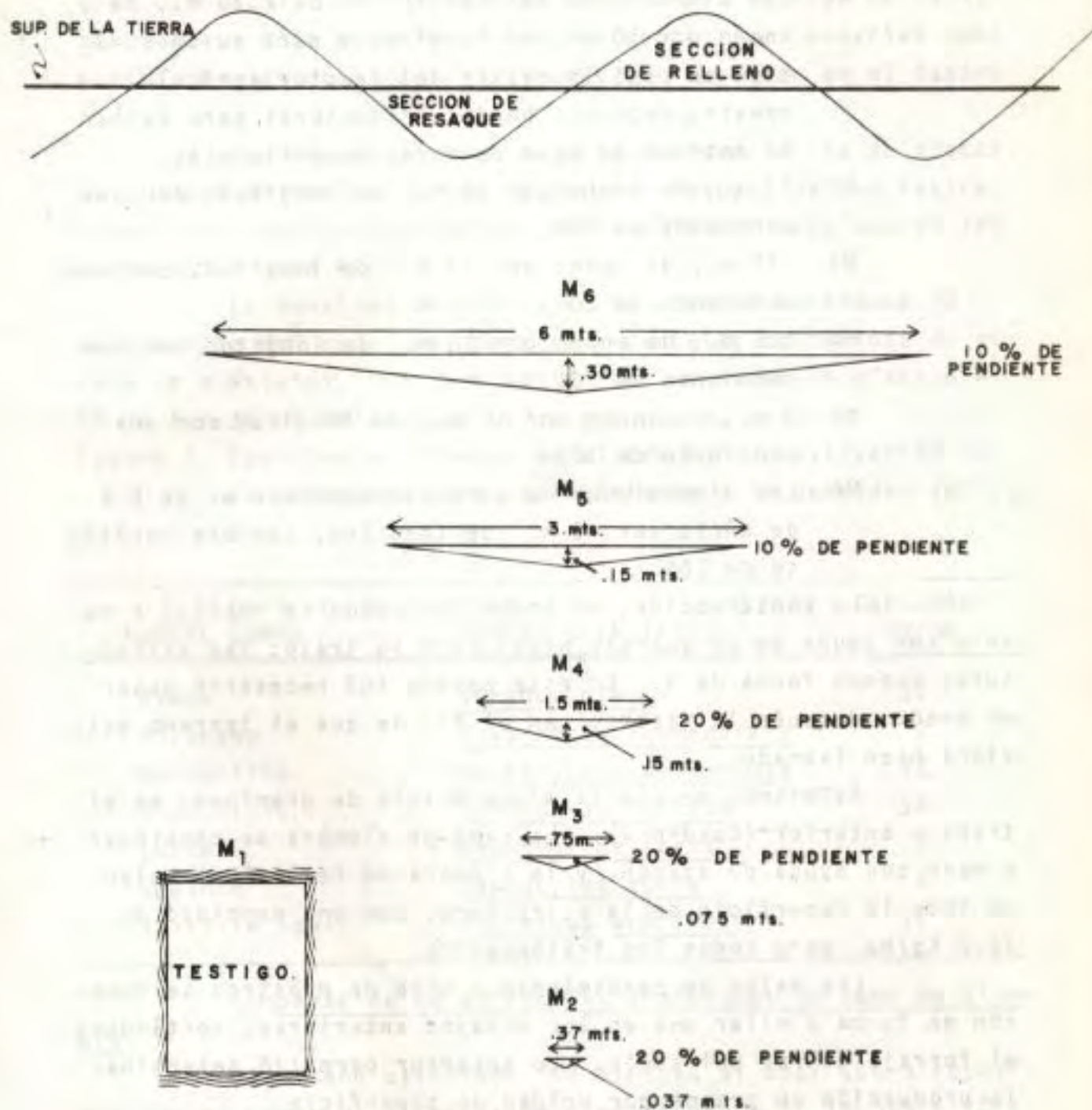


Figura 3. Representación gráfica de los tratamientos utilizados en la evaluación de estructuras de microrelieve; la figura superior ejemplifica el principio general usado.

- M1 Las dimensiones del testigo es de 2.20 m., de ancho por 10 m., de longitud y para su construcción se pasó la rastra del tractor agrícola, construyéndosele bordos protectores para evitar la entrada de agua de otras superficiales.
- M2 37 m., de ancho por 10 m., de longitud, con una pendiente de 20%.
- M3 .75 m., de ancho por 10 m. de longitud, con una pendiente de 20%.
- M4 1.5 m., de ancho por 10 m. de longitud, con una pendiente de 10%.
- M5 3 m., de ancho por 10 m. de longitud, con una pendiente de 10%.
- M6 Las dimensiones de este microrelieve es de 6 m., de ancho por 10 m. de longitud, con una pendiente de 10%.

La construcción, en todos los casos se realizó a mano y con ayuda de un aparato nivel para su trazo; las estructuras tienen forma de V. En este ensayo fué necesario pasar el arado, después la rastra, con el fin de que el terreno estuviera bien labrado.

Asimismo, se usó la misma mezcla de gramíneas en el trabajo anterior (Cuadro 4). La cama de siembra se construyó a mano con ayuda de azadón, y la siembra se realizó al voleo, en toda la superficie de la estructura, con una densidad de 16.2 Kg/ha. para todos los tratamientos.

Los datos de rendimiento y tipo de muestreo se tomaron en forma similar que en los ensayos anteriores, cortándose el forraje al raz del suelo. Lo anterior permitió determinar la producción en gramos por unidad de superficie.

Evaluación de la capacidad de establecimiento de diversas gramíneas forrajeras.

El diseño usado fué bloques al azar con 4 repeticiones, y el tamaño de la parcela de 4 m^2 (2x2). La siembra se realizó al voleo en microcuencas con una relación área siembra,

área cuenca: de 1:2 el 29 de Mayo de 1975 y 13 de Mayo de 1974, sembrándose ocho especies individualmente. Las especies sembradas, en las densidades indicadas se consignan en el Cuadro 5.

La cama de siembra se hizo con una rastra de discos, la siembra se realizó al voleo pasando después de una rastra ligera, se construyeron bordos para delimitar cada una de las parcelas (Figura 4).

La densidad de plántulas se efectuó tomándose 15 muestras de dm^2 cada una, para cada parcela, contándose el número de plántulas. La recolección de los datos se efectuó el 18 de Agosto de 1975, y el 15 de Octubre de 1976.

Cuadro 5. Especies utilizadas en el trabajo de evaluación de la capacidad de establecimiento y la densidad aplicada.

NOMBRE COMUN	E S P E C I E NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD Kg/ha
Almum	<u>Sorghum almum</u>	12
Africano	<u>Eragrostis lehmanniana</u>	2
Banderilla	<u>Bouteloua curtipendula</u>	12
Blue panic	<u>Panicum antidotale</u>	10
Buffel	<u>Cenchrus ciliaris</u>	7
Gigante	<u>Leptochloa dubia</u>	8
Navajita azul	<u>Bouteloua gracilis</u>	10

Comparación de diferentes amplitudes de cama de siembra.

El diseño utilizado fué bloques al azar con 3 repeticiones; el ancho de la banda de siembra es de 5, 10, 15 y 20 m. El área de escurrimiento fué de 1000 m^2 , con una longitud de la banda de siembra de 50 m. (Figura 5). La cama de siembra se hizo con la rastra de discos, sembrándose al voleo, y se tapó con una rastra de rama. Para la siembra se usó una mezcla gramíneas, con una densidad de 10 Kg., por ha., de mezcla (Cuadro 6).



Figura 4. Representación gráfica de la estructura utilizada para la evaluación de la capacidad de establecimiento.

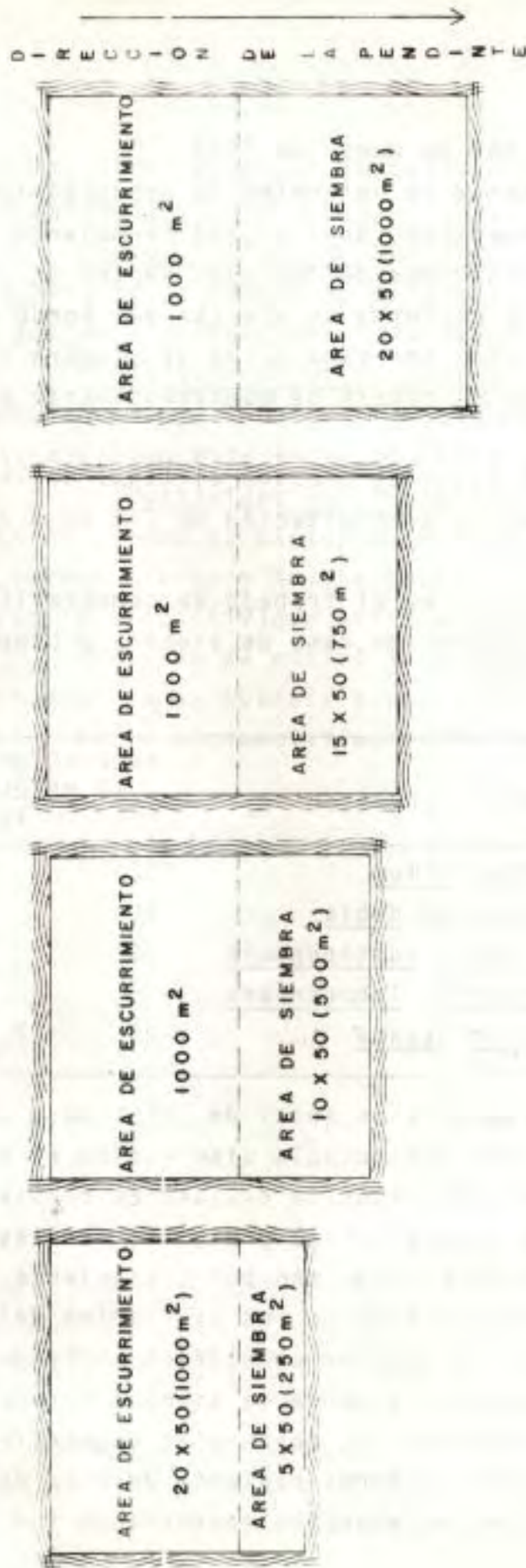


Figura 5. Representación gráfica de los tratamientos usados en la evaluación de diferentes amplitudes de cama de siembra.

efectuando el trabajo el mes de Marzo de 1973.

En 1973, únicamente se determinó la productividad de forraje por medio de muestreos de 1 m^2 . Al formularse la hipótesis de que la productividad de forraje, dentro de la banda de siembra disminuía conforme se alejaba del bordo a nivel se efectuaron 5 muestreos por cada banda de siembra de 5 m., de ancho por lo cual el número de muestreos varió de 5 a 20 por tratamiento.

La colección de datos se efectuó al final del ciclo vegetativo, registrándose una precipitación de 275 mm., después de la siembra.

Cuadro 6. Especies utilizadas en el trabajo de comparación de diferentes amplitudes de cama de siembra y proporción en la mezcla.

E S P E C I E NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	PROPORCION EN LA MEZCLA	
		%	Kg/ha
Almum	<u>Sorghum almum</u>	30	3
Gigante	<u>Leptochloa dubia</u>	20	2
Banderilla	<u>Bouteloua curtipendula</u>	20	2
Africano	<u>Eragrostis lehmanniana</u>	5	.5
Rhodes	<u>Chloris gayana</u>	25	2.5

Para 1974, se registró un total de 105.4 mm., de precipitación, lo cual ocasionó una notable disminución en el desarrollo vegetativo. Por esta razón la evaluación consistió en el conteo de número de plantas vivas y plantas muertas, realizándose 15 muestreos de m^2 cada uno por tratamiento.

Para 1975 y 1976, se tomaron los siguientes datos:

Establecimiento. El cual se cuantificó midiendo la superficie ocupada a través de la banda de siembra por las especies que alcanzaron a completar su desarrollo vegetativo. Este parámetro fué determinado en forma bastante precisa debido a que el establecimiento de las especies sembradas fué limi-

tado a las áreas de mayor concentración de humedad dentro de cada tratamiento.

Productividad por superficie establecida. Que por cada tratamiento se obtuvo en base a los muestreos al azar de 1 m^2 cada uno, cortándose el follaje al raz del suelo.

Productividad por superficie sembrada. La cual fué estimada en base a la productividad por superficie establecida, dividiéndose ésta entre el número de metros sembrados.

Productividad por hectárea. La cual se determinó, en base al número de bandas de siembra que para cada tratamiento se pueden efectuar en una hectárea multiplicándose este número por la productividad media de cada tratamiento.

Asimismo se estimó la productividad potencial, considerando que se hubiera sembrado el 100% de la hectárea y partiendo de la productividad media por m^2 sembrado.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente capítulo los resultados obtenidos para los cuatro ensayos, se presentan en forma continua y por separado.

Evaluación de diferentes dimensiones de poceo

Los resultados de las evaluaciones realizadas en las estaciones de crecimiento 1975 y 1976, dentro de este ensayo, se describen a continuación en forma cronológica.

Se observaron diferencias notables en los atributos vegetacionales evaluados dentro de las secciones alta, media y baja de las estructuras de poceo. Considerando el número de plántulas por unidad de superficie, la sección baja presentó los valores mas altos, encontrándose para la sección alta, los valores inferiores (Cuadro 7). Comparando los diversos tratamientos, la estructura semicircular de 3.6 por 1.8 m, resultó con el mayor número de plántulas por metro cuadrado, correspondiendo a la estructura semielipse de .9 por 1.8 m, el valor inferior. Los resultados anteriores, obedecen posiblemente a que la precipitación acumulada después de realizada la siembra fué de 63.8 mm, por lo que las semillas depositadas en la sección baja de las estructuras de poceo tuvieron mejores condiciones hídricas. Comparando la densidad media de plántulas por m^2 para los 6 tratamientos en estudio la siembra en surcos convencionales mostró el menor valor.

Considerando el número de culmos por m^2 se observó que, el mayor número de plantas que alcanzaron a tener más desarrollo vegetativo, se encuentra en el tratamiento semicircular dentro de la sección baja. La estructura rectangular de las mismas dimensiones que la anterior presentó cero desarrollo de culmos, al igual que el testigo. Puesto que el desarrollo vegetativo depende de las condiciones hídricas existentes, los resultados obtenidos son producto de la deficiente humedad disponible para el desarrollo adecuado de culmos, y se puede apreciar de una manera clara en la estructura rectangu-

Cuadro 7. Comparación del efecto de diferentes dimensiones de estructuras de poceo en el establecimiento de pastizales, 1975.

Parámetro	Sección ¹⁾	T R A T A M I E N T O S				
		Testigo	Surcos	Rectángulo 3.6x1.8 m.	Semielipse .9x1.8m. 1.8x1.8m.	Semicírculo 3.6x1.8m.
Densidad plántulas/m ²	A			187	181	154
	B			150	167	221
	C			35	48	41
	$\bar{x}$	95	76	124	132	139
Culmos totales por m ²	A				90	132
	B				41	110
	C				16	0
	$\bar{x}$	0	5	0	49	81
Culmos florales/m ²	A				0	10
	B				25	10
	C				0	0
	$\bar{x}$	0	0	0	08	7
Culmos vegetativos/m ²	A				90	122
	B				38	0
	C				16	0
	$\bar{x}$	0	3	0	48	74
Productividad forraje seco grs/m ²	A				4.4	10.2
	B				0.8	11.6
	C				0.6	0.0
	$\bar{x}$	0	0.17	0	1.9	7.3

1) A Sección baja; B Sección media; C Sección alta; $\bar{x}$ Media general.

lar que presenta un promedio de 126 plantas por m^2 y ninguna de ellas alcanzó desarrollo de culmos (Cuadro 7).

En cuanto al número de culmos florales, se observa que dentro de la sección baja, el tratamiento semicírculo resultó con la mayor proporción. La semielipse de .9x1.8 m presentó los valores más altos, dentro de la sección media, no encontrando ningún culmo floral en las secciones adyacentes; para este tratamiento, las mejores condiciones hídricas se encuentran en la parte mésica de la estructura que corresponde a la sección media. En cuanto a la sección alta, no se observó ningún culmo en los tratamientos evaluados.

Para todos los tratamientos se obtuvieron proporciones más altas de culmos vegetativos que de culmos florales, con excepción del tratamiento semielipse de .9x1.8 m.

Con respecto a la productividad para los tratamientos en estudio la cual fué baja y en algunos tratamientos nula, debido principalmente por la escasa humedad disponible para las plantas, el tratamiento semielipse 1.8x1.8 m, fué el que alcanzó el más alto valor, los valores inferiores se encontraron en los tratamientos testigo y rectángulo 3.6x1.8 m que su productividad fué cero (Cuadro 7).

Con los parámetros evaluados en cada uno de los tratamientos bajo estudio se determinaron los límites de confianza para un 95% de probabilidades (Cuadro 8).

En general se observó que los límites de confianza, para las estructuras de semicírculo y semielipse, aumentaron a medida que incrementaron sus dimensiones. Del resto de los tratamientos la siembra en surcos fué el único que permitió un ligero establecimiento. Al analizar por separado cada uno de los diferentes parámetros, se aprecia que para las estructuras de semicírculo y semielipse, la densidad de plántulas, culmos totales, florales y vegetativos, por unidad de superficie, disminuyó gradualmente conforme se redujo la superficie de la estructura (Figuras 6, 7, 8 y 9). La tendencia anterior no fué observada en términos de productividad de materia seca,

Cuadro 8. Límites de confianza con un 95% de probabilidades para el establecimiento de pastizales en diferentes estructuras de poceo.1975.

TRATAMIENTOS	P	Densidad de Plántulas	----- individuos/m ² -----					R	O	S	Productividad
			A	R	A	M	E	T			
			Total de Culmos				Culmos Florales	Culmos Vegetativos			g/m ²
P ₁ Rectángulo 3.6 x 1.8 m		124.00 [±] 41	0 [±] 0				0 [±] 0	0 [±] 0			0 [±] 0
P ₂ Semicírculo 3.6 x 1.8 m		259.0 [±] 92	118 [±] 85				7 [±] 8	111 [±] 82			3.7 [±] 4
P ₃ Semiélipse 1.8 x 1.8 m		139 [±] 77	81 [±] 26				7 [±] 8	74 [±] 33			7.3 [±] 7
P ₄ Semiélipse .9 x 1.8 m		131.00 [±] 75	49 [±] 24				1 [±] 2	48 [±] 23			1.9 [±] 2
P ₅ Surcos 3.6 x 3.3 m		76 [±] 18	5 [±] 10				0 [±] 0	5 [±] 3.26			0.2 [±] 0.2
P ₆ Testigo 3.6 x 3.6 m		95 [±] 26	0 [±] 0				0 [±] 0	0 [±] 0			0 [±] 0



Figura 6. Densidad de plántulas en tres dimensiones de pocoo para un 95% de límite de confianza.1975.

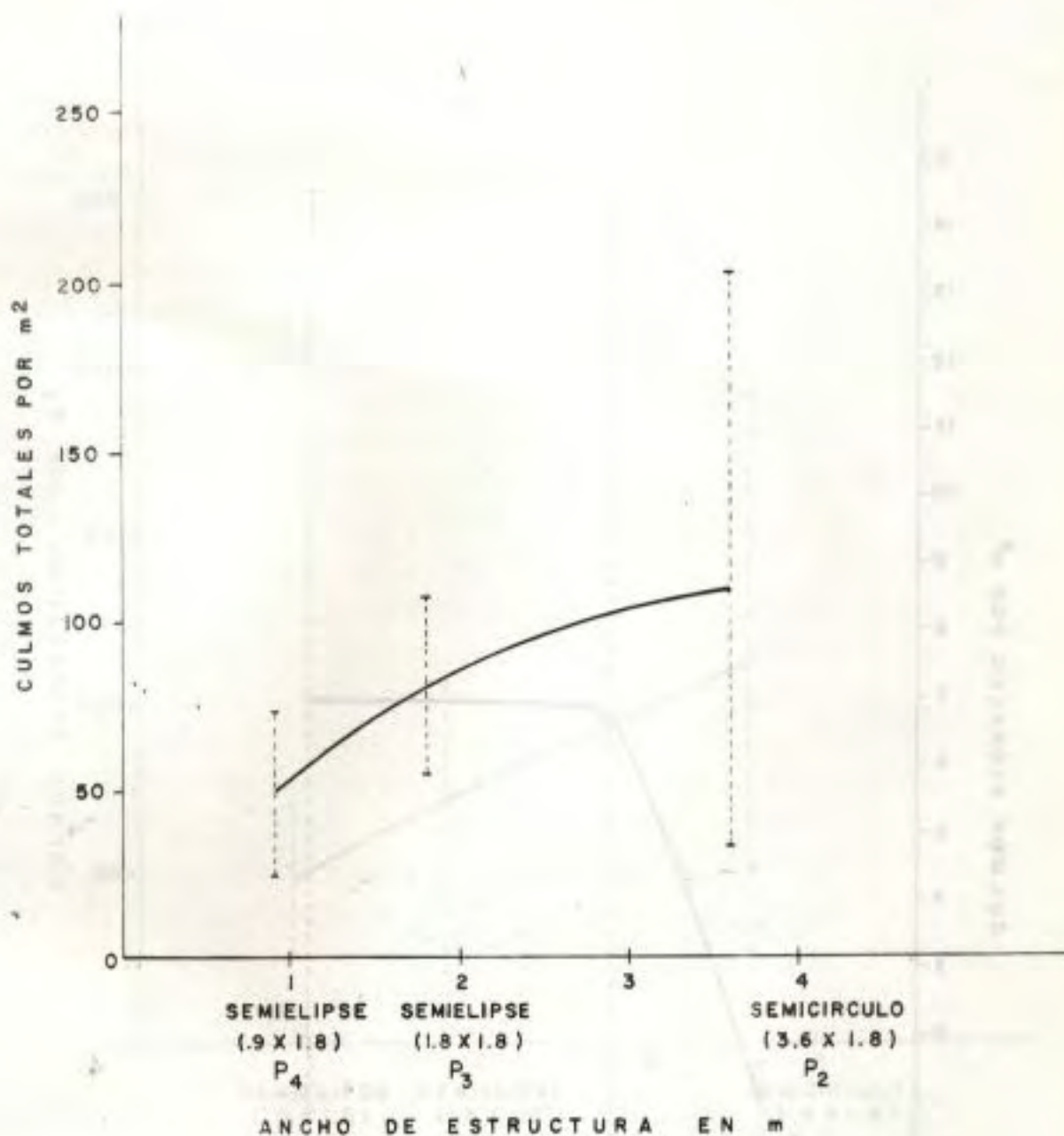


Figura 7. Efecto de tres dimensiones de poceo en la densidad de culmos totales; mostrándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1975.

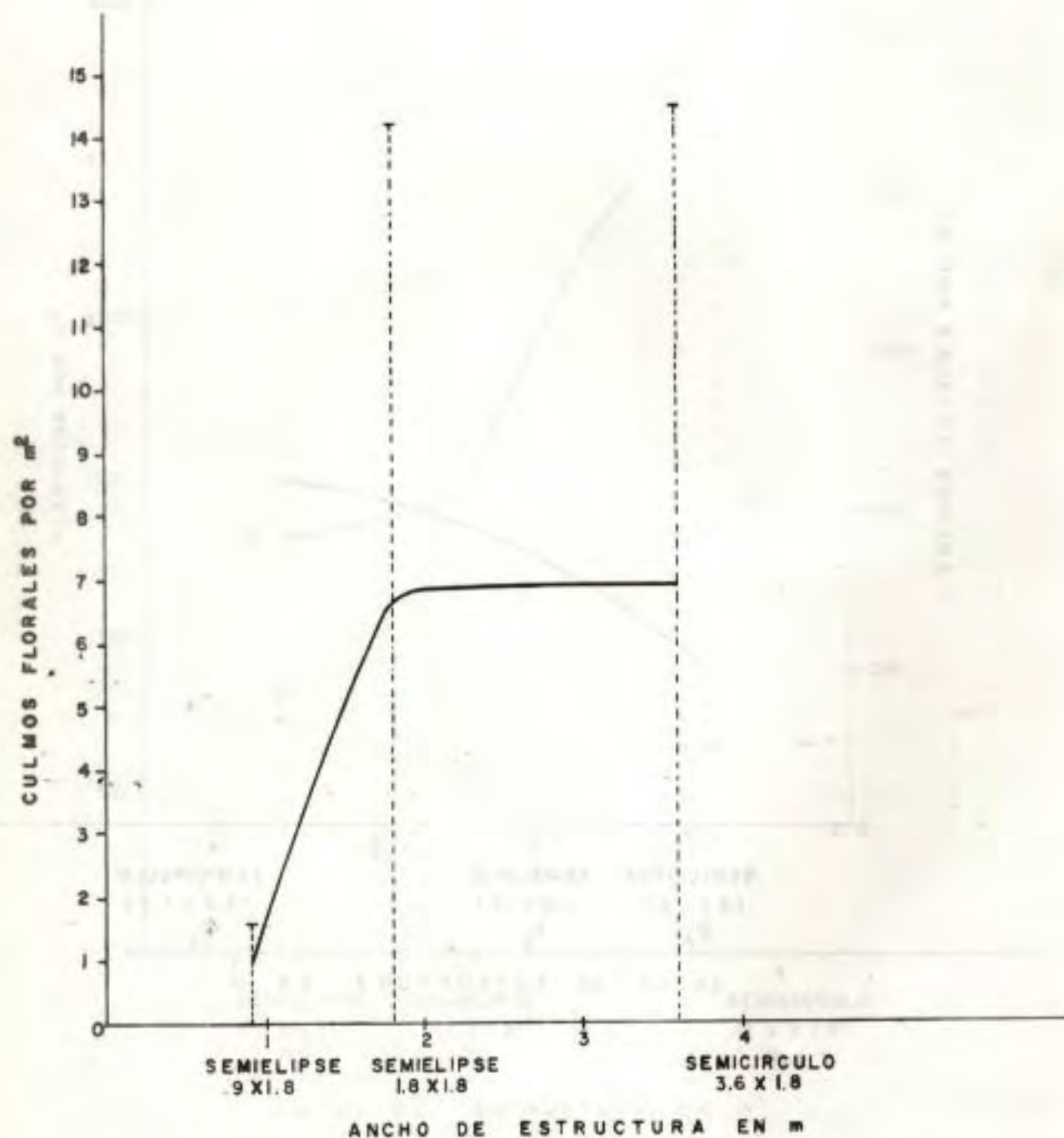


Figura 8. Efecto de tres dimensiones de poceo en la densidad de culmos florales; señalándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1975.

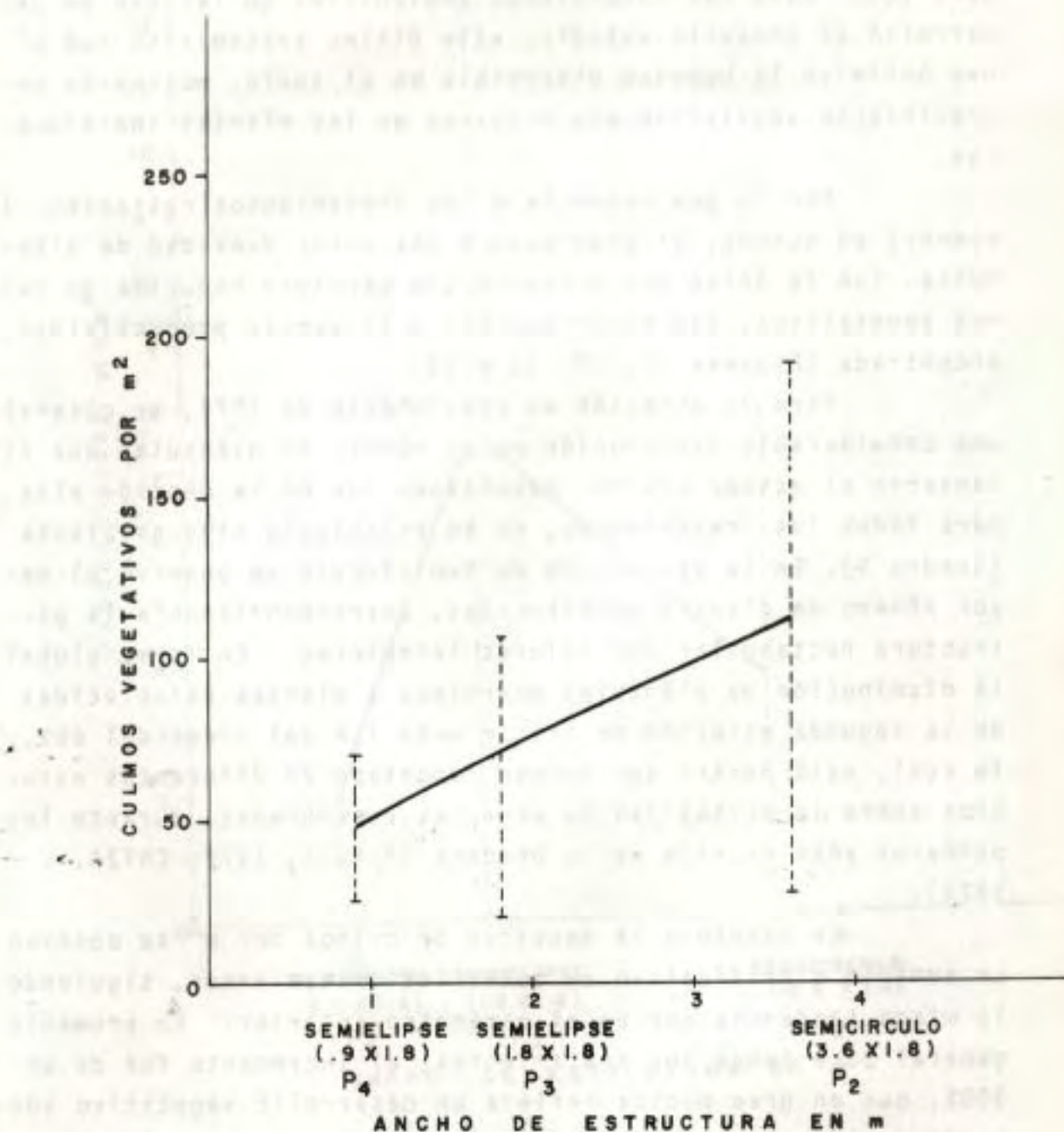


Figura 9. Densidad de culmos vegetativos en tres dimensiones de poceo; mostrándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1975.

resultando la semielipse de 1.8x1.8 m con el mayor valor (Figura 10). Para las condiciones ambientales en las que se desarrolló el presente estudio, este último tratamiento fué el que optimizó la humedad disponible en el suelo, mostrando un crecimiento vegetativo más vigoroso en las plantas individuales.

Por lo que respecta a los tratamientos restantes, la siembra en surcos, si bien mostró una menor densidad de plántulas, fué la única que presentó una cantidad reducida de culmos vegetativos, que contribuyeron a la escasa productividad encontrada (Figuras 11, 12, 13 y 14).

Para la estación de crecimiento de 1976, se observó una considerable disminución en el número de plántulas que alcanzaron el estado adulto, resultando que en la sección alta, para todos los tratamientos, no se estableció ninguna planta (Cuadro 9). En la estructura de semicírculo se observó el mayor número de plantas establecidas, correspondiendo a la estructura rectangular los valores inferiores. En forma global la disminución de plántulas emergidas a plantas establecidas en la segunda estación de crecimiento fué del orden del 68%, lo cual, está dentro del margen reportado en diferentes estudios sobre la mortalidad de especies resebradas, durante los primeros años de vida de la pradera (McKell, 1972; CNIZA, 1974).

En cuanto a la densidad de culmos por m^2 se observó un aumento significativo en todos los tratamientos, siguiendo la misma tendencia que en el parámetro anterior. En promedio general para todos los tratamientos, el incremento fué de un 300%, que en gran medida refleja un desarrollo vegetativo adecuado de las plantas establecidas. Por lo que se refiere a culmos florales, únicamente representaron un 16% de la totalidad de culmos, resultando por consiguiente una mayor proporción de culmos vegetativos.

Con respecto a la productividad, se observó un incremento considerable sobre todo en las estructuras semicírcu-

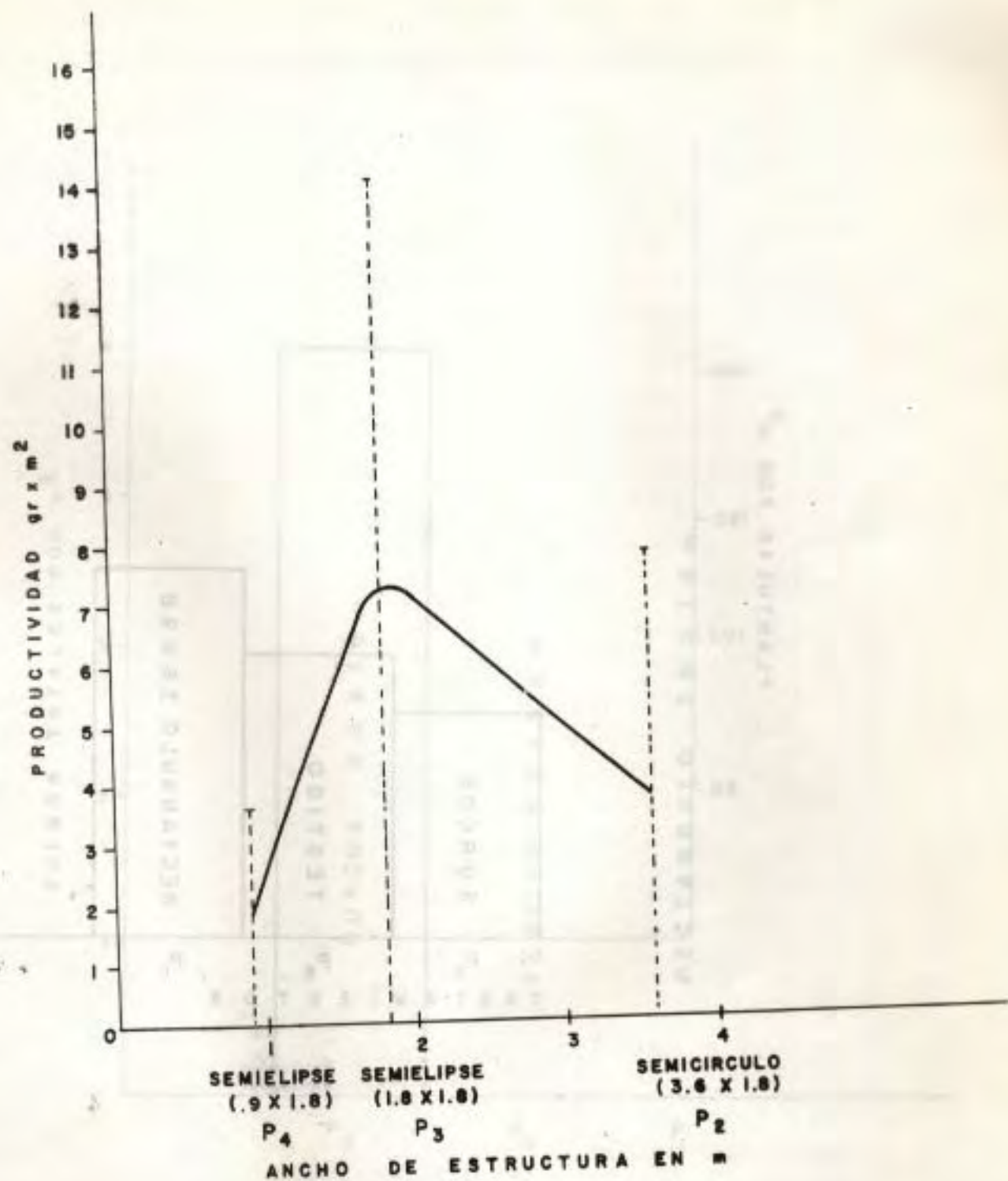


Figura 10. Efecto del poceo en la productividad, mostrándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1975.

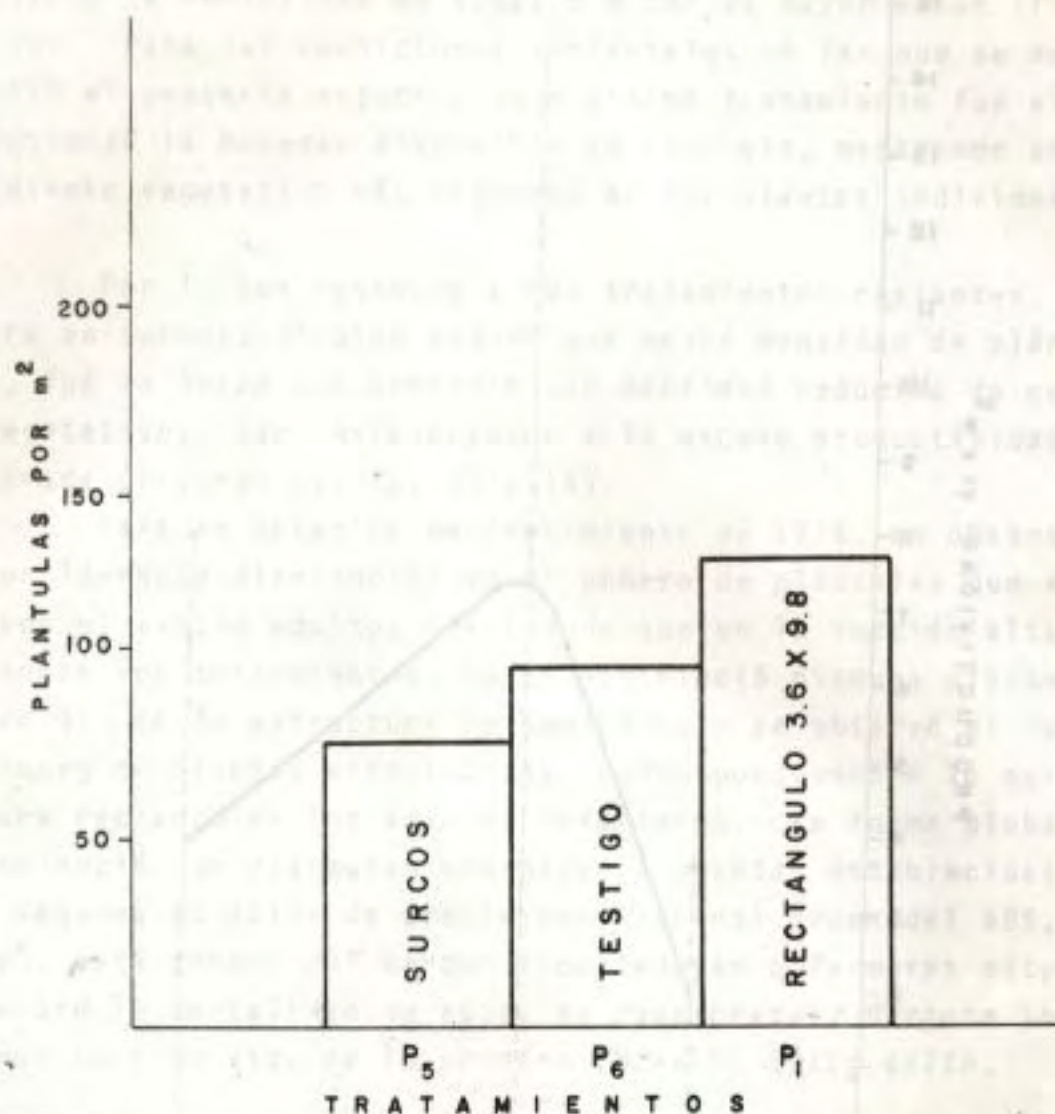


Figura 11. Densidad de plántulas en 3 estructuras para establecimiento de pastizales. 1975.

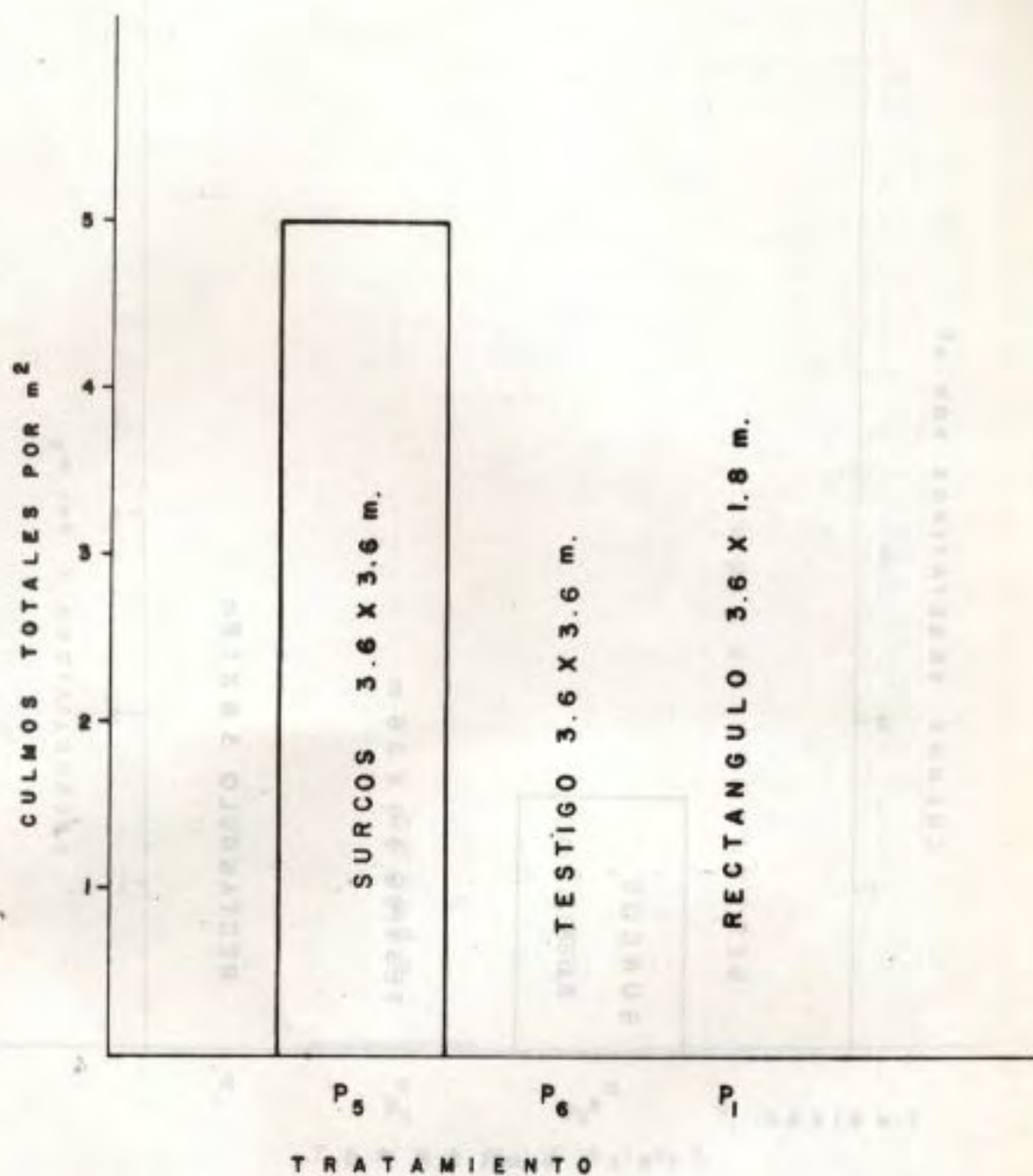


Figura 12. Densidad de culmos totales en tres estructuras para establecimiento de pastizales. 1975.

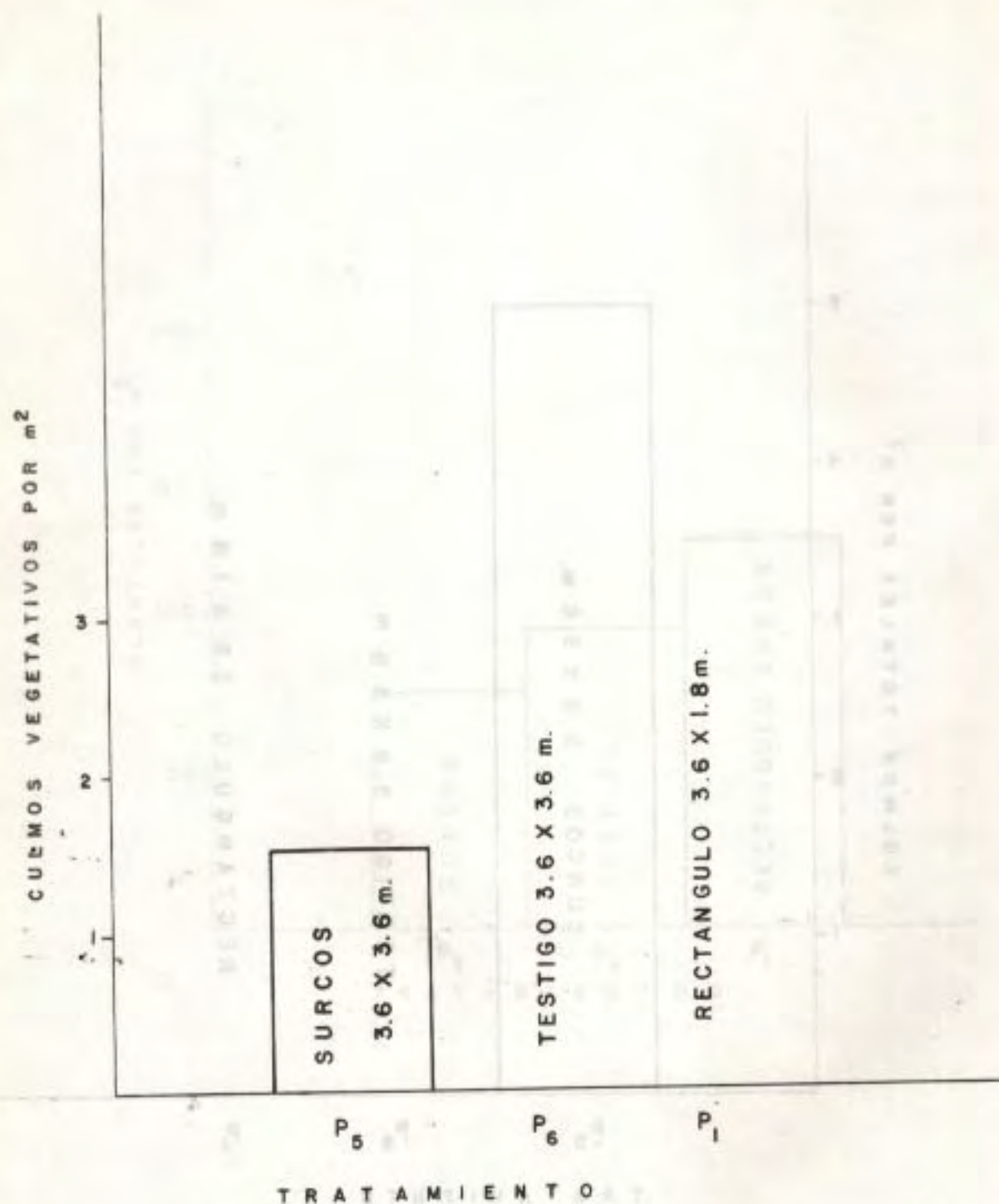


Figura 13. Densidad de culmos vegetativos en tres estructuras para establecimiento de pastizales, 1975.



Figura 14. Productividad en tres estructuras para establecimiento de pastizales. 1975.

Cuadro 9. Comparación del efecto de diferentes dimensiones de estructuras de poceo en el establecimiento de pastizales. 1976.

Parámetro	Sección ¹⁾	T R A T A M I E N T O S					
		Testigo	Surcos	Rectángulo (3.6x1.8)	Semielipse .9x1.8	Semielipse 1.8x1.8	Semicírculo 3.6x1.8
Densidad plantas/m ²	A			7.5	75	47	207
	B			0	75	32	140
	C			0	0	0	0
	$\bar{x}$	45	26	2.5	50	26.3	115
Culmos totales por m ²	A			43	124	157	660
	B			0	248	125	565
	C			0	0	0	0
	$\bar{x}$	29	111	14	124	94	408
Culmos florales/m ²	A			0	25	33	125
	B			0	8	0	67.5
	C			0	0	0	0
	$\bar{x}$	12.5	17	0	10.8	10.8	64.2
Culmos vegetativos/m ²	A			43	99	124	535
	B			0	240	125	498
	C			0	0	0	0
	$\bar{x}$	17	94	14	113	83	344
Productividad forraje seco g/m ²	A			3.8	15.8	14.5	75.2
	B			0	8.5	3.0	52.8
	C			0	0	0	0
	$\bar{x}$	8.5	12.8	1.3	8.1	5.8	42.7

1) A Sección bajo; B Sección media; C Sección alta; $\bar{x}$ Media general.

lar de 3.6x1.8 m, semielíptica de .9x1.8 m y surcos. La estructura semielíptica de 1.8x1.8 m que en el primer año de establecimiento resultó con la mayor productividad, en el presente ciclo presentó una ligera disminución, debido probablemente al fuerte disturbio ocasionado por roedores de galerías subterráneas.

Al igual que en el año anterior, se calcularon los límites de confianza para un 95% de probabilidades en todos los parámetros analizados (Cuadro 10). En promedio general el rango de los límites de confianza calculados para las estructuras de semicírculo y semielipse fueron menores que el primer año de establecimiento. Si bien la estructura semielíptica de 1.8x1.8 m obtuvo los menores valores para todos los parámetros, presentó los rangos más confiables (Figuras 15, 16, 17, 18 y 19). Se observa, que el comportamiento de la estructura semicircular 3.6x1.8 m siempre fue superior para todos los parámetros en los dos años de estudio.

Para los tratamientos restantes, la estructura rectangular mostró la menor eficiencia en todos los parámetros estudiados, observándose que la siembra en surcos logró superarse significativamente para todos los parámetros (Figuras 20, 21, 22, 23 y 24).

En lo que se refiere al comportamiento individual de las especies sembradas, el zacate africano no logró establecerse en ninguno de los tratamientos, sin embargo, el zacate gigante resultó con el mejor establecimiento en todos los tratamientos con excepción de la siembra en surcos (Cuadro 11).

Considerando el área establecida dentro de cada estructura, los mayores porcentajes de establecimiento se encontraron en la semielipse de 1.8x1.8 m, .9x1.8 m y semicírculo de 3.6x1.8 m, obteniéndose 6.3%, 3.5% y 2.8% respectivamente.

Con los resultados obtenidos es pertinente señalar que los sistemas de pocoo del tipo semicircular o semielíptico, presentan características altamente favorables para el es-

Cuadro 10. Límites de confianza con un 95% de probabilidades para el establecimiento de pastizales en diferentes estructuras de poceo. 1976.

TRATAMIENTO	P	A	R	A	M	E	T	R	O	S	Culmos Vegetativos	Productividad g/m ²
	Densidad de plantas	Total de culmos	individuos/m ²	Culmos Florales	Culmos Vegetativos							
P ₁ Rectángulo 3.6x1.8	2.50 ⁺ 1.69	14 ⁺ 9.6		0 ⁺ 0	14.25 ⁺ 9.64						1.3 ⁺ .81	
P ₂ Semicírculo 3.6x1.8	115 ⁺ 3.81	408 ⁺ 138		64 ⁺ 2.0	344.0 ⁺ 110.3						42.7 ⁺ 15.2	
P ₃ Semiélipse 1.8x1.8	26.5 ⁺ 2.03	94 ⁺ 16.07		10.8 ⁺ 5.3	83.25 ⁺ 1.39						5.8 ⁺ 2.8	
P ₄ Semiélipse .9x1.8	49.75 ⁺ 20.51	124 ⁺ 65.36		10.8 ⁺ 5.3	113.5 ⁺ 17.89						8.1 ⁺ 5.1	
P ₅ Surcos 3.6x3.6	25.5 ⁺ 1.92	111 ⁺ 18.92		17.0 ⁺ 4.4	93.75 ⁺ 16.97						12.8 ⁺ 12.0	
P ₆ Testigo 3.6x3.6	45 ⁺ 22.32	29.25 ⁺ 17.0		12.5 ⁺ 3.6	16.75 ⁺ 9.7						8.5 ⁺ 4.9	



Figura 15. Densidad de plantas en tres dimensiones de pocoo para un 95% de límites de confianza. 1976.

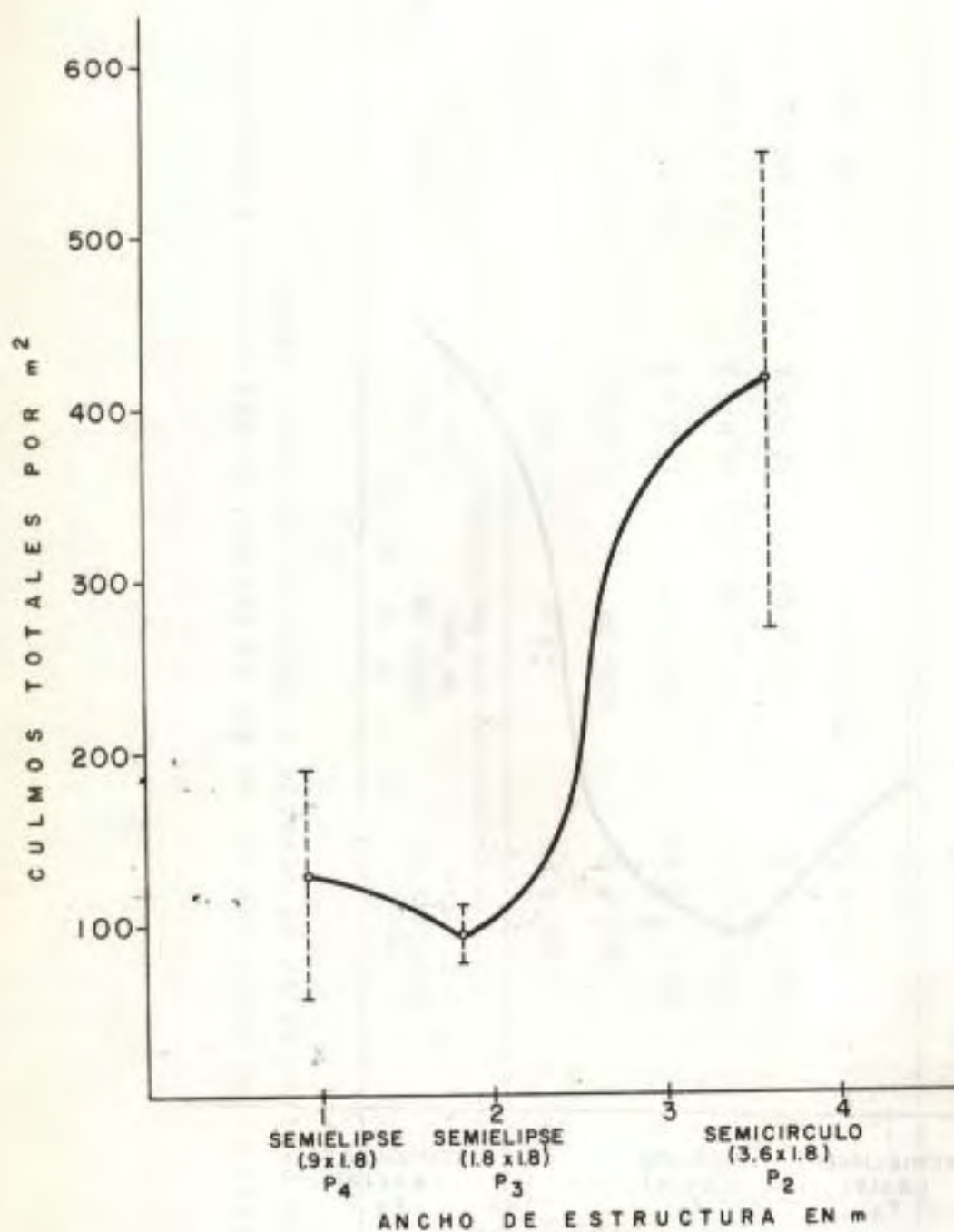


Figura 16. Efecto de tres dimensiones de poceo en la densidad de culmos totales, mostrando los rangos para un 95% de límites de confianza. 1976.

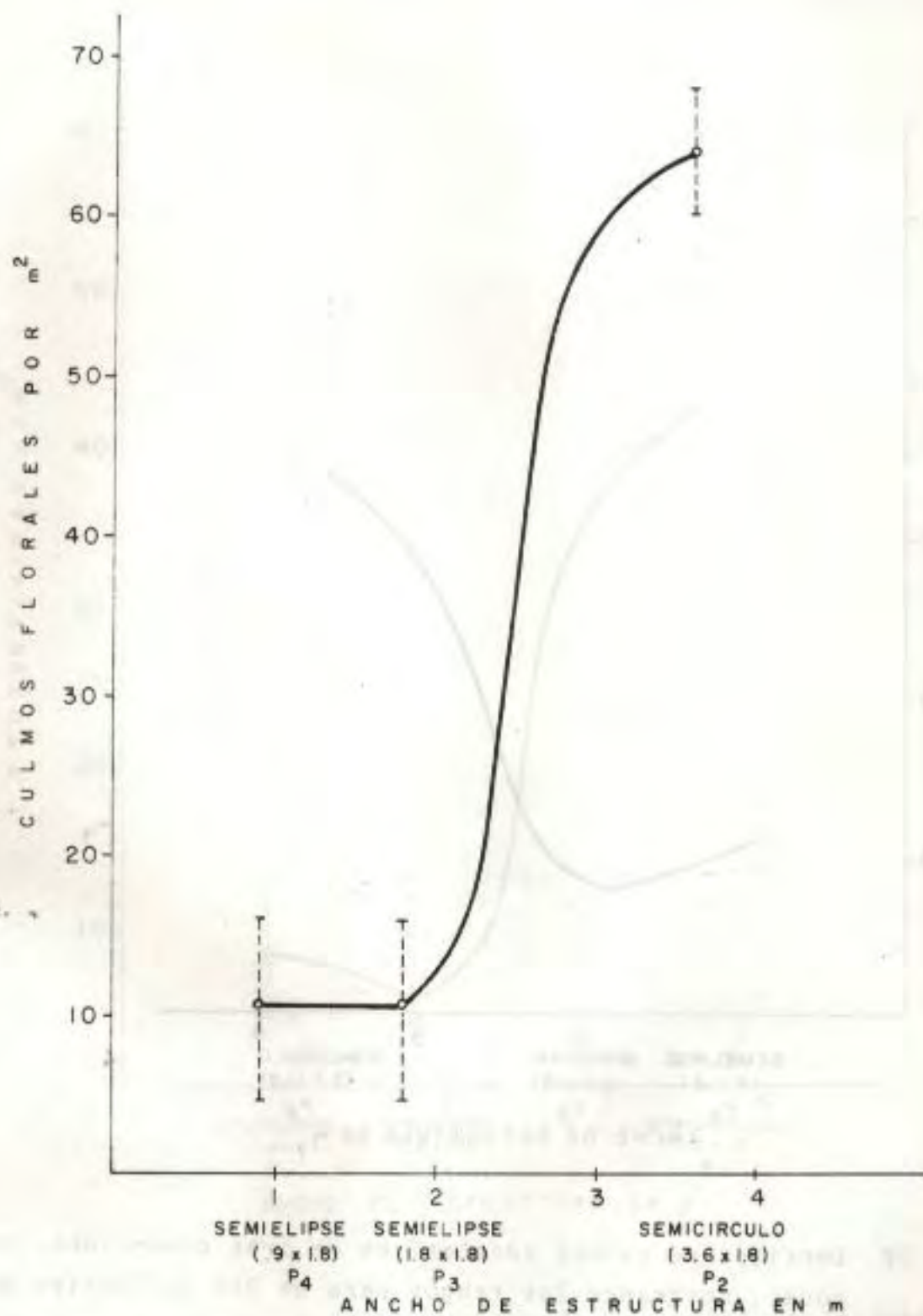


Figura 17. Efecto de tres dimensiones de poceo en la densidad de culmos florales, señalando los rangos para un 95% de límites de confianza. 1976.

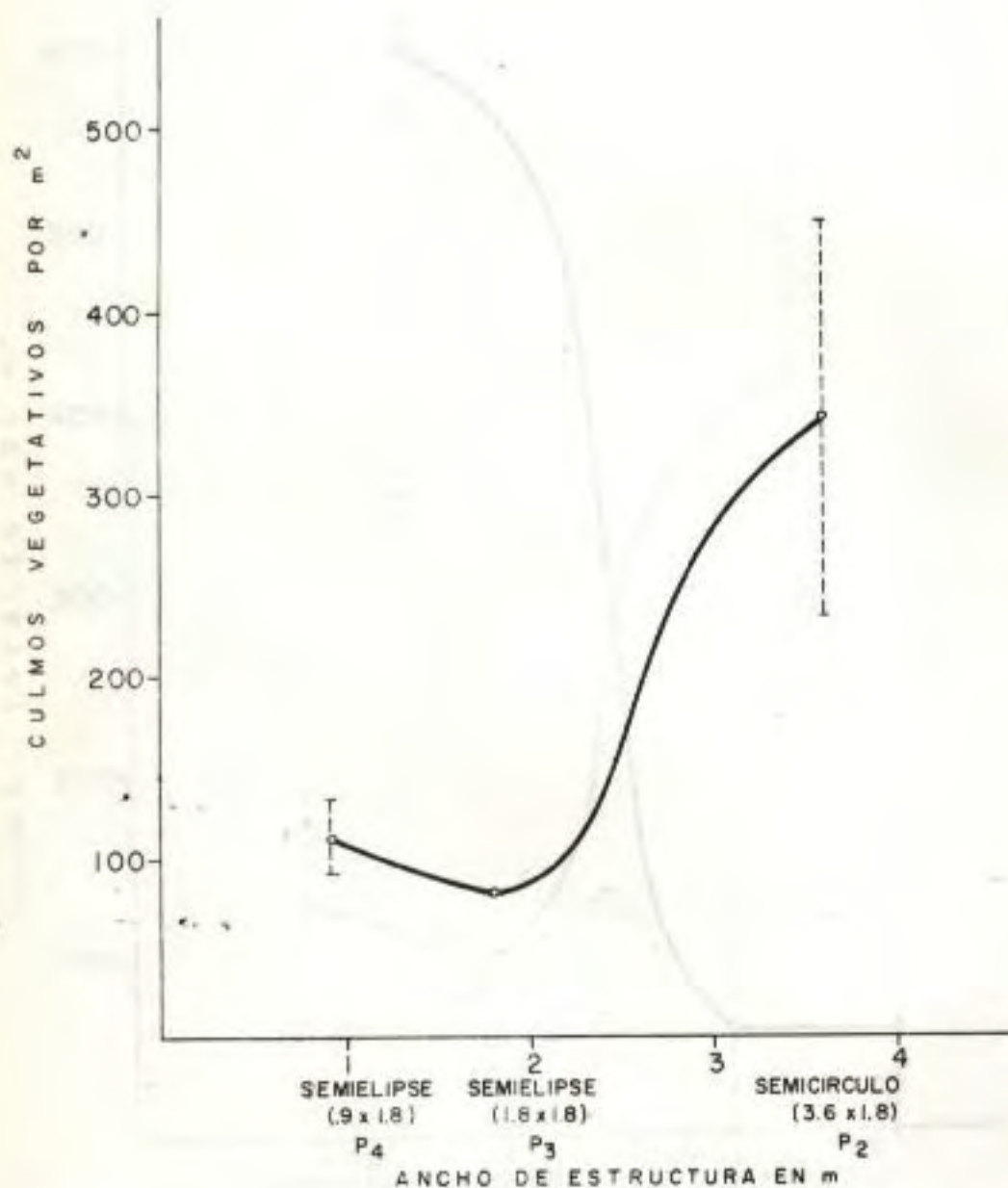


Figura 18. Densidad de culmos vegetativos en tres dimensiones de poceo, mostrando los rangos para un 95% de límites de confianza. 1976.

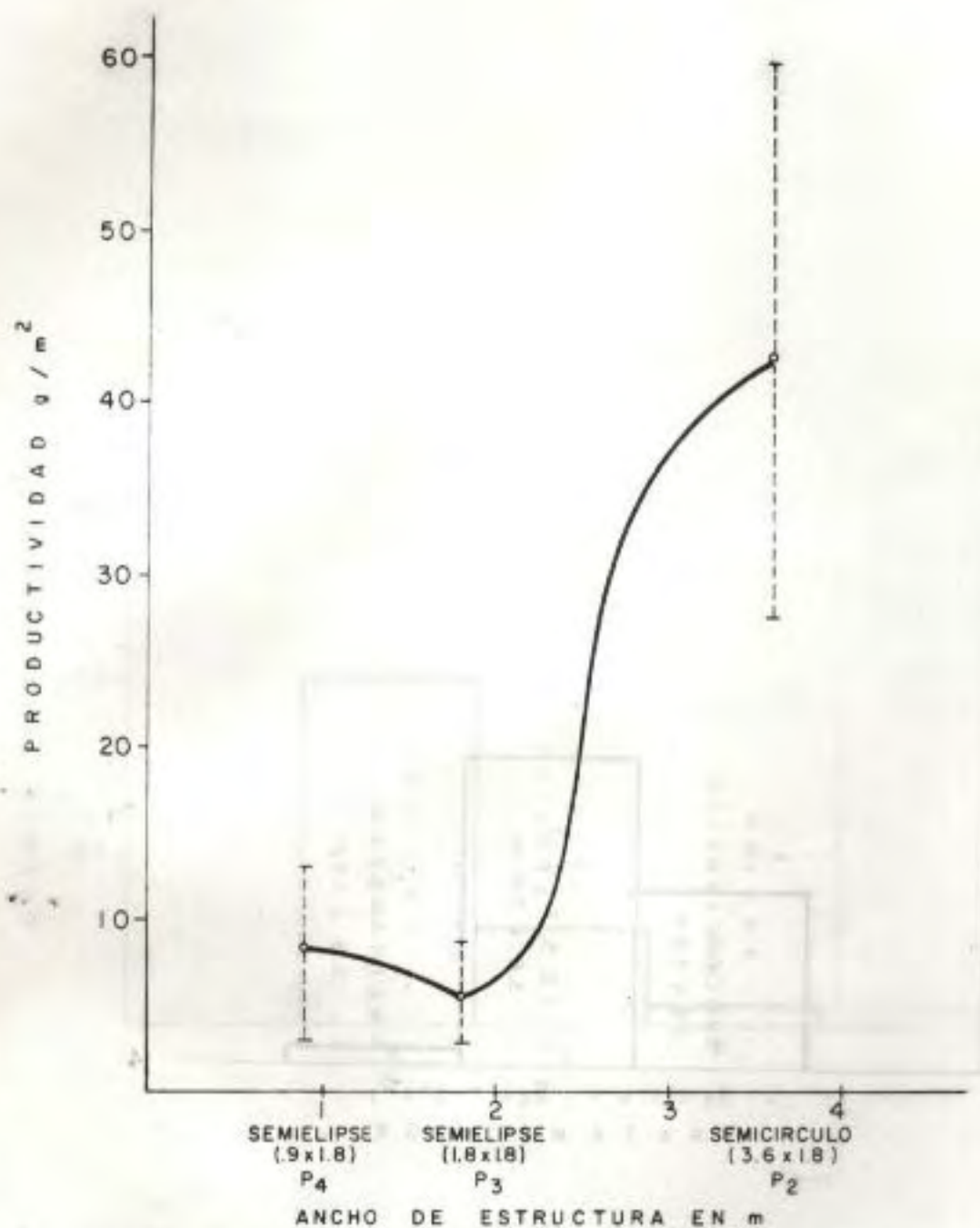


Figura 19. Efecto de tres dimensiones de poceo en la productividad, indicando los rangos para un 95% de límites de confianza. 1976.

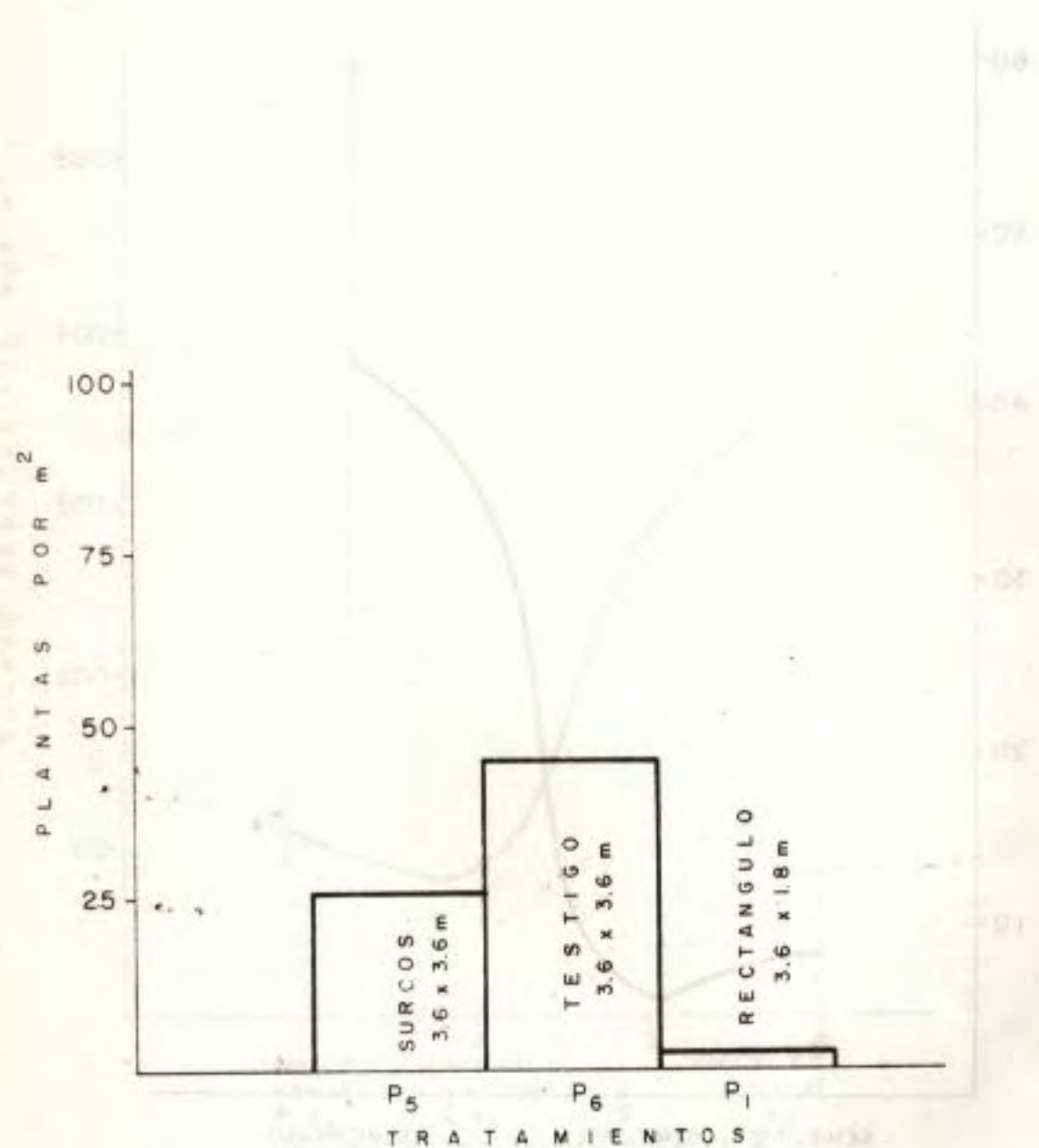


Figura 20. Densidad de plantas en tres estructuras para establecimiento de pastizales. 1976.

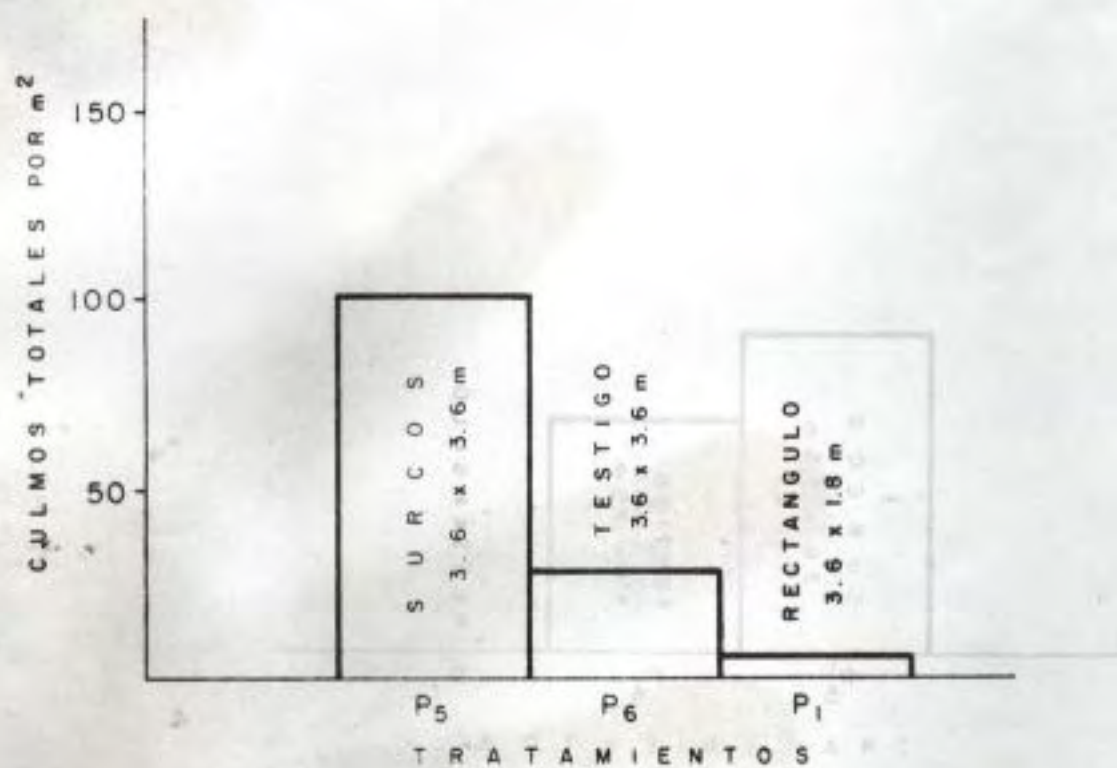


Figura 21. Densidad de culmos totales en tres estructuras para establecimiento de pastizales, 1976.

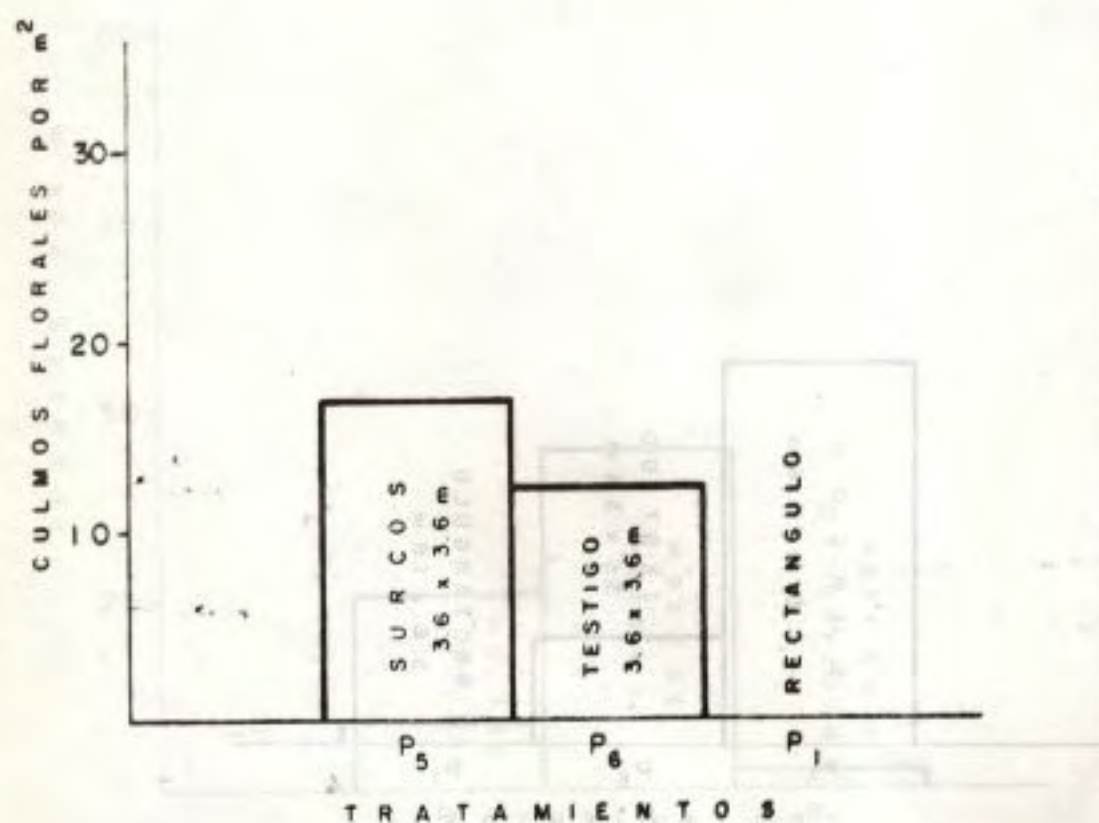


Figura 22. Densidad de culmos florales en tres estructuras para establecimiento de pastizales. 1976.

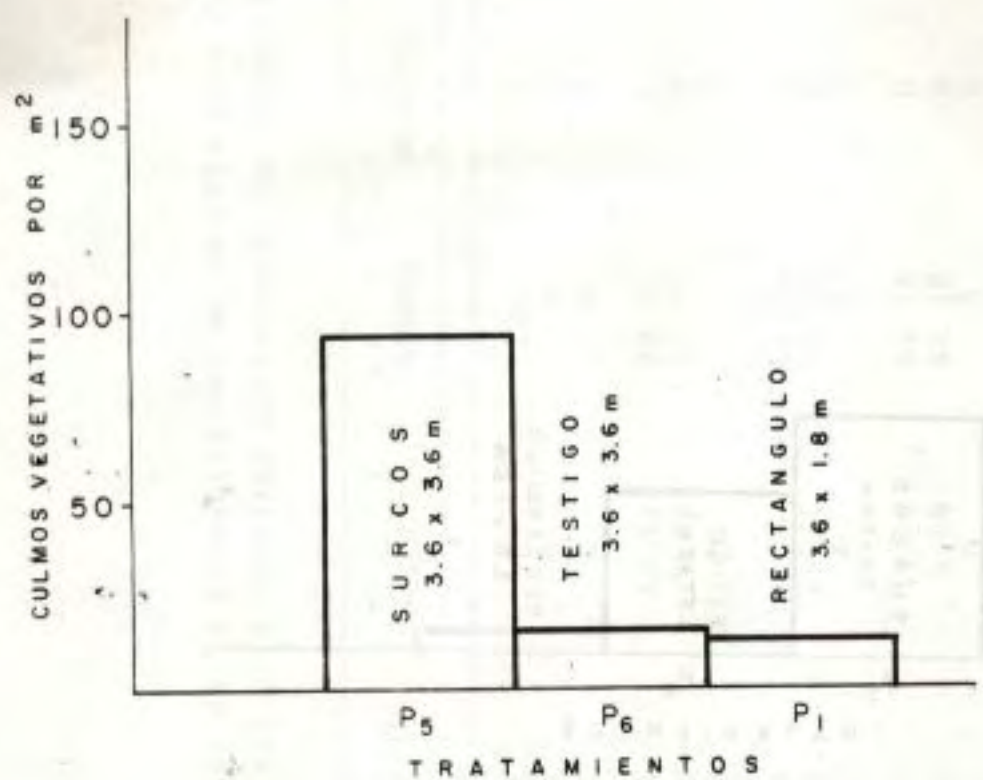


Figura 23. Densidad de culmos vegetativos en tres estructuras para establecimiento de pastizales. 1976.

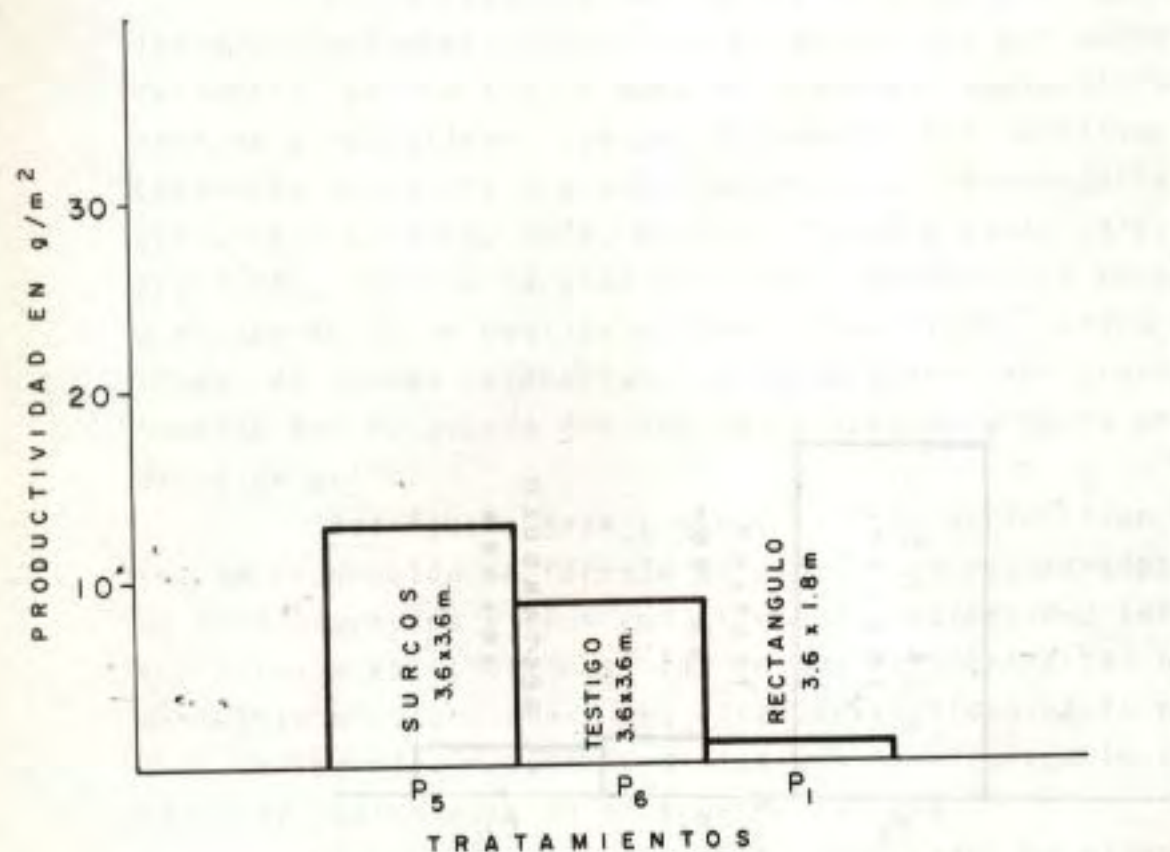


Figura 24. Productividad de tres estructuras para establecimiento de pastizales. 1976.

Cuadro 11. Proporción de la productividad en materia seca de la mezcla de gramíneas
resembradas en diferentes estructuras de poceo. 1976.

TRATAMIENTO	SECCION	E						I	E	S
		BANDERILLA	S	P	E	AFRICANO	NAVAJITA			
				GIGANTE						BUFFEL
P ₁	A	0		100		0	0	0	0	0
	B	0		0		0	0	0	0	0
	C	0		0		0	0	0	0	0
P ₂	A	42.11		28.95		0	28.95	0	0	0
	B	9.43		54.72		0	35.85	0	0	0
	C	0				0	0	0	0	0
P ₃	A	0		97.90		0	0	0	2.1	
	B	25.81		64.52		0	9.68	0	0	0
	C	0		0		0	0	0	0	0
P ₄	A	5.13		89.74		0	5.13	0	0	0
	B	9.09		68.18		0	22.73	0	0	0
	C	0		0		0	0	0	0	0
P ₅		0		23.44		0	79.31	0	6.25	
P ₆		0		100		0	0	0	0	

establecimiento de pastizales bajo las condiciones de precipitación escasa e irregular, en áreas que presentan pendientes menores al 5%; en estas condiciones los escurrimientos superficiales son sumamente escasos. Lo anterior ha sido verificado en estudios de establecimiento de pastizales en microcuencas llevadas a cabo en años anteriores (CNIZA, 1972, 1973, 1974; Reynaga et al, 1976; Aguirre, Gastó y Nava, 1976).

Evaluación del efecto del microrelieve en el establecimiento de pastizales

Durante la estación de crecimiento de 1975, la emergencia de plántulas por m^2 resultó mayor en la posición baja de todos los tratamientos, obteniéndose los valores más elevados en el tratamiento M6, lo cual nos indica de manera determinante las excelentes condiciones hídricas que ocurrieron en esta posición. Para la posición ladera baja la densidad más alta se encontró en el tratamiento M4, obteniéndose los valores más bajos en los tratamientos M2 y M6, que representan las condiciones extremas del microrelieve. El tratamiento M3 resultó superior en las posiciones ladera alta y cumbre, mostrando asimismo la mejor distribución del establecimiento, lo cual es un reflejo de una distribución del agua de lluvia más uniforme en la estructura. Considerando el promedio de las cuatro posiciones el mejor comportamiento se observó en los tratamientos M3 y M4, los cuales, sin embargo resultaron ligeramente inferiores al testigo (Cuadro 12).

En cuanto al número de culmos por m^2 , el tratamiento M6 mostró las mejores condiciones para que las plantas completaran su ciclo vegetativo alcanzando sus valores mayores en la posición baja. Sin embargo, esta estructura tiene la desventaja de presentar una superficie considerable de suelo desnudo. Por otra parte, el tratamiento M3 se comporta con la misma tendencia, mostrando los mayores valores en las posiciones ladera alta y cumbre y presentando una cobertura casi completa de la estructura, si bien las plantas se desarrollaron con menor vigor.

Cuadro 12. Comparación del efecto de diferentes posiciones y dimensiones de microrelieve en el establecimiento de pastizales de secano, 1975.

PARAMETRO	POSICION EN EL MICRORELIEVE (1)	T R A T A M I E N T O S (2)					
		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆
Densidad plántulas por m ²	A	-	110	243	290	279	419
	B	-	54	233	264	146	73
	C	-	60	111	102	2	8
	D	-	10	58	2	0	6
	$\bar{x}$	178	58.5	161.3	164.5	106.8	126.5
Culmos totales por m ²	A	-	57.3	215.6	478.0	624.6	969.0
	B	-	23.0	146.5	221.3	388.3	40.3
	C	-	0.83	58.3	21.6	0.0	0
	D	-	0.25	22.3	0	0.0	0.0
	$\bar{x}$	74.0	20.3	110.6	180.2	253.2	254.0
Culmos florales por m ²	A	-	14.0	76.6	269.0	307.3	479.0
	B	-	41.6	58.3	100.6	271.6	33.3
	C	-	0.8	25.0	11.6	0.0	0.0
	D	-	0.8	10.0	0.0	0.0	0.0
	$\bar{x}$	20.6	14.3	42.5	95.3	144.7	128.1
Culmos vegetativos por m ²	A	-	4.3	139.0	209.0	317.3	490.0
	B	-	19.0	88.3	120.6	116.6	14.0
	C	-	0.0	33.3	10.0	0.0	0.0
	D	-	1.6	12.3	0.0	0.0	0.0
	$\bar{x}$	58.3	6.2	68.2	84.0	108.5	126.0
Productividad materia seca g/m ²	A	-	3.33	31.58	81.99	119.74	199.66
	B	-	1.74	22.66	36.66	32.91	12.44
	C	-	2.49	8.49	2.16	0.0	0
	D	-	0	4.20	0.0	0.0	0
	$\bar{x}$	4.60	1.89	16.73	30.20	38.16	53.02

(1) A Baja; B Ladera baja; C Ladera alta; D Cumbre; $\bar{x}$ Media general

(2) Ancho del microrelieve, M₁ Testigo; M₂ 0.37; M₃ 0.75; M₄ 1.5; M₅ 3.0; M₆ 6.0 en m.

Analizando el número de culmos florales establecidos en las posiciones baja y ladera baja se observa que a menor amplitud de la estructura corresponde una menor cantidad de culmos. Se puede apreciar de una manera clara que a mayor concentración de agua el número de culmos tiende a aumentar; en promedio para las cuatro posiciones el tratamiento M5 fué mejor para este parámetro (Cuadro 12).

En cuanto a la presencia de culmos vegetativos por m^2 , se observó la misma tendencia que el parámetro anterior, manifestándose en los tratamientos M1, M2 y M3 una mayor proporción de culmos vegetativos que no alcanzaron a completar su desarrollo total, así como un alto porcentaje de mortalidad de plántulas.

Para todos los parámetros analizados se calculó los límites de confianza con un 95% de probabilidad (Cuadro 13).

En cuanto al número de plántulas emergidas el testigo alcanzó el mayor valor. Sin embargo, las plántulas mostraron un desarrollo raquítico. De las 5 estructuras de microrelieve comparadas los tratamientos M4 y M3 respectivamente alcanzaron los más altos valores (Figura 25).

Para el total de culmos por M^2 se observa que a medida que disminuye la amplitud de las estructuras de microrelieve, se reduce su número (Figura 26). De esto se deduce la ineficiencia de algunas estructuras para proporcionar en forma satisfactoria los requerimientos mínimos de humedad para el buen desarrollo de las plántulas emergidas.

Considerando el número de plantas que alcanzaron a completar su ciclo vegetativo, se observa una tendencia a disminuir el número de culmos florales al reducirse la amplitud de la estructura, encontrándose el valor máximo en el tratamiento M5 (Figura 27).

Si se analiza el número de culmos vegetativos se aprecia una disminución gradual a partir de la estructura de mayor amplitud (Figura 28).

Finalmente al comparar la eficiencia de las estruc-

Cuadro 13. Establecimiento de gramíneas en diversas estructuras de microrelieve, presentando los límites de confianza con un 95% de probabilidad. 1975.

TRATAMIENTO	Densidad de Plántulas	Total de Culmos	P A R A M E T R O S		Productividad g/m ²
			Culmos Florales Individuos/m ²	Culmos Vegetativos	
6 x 10 m ₆	126.69 ⁺ 13.08	253.99 ⁺ 93.76	127.83 ⁺ 35.43	126.16 ⁺ 69.40	53.10 ⁺ 12.04
3 x 10 m ₅	106.56 ⁺ 17.79	253.49 ⁺ 223.38	144.83 ⁺ 135.81	108.66 ⁺ 88.95	38.17 ⁺ 12.72
1.5 x 10 m ₄	166.94 ⁺ 23.51	185.41 ⁺ 47.53	100.33 ⁺ 38.27	85.08 ⁺ 16.73	30.21 ⁺ 18.62
.75 x 10 m ₃	161.19 ⁺ 58.39	108.66 ⁺ 68.11	46.67 ⁺ 28-53	62.00 ⁺ 43.57	17.96 ⁺ 7.34
.37 x 10 m ₂	58.56 ⁺ 23.41	21.66 ⁺ 15.02	5.08 ⁺ 4.06	10.08 ⁺ 9.97	1.90 ⁺ 1.31
Testigo m ₁	177.50 ⁺ 36.78	79.12 ⁺ 55.63	20.83 ⁺ 23.57	44.83 ⁺ 47.34	4.60 ⁺ 0

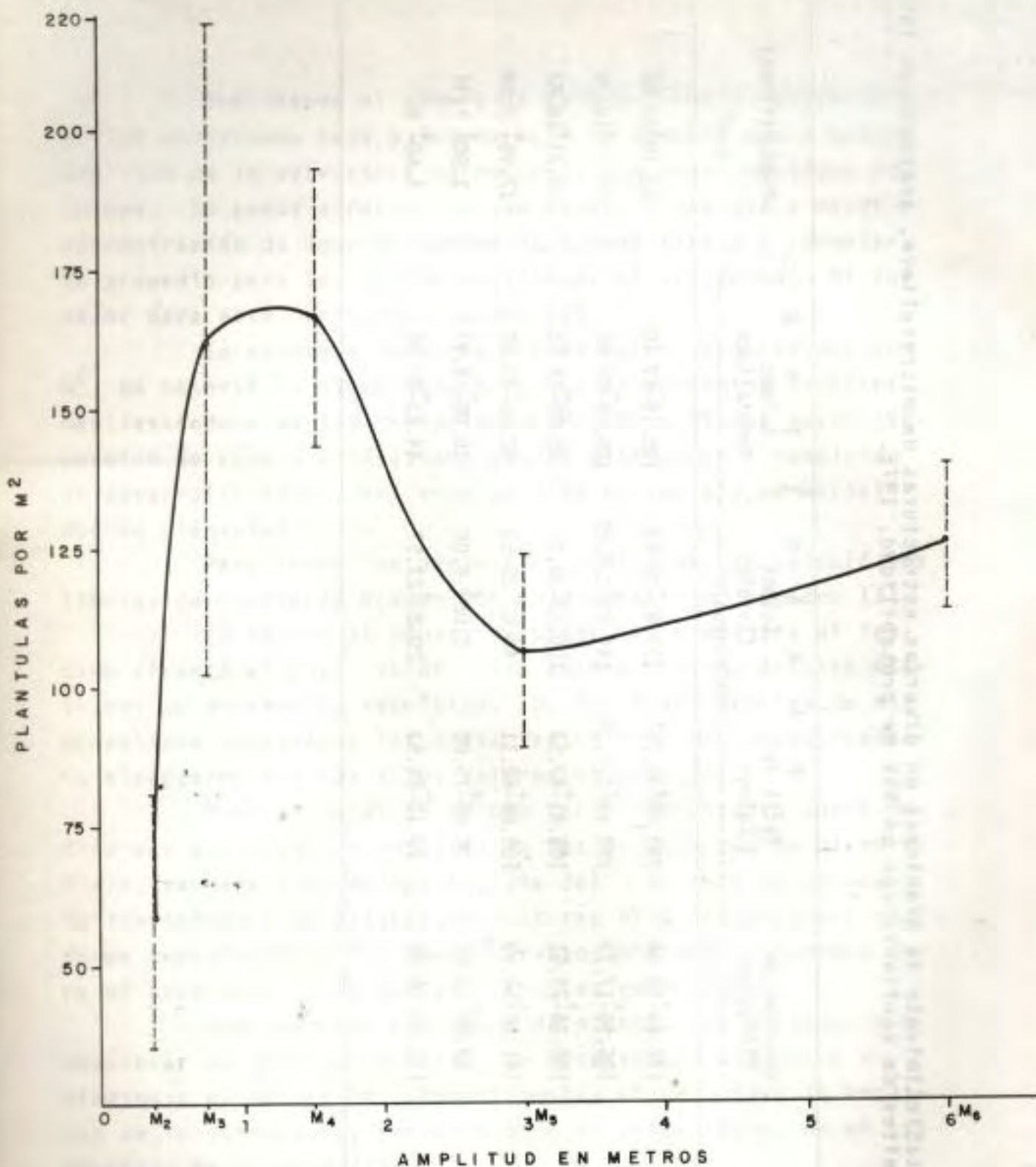


Figura 25. Efecto del microrelieve en la densidad de plántulas energidas; señalándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1975.

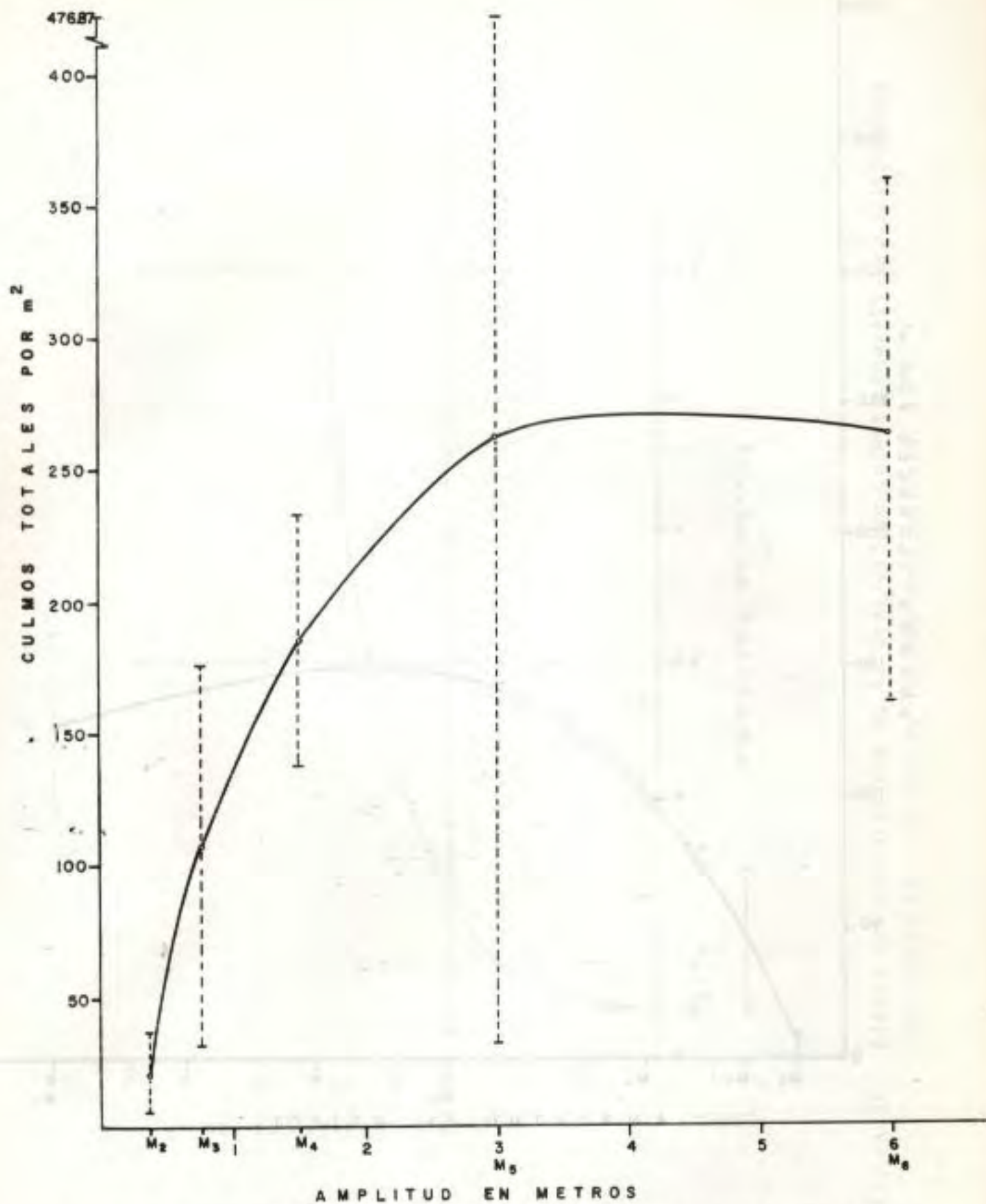


Figura 26. Efecto del microrelieve en la densidad de culmos totales; mostrándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1975.

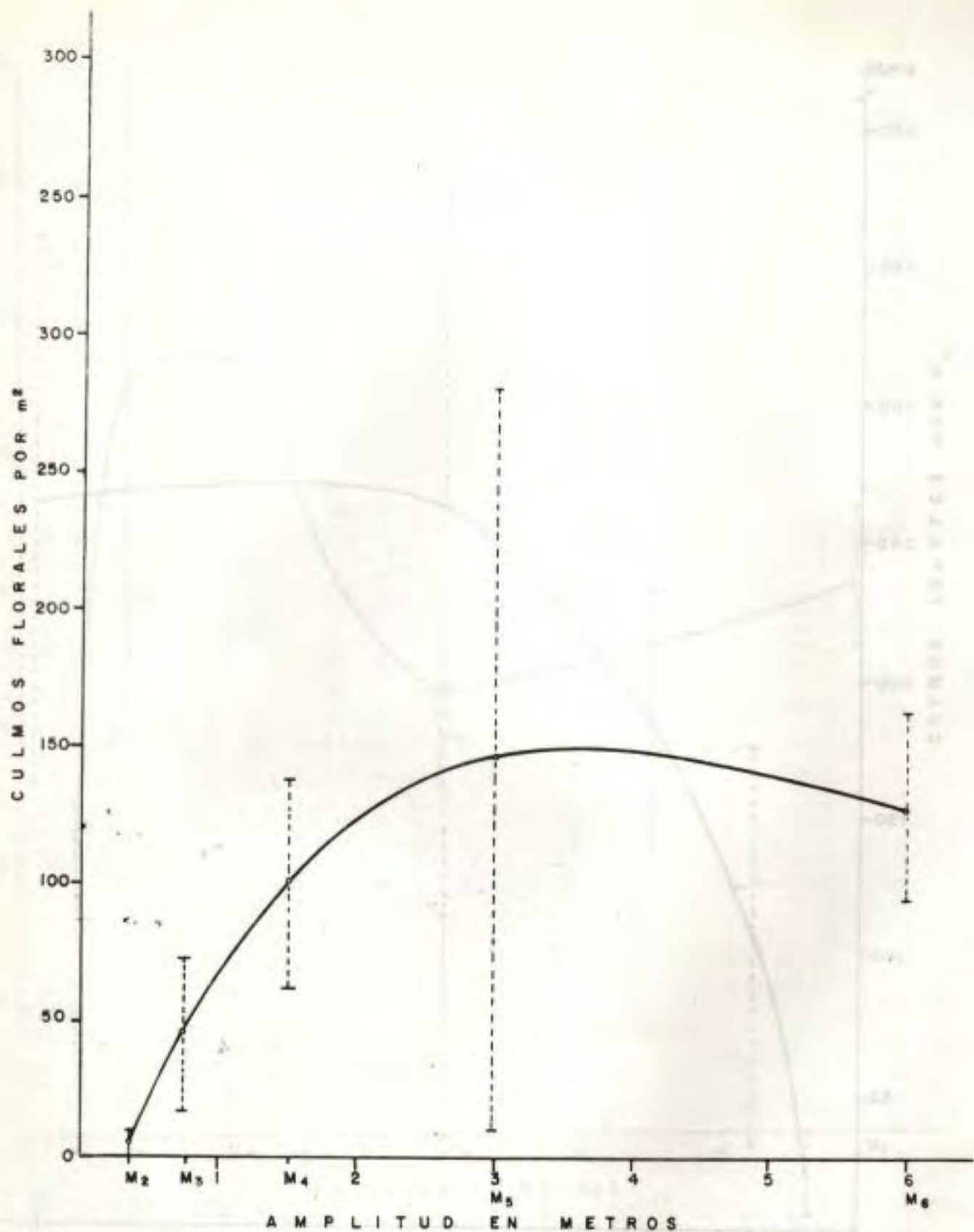


Figura 27. Densidad de culmos florales en diversas estructuras de microrelieve; indicándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1975.

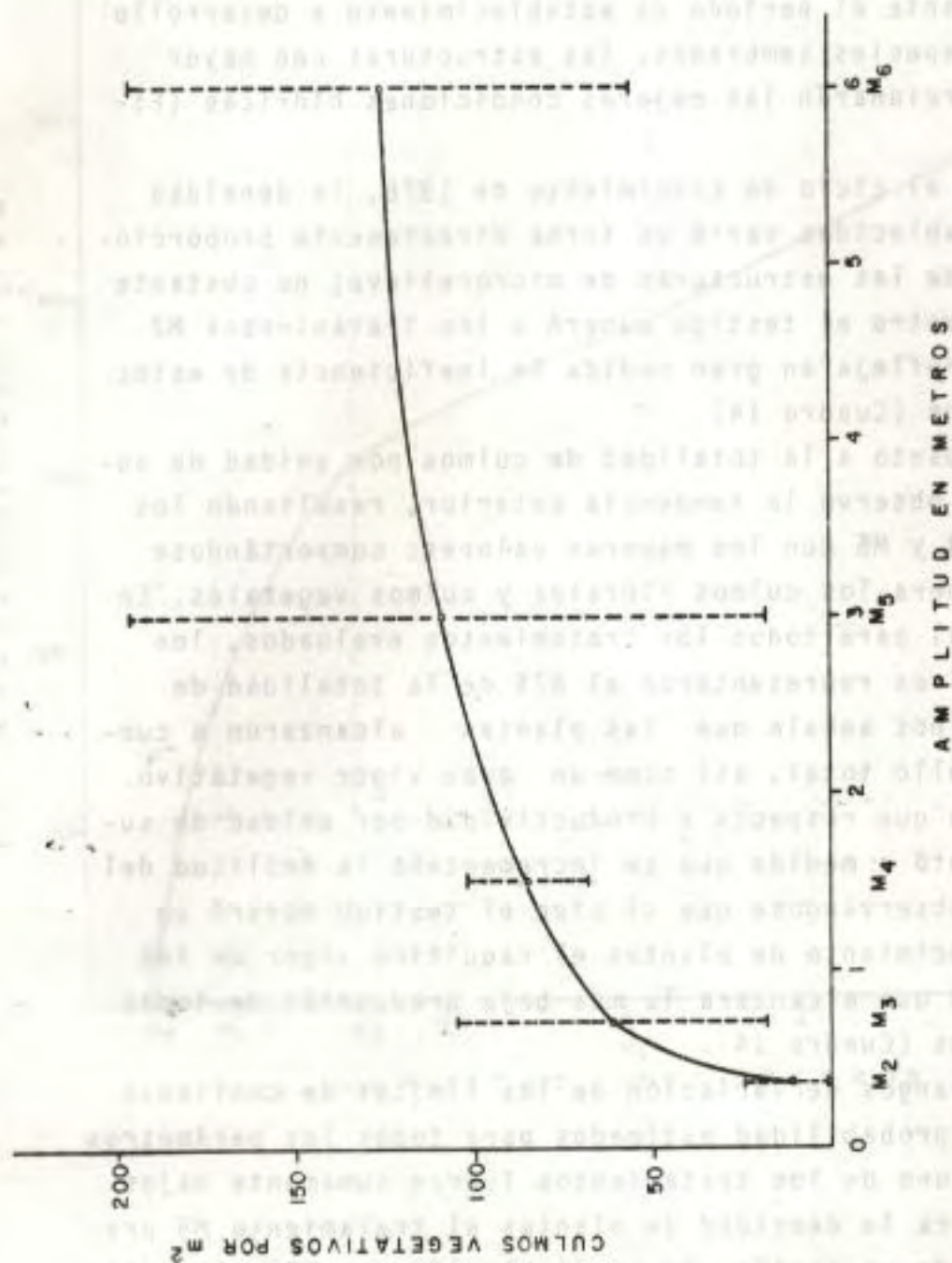


Figura 28. Efecto del microrelieve en la densidad de culmos vegetativos; señalándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1975.

turas bajo estudio en términos de productividad por unidad de superficie, se observa que el rendimiento de materia seca aumenta proporcionalmente al incrementarse la amplitud de las estructuras. Lo anterior nos sugiere que para la precipitación registrada durante el período de establecimiento y desarrollo total de las especies sembradas, las estructuras con mayor amplitud proporcionarán las mejores condiciones hídricas (Figura 29).

Para el ciclo de crecimiento de 1976, la densidad de plantas establecidas varió en forma directamente proporcional al tamaño de las estructuras de microrelieve; no obstante para este parámetro el testigo superó a los tratamientos M2 y M3, lo cual refleja en gran medida la ineficiencia de estos dos tratamientos (Cuadro 14).

En cuanto a la totalidad de culmos por unidad de superficie no se observó la tendencia anterior, resultando los tratamientos M4 y M5 con los mayores valores; comportándose de la misma manera los culmos florales y culmos vegetales. En promedio general para todos los tratamientos evaluados, los culmos vegetativos representaron el 67% de la totalidad de culmos; lo que nos señala que las plantas alcanzaron a cumplir su desarrollo total, así como un gran vigor vegetativo.

En lo que respecta a productividad por unidad de superficie, aumentó a medida que se incrementaba la amplitud del microrelieve, observándose que si bien el testigo mostró un regular establecimiento de plantas el raquítico vigor de las mismas ocasionó que alcanzara la mas baja producción de todos los tratamientos (Cuadro 14).

Los rangos de variación de los límites de confianza para un 95% de probabilidad estimados para todos los parámetros dentro de cada uno de los tratamientos fueron sumamente bajos (Cuadro 15). Para la densidad de plantas el tratamiento M5 presentó el rango de variación más confiable (Figura 30). En cuanto a la totalidad de culmos y culmos florales el tratamiento M6 presentó los valores más aceptables, lo cual nos indica la ma-

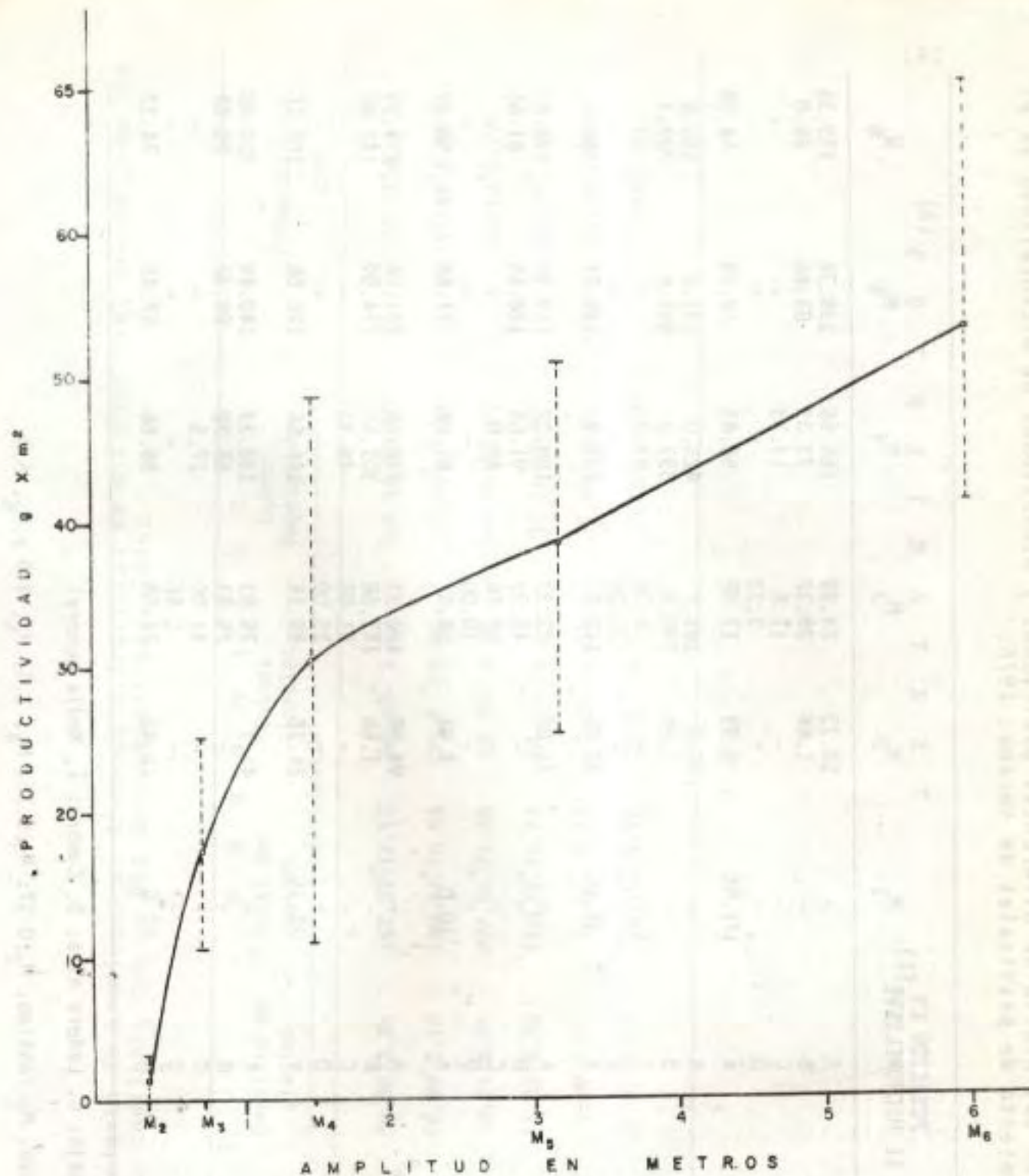


Figura 29. Efecto del microrelieve en la productividad, mostrándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1975.

Cuadro 14. Comparación del efecto de diferentes posiciones y dimensiones de microrelieve en el establecimiento de pastizales de secano, 1976.

PARAMETRO	POSICION EN EL MICRORELIEVE	M ₁ - T R A T A M I E N T O S (2)									
		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₅	M ₆	M ₅	M ₆
Densidad de plantas por m ²	A	-	18.33	24.99	166.66	136.32	153.33	136.32	153.33	136.32	153.33
	B	-	1.66	28.32	73.33	81.66	65.0	81.66	65.0	81.66	65.0
	C	-	-	11.6	13.33	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	3.33	-	-	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	31.66	4.99	17.08	50.83	54.99	54.58	54.99	54.58	54.99	54.58
Culmos totales por m ²	A	-	126.6	161.7	425.0	391.6	446.6	391.6	446.6	391.6	446.6
	B	-	1.66	190.0	393.3	401.6	203.3	401.6	203.3	401.6	203.3
	C	-	-	68.30	93.3	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	35.00	-	-	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	35.16	32.05	113.7	227.9	198.31	162.5	198.31	162.5	198.31	162.5
Culmos florales por m ²	A	-	31.66	23.33	188.32	159.99	171.65	159.99	171.65	159.99	171.65
	B	-	-	48.32	91.65	126.65	61.66	126.65	61.66	126.65	61.66
	C	-	-	16.66	45.0	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	10.0	7.91	24.57	81.24	71.66	58.32	71.66	58.32	71.66	58.32
Culmos vegetativos por m ²	A	-	94.99	138.33	236.66	231.66	274.99	231.66	274.99	231.66	274.99
	B	-	1.66	141.66	301.65	274.99	141.66	274.99	141.66	274.99	141.66
	C	-	-	51.66	48.33	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	25.00	-	-	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	25.16	24.16	89.16	146.66	126.66	104.16	126.66	104.16	126.66	104.16
Productividad g/m ² materia seca	A	-	41.7	25.83	133.33	140.49	220.48	140.49	220.48	140.49	220.48
	B	-	-	29.83	65.82	89.32	76.82	89.32	76.82	89.32	76.82
	C	-	-	41.00	27.5	-	-	-	-	-	-
	D	-	-	1.66	-	-	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	10.0	10.42	24.58	56.66	57.45	74.32	57.45	74.32	57.45	74.32

(1) A, Baja; B, Ladera baja; C, Ladera alta; D, Cumbre; $\bar{x}$, Media general

(2) Ancho del microrelieve; M₁, Testigo; M₂, 0.37; M₃, 0.75; M₄, 1.5; M₅, 3.0 y M₆, 6.0.

Cuadro 15. Establecimiento de grámíneas en diversas estructuras de microrelieve, presentando los límites de confianza con un 95% de probabilidad. 1976.

TRATAMIENTO	Densidad de plantas	P Total de culmos	R A M E T R O S			Productividad g/m ²
			Individuos/m ²	Culmos Florales	Culmos Vegetativos	
6 x 10 m ₆	54.58 [±] 3.95	162.53 [±] 12.17	58.33 [±] 3.23	104.16 [±] 13.09	74.32 [±] 4.0	
3 x 10 m ₅	54.99 [±] 2.15	198.33 [±] 16.64	71.7 [±] 13.84	126.66 [±] 2.84	57.46 [±] 8.94	
1.5 x 10 m ₄	50.83 [±] 5.74	227.91 [±] 21.45	81.37 [±] 5.38	146.66 [±] 12.90	56.66 [±] 9.22	
.75 x 10 m ₃	17.08 [±] 3.78	113.74 [±] 26.73	24.58 [±] 19.22	89.16 [±] 20.57	24.58 [±] 7.69	
.37 x 10 m ₂	4.99 [±] 1.09	32.08 [±] 8.13	7.91 [±] 2.07	24.16 [±] 6.06	10.33 [±] 2.88	
Testigo m ₁	31.66 [±] 7.72	35.16 [±] 8.71	10.0 [±] 6.61	25.16 [±] 2.096	9.99 [±] 4.41	

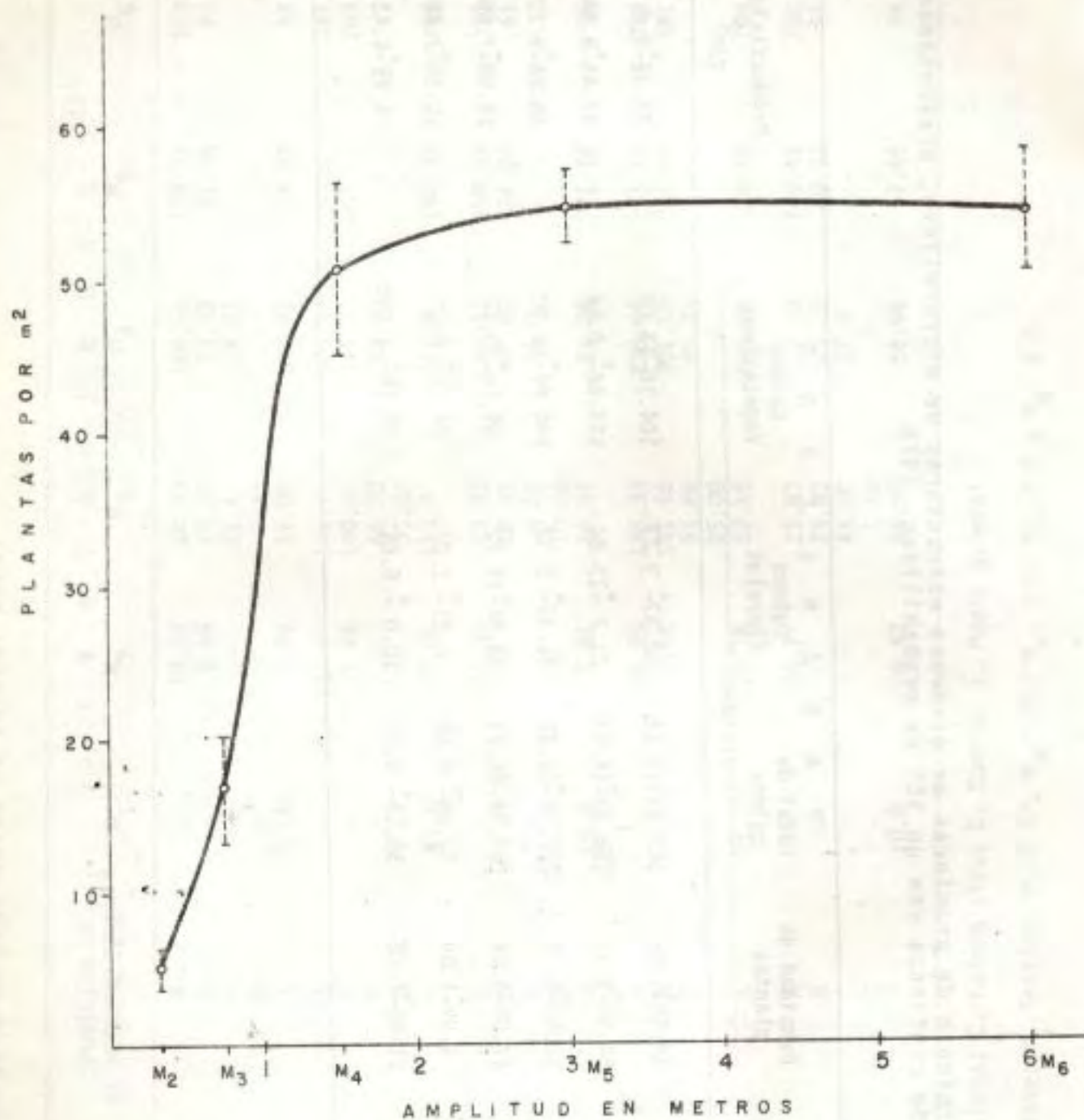


Figura 30. Efecto del microrelieve en la densidad de plantas establecidas, señalándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1976.

yor estabilidad alcanzada para estos parámetros para las condiciones climatológicas registradas en este año (Figuras 31 y 32). En cuanto a la presencia de culmos vegetativos los rangos más confiables se alcanzaron en el tratamiento M4 y M5 (Figura 33). Para la productividad de los tratamientos analizados, la confiabilidad tendió a disminuir conforme se redujo la amplitud de las estructuras de microrelieve (Figura 34).

El análisis de la superficie establecida por las especies resemebradas en las diferentes estructuras nos condujo hacia los resultados presentados en el Cuadro 16. Estadísticamente los tratamientos M6, M5 y M4, resultaron altamente significativos al 95% de probabilidad y diferentes entre sí.

Cuadro 16. Superficie establecida en diversas estructuras de microrelieve. 1976.

TRATAMIENTO	DIMENSIONES M ²	ESTABLECIMIENTO	
		M ²	%
M6	60	20.4	34
M5	30	11.5	38
M4	15	5.5	36
M3	7.5	1.0	13
M2	3.75	0.4	10.8
M1	22.0	2.1	9.5

Evaluación de la capacidad de establecimiento de diferentes gramíneas forrajeras

Durante 1974, debido a la pésima distribución y baja precipitación 105 mm, la totalidad de las especies sembradas no fueron establecidas. Si bien se observó un número insignificante de plántulas emergidas de S. alnum y P. antidotale, ninguna logró sobrevivir.

Para 1975 y con una precipitación de 169.3 mm, se observó una diferencia altamente significativa en el número de plántulas para las diferentes especies sembradas (Cuadro

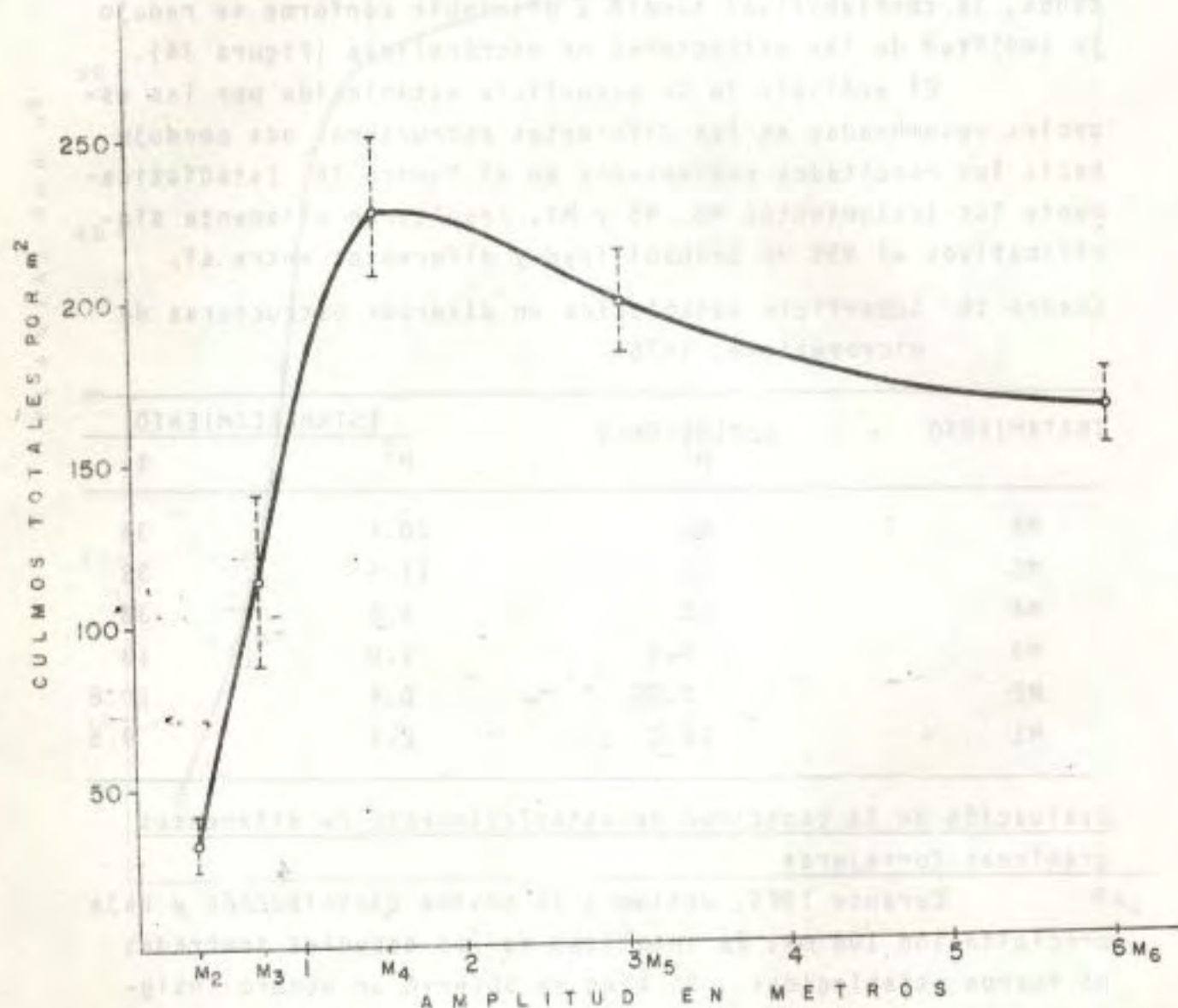


Figura 31. Efecto del microrelieve en la densidad de culmos totales, indicándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1976.

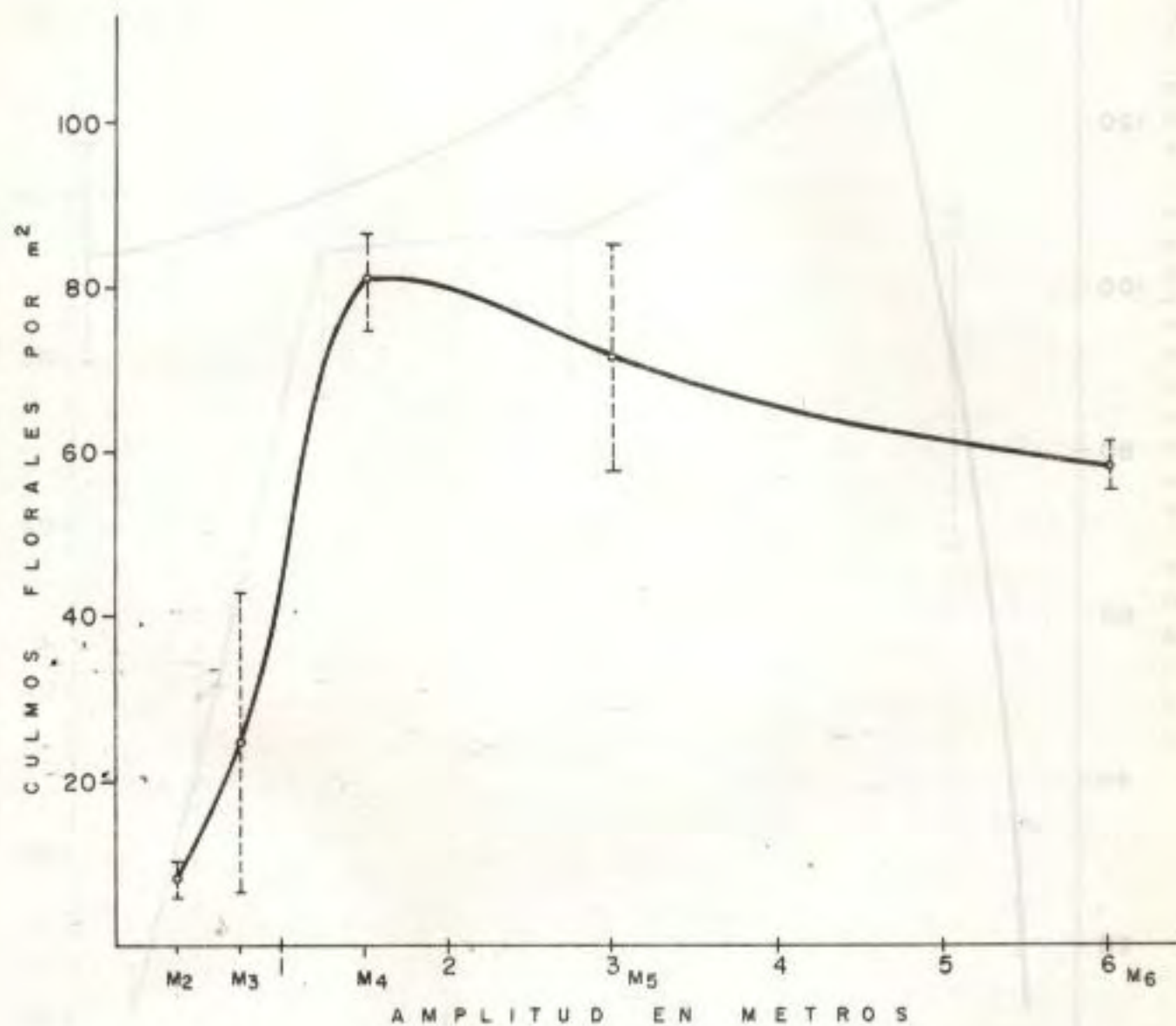


Figura 32. Densidad de culmos florales en diversas estructuras de microrelieve, señalándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1976.

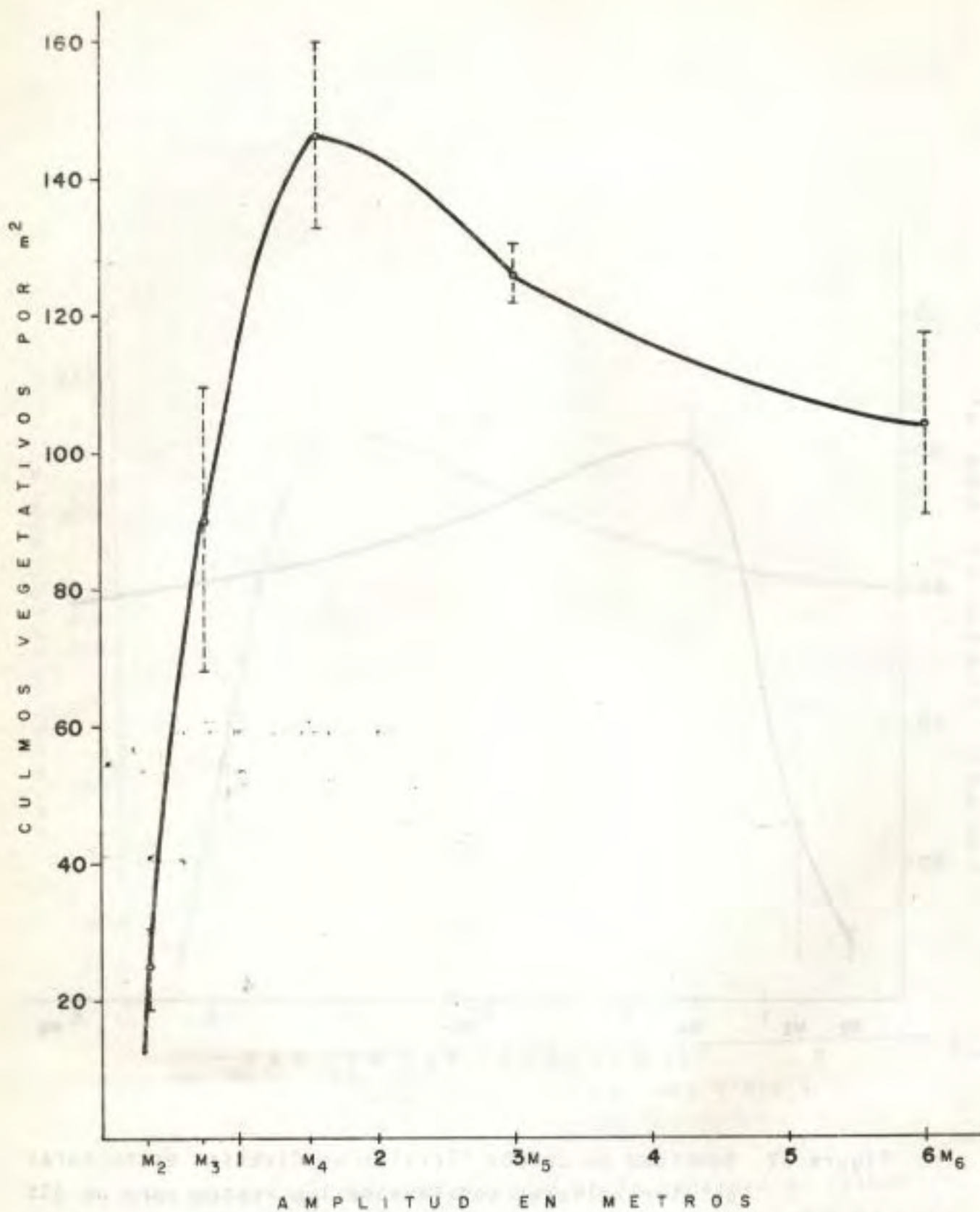


Figura 33. Efectos del microrelieve en la densidad de culmos vegetativos, mostrándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1976.

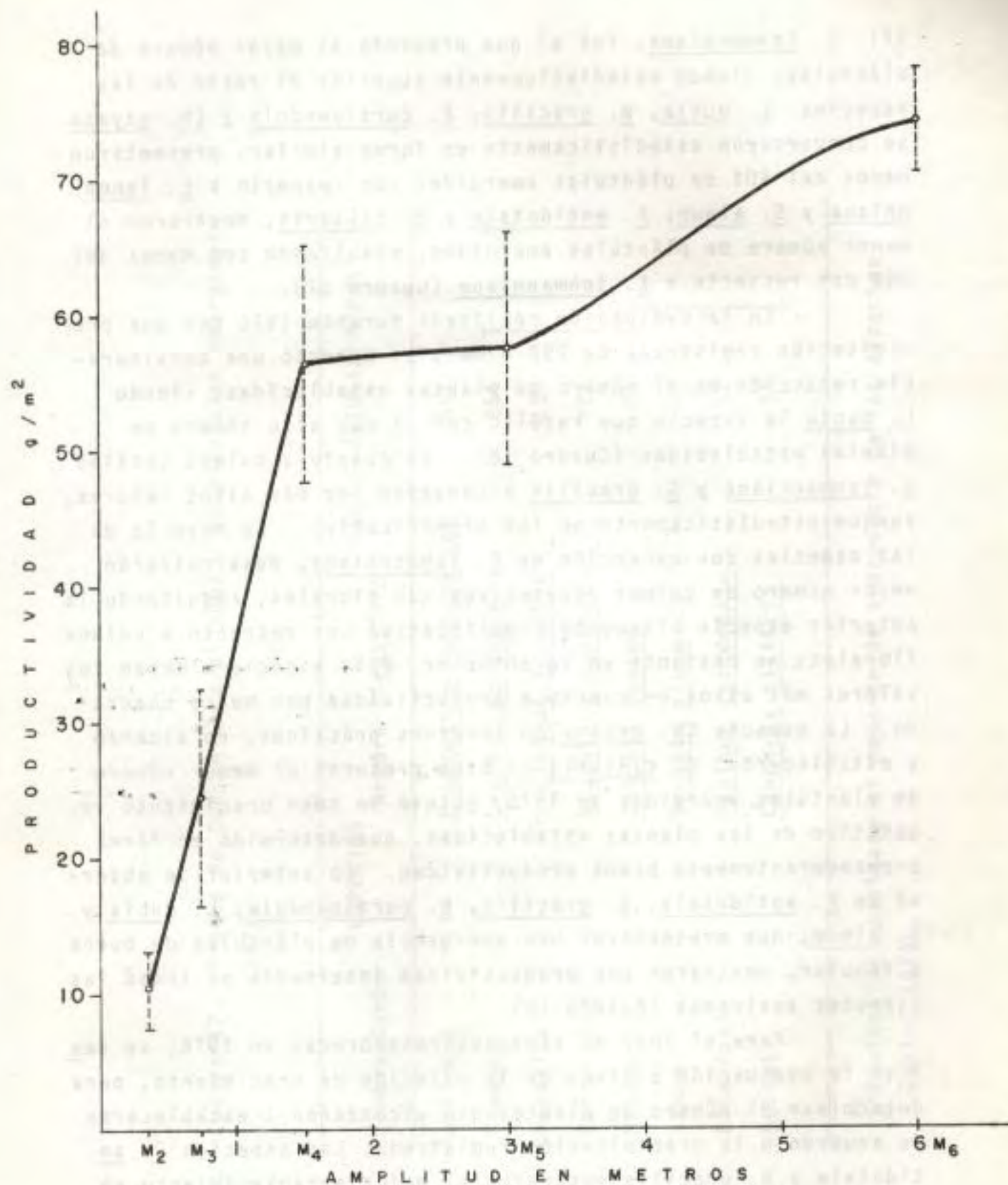


Figura 34. Efectos del microrelieve en la productividad, marcándose los rangos para un 95% de límites de confianza. 1976.

17). E. lehmanniana, fué el que presentó el mayor número de plántulas, siendo estadísticamente superior al resto de las especies. L. dubia, B. gracilis, B. curtipendula y Ch. gayana se comportaron estadísticamente en forma similar, presentaron menos del 50% de plántulas emergidas con respecto a E. lehmanniana y S. alnum; P. antidotale y C. ciliaris, mostraron el menor número de plántulas emergidas, resultando con menos del 90% con respecto a E. lehmanniana (Cuadro 17).

En la evaluación realizada durante 1976 con una precipitación registrada de 298.8 mm., se apreció una considerable reducción en el número de plantas establecidas, siendo L. dubia la especie que resultó con el mas alto número de plantas establecidas (Cuadro 18). En cuanto a culmos totales E. lehmanniana y B. gracilis alcanzaron los más altos valores, aunque estadísticamente no fué significativo. La mayoría de las especies con excepción de E. lehmanniana, desarrollaron mayor número de culmos vegetativos que florales, resultando la anterior especie altamente significativa con respecto a culmos florales; no obstante en lo anterior, ésta especie alcanzó los valores más altos en cuanto a productividad por metro cuadrado. La especie Ch. gayana en términos prácticos, no alcanzó a establecerse. C. ciliaris si bien presentó el menor número de plántulas emergidas en 1975, obtuvo un buen crecimiento vegetativo de las plantas establecidas, que determinó en forma preponderantemente buena productividad. Lo anterior se observó en P. antidotale, B. gracilis, B. curtipendula, L. dubia y S. alnum, que presentaron una emergencia de plántulas de buena a regular, mostraron una productividad intermedia de todas las especies evaluadas (Cuadro 18).

Para el lote de especies resembradas en 1976, se realizó la evaluación a fines de la estación de crecimiento, para determinar el número de plantas que alcanzaron a establecerse de acuerdo a la precipitación registrada. Las especies P. antidotale y B. gracilis mostraron el mejor establecimiento en términos de la densidad de plantas por metro cuadrado. Los va-

Cuadro 17. Prueba de Duncan para el número de plántulas emergidas 1975.

ESPECIES		No. PLANTULAS POR M ² 1)
Nombre Común	Nombre Científico	
Africano	<u>Eragrostis lehmanniana</u>	511
Gigante	<u>Leptochloa dubia</u>	254
Navajita	<u>Bouteloua gracilis</u>	130
Banderilla	<u>Bouteloua curtipendula</u>	126
Rhodes	<u>Chloris gayana</u>	81
Almum	<u>Sorghum almum</u>	47
Blue Panic	<u>Panicum antidotale</u>	42
Buffel	<u>Cenchrus ciliaris</u>	36

1) Evaluación realizada al momento de emergencia de las especies (Junio, 1975).

Cuadro 18. Evaluación comparativa de la capacidad de establecimiento de diferentes gramíneas. 1976.

Especies	Densidad de plantas	Culmos			Productividad g/m ²
		totales -----individuos/m ² -----	florales -----	Vegetativos -----	
<u>Panicum antidotale</u>	1.5	7.3	1.3	6.0	56.5
<u>Bouteloua gracilis</u>	2.3	29.5	0	29.5	29.8
<u>Bouteloua curtipendula</u>	.75	8.3	2.8	5.5	30.3
<u>Chloris gayana</u>	1.0	1.0	0	1.0	0.3
<u>Sorghum alnum</u>	.75	3.1	.5	2.6	35.9
<u>Cenchrus ciliaris</u>	1.0	8.5	3.0	5.5	68.4
<u>Eragrostis lehmanniana</u>	3.5	33.8	27.0	6.8	78.6
<u>Leptochloa dubia</u>	7.5	18.3	3.5	14.8	31.4

lores mas bajos se encontraron en las especies C. ciliaris, E. lehmanniana y L. dubia (Cuadro 19).

Comparación de diferentes amplitudes de cama de siembra (microcuencas)

Con la precipitación de 291.9 mm registrada durante 1973, Chloris gayana fué la única especie que no logró establecerse. De las especies restantes S. alnum contribuyó con más del 90% de la producción total de forraje, 649 kg de materia seca por hectárea en el mejor tratamiento, sin embargo, la diferencia no fué estadísticamente significativa (Cuadro 20).

Durante 1974, la precipitación anual registrada fué de 105.4 mm con mala distribución y baja intensidad, lo cual no permitió satisfacer las necesidades hídricas de las plantas, presentándose un nulo desarrollo vegetativo. La población de plantas establecidas sufrió una mortalidad que varió del 40 al 60% (Cuadro 21).

Si se consideran las pésimas condiciones que prevalecieron en 1974, la respuesta de las especies resemebradas en los diversos tratamientos fué notablemente significativa para 1975 en que se presentó una precipitación de 169.3 mm. Si bien la superficie establecida varió del 13.1% al 22.5%, la productividad por unidad de superficie establecida permaneció casi invariable. Lo anterior se manifestó en forma determinante en la producción de forraje por hectárea, cuyos valores más altos se encontraron en el tratamiento de 15-20 que presentó la mayor proporción de superficie establecida (Cuadro 22).

En 1976, las condiciones climatológicas fueron similares a 1973, lo cual contribuyó en forma determinante al incremento de la superficie establecida en todos los tratamientos. Lo mismo sucedió con la productividad por hectárea, excepto en el tratamiento 5-20 (Cuadro 23). Si bien se observó una tendencia a incrementar la producción unitaria para tratamiento, a medida que se ampliaba el sector de siembra, estos valores fueron menos que durante 1975. Esto se debe a que el agua

Cuadro 19. Prueba de Duncan para el número de plantas establecidas. 1976.

Nombre Común	ESPECIES	Nombre Científico	No. PLANTULAS POR M ² 1)
Blue Panic		<u>Panicum antidotale</u>	33.35
Navajita		<u>Bouteloua gracilis</u>	23.0
Banderilla		<u>Bouteloua curtipendula</u>	14.5
Rhodes		<u>Chloris gayana</u>	13.0
Almum		<u>Sorghum almum</u>	9.5
Buffel		<u>Cenchrus ciliaris</u>	4.0
Africano		<u>Eragrostis lehmanniana</u>	2.75
Gigante		<u>Leptochloa dubia</u>	1.0

1) Evaluación realizada al finalizar la estación de crecimiento (Octubre, 1976).

Cuadro 20. Productividad en materia seca de pastizales resembrados bajo diferentes amplitudes de cama de siembra 1973.

Tratamientos Area Sembrada-Area Cuenca	Relación área sembrada- área cuenca	Producción Total Tratamiento Kg	Producción por Superficie ² Sembrada Kg/m ²	Producción por Hectárea Kg	Producción por ha. al 100% de siembra Kg
5 - 20	1:4	37	.148	296	1480
10 - 20	1:2	61.3	.122	408	1220
15 - 20	1:1.3	113.6	.151	649	1510
20 - 20	1:1	61.4	.061	307	610

Cuadro 21. Densidad de plantas en diferentes amplitudes de cama de siembra 1974.

TRATAMIENTO Siembra-Cuena m	DENSIDAD X PLANTAS/M ²	% PLANTAS VIVAS
5 - 20	9	44.7
10 - 20	10.4	48.1
15 - 20	15.4	60.5
20 - 20	16.8	42.7

Cuadro 22. Productividad en materia seca de pastizales resembrados bajo diferentes amplitudes de cama de siembra 1975.

Tratamientos Area Sembrada- Area Cuenca m	Superficie Sembrada m ²	Superficie Establecida M ²	Superficie % %	Productividad en Sup. Establecida Kg/m ²	Prod. Total por Tratamiento Kg	Productividad por Superficie Sembrada Kg/m ²	Productividad por hectárea Kg	Productividad por hectárea al 100% de siembra Kg
5 - 20	250	32.8	13.1	1.1	36.1	.144	288.0	1440
10 - 20	500	107.8	21.6	1.1	118.6	.237	789.9	2370
15 - 20	750	190.9	25.5	1.1	210.0	.280	1199.9	2800
20 - 20	1000	154.8	15.5	1.2	185.8	.185	92.0	1850

Cuadro 23. Productividad en materia seca de pastizales resemebrados bajo diferentes amplitudes de cama de siembra. 1976.

Tratamientos Area-Sembrada Area-Cuencu m	Superficie Sembrada M ²	Superficie Establecida M ²	Superficie Establecida %	Productividad en Superficie Establecida Kg/m ²	Producción total por Tratamiento Kg	Productividad por superficie Sembrada Kg/m ²	Productividad por hectárea Kg	Productividad por hectárea al 100% Kg
5 - 20	250	116	46.4	.3	34.8	.139	278.4	1390
10 - 20	500	233	46.6	.5	116.5	.233	776.6	2330
15 - 20	750	575	76.7	.7	402.5	.537	2299.9	5370
20 - 20	1000	465	45.0	.7	325.5	.326	1630.0	3255

retenida se distribuyó en una mayor superficie establecida.

De los resultados obtenidos se desprende que las escasas precipitaciones registradas durante el desarrollo del estudio no produjeron escurrimientos suficientes que influirían en forma favorable en el establecimiento y desarrollo vegetativo de las especies sembradas; por lo cual la producción obtenida para los diferentes tratamientos es el resultado de la lluvia directa que incidió en el área sembrada y no de los escurrimientos. Otro de los factores que influyen preponderantemente en los resultados logrados es la escasa pendiente que se presenta en esa área de estudio. El microrelieve natural que se presentó en las camas de siembra preparada propiciaron en gran medida el establecimiento de las especies en sectores aislados.

En cuanto al comportamiento general observado para las especies resembradas en los 4 tratamientos se estimó la frecuencia relativa para 1975 y 1976 (Cuadro 24).

En los Cuadros 25 y 26 se señala el comportamiento de las especies resembradas en forma de mezcla, en lo que se refiere a el porcentaje con que contribuyen a la productividad media por tratamiento; se observa al igual que en el primer año de establecimiento de la pradera, que el S. alnum contribuye de una manera preponderante a la productividad total de la resiembra, en todos los tratamientos evaluados.

Cuadro 24. Frecuencia relativa de especies resebradas en diferentes
amplitudes de cama de siembra.

ESPECIES	1975	1976
	-----	-----
<u>Sorghum alnum</u>	29.13	35.10
<u>Leptochloa dubia</u>	27.33	34.40
<u>Bouteloua curtipendula</u>	19.78	17.02
<u>Eragrostis lehmanniana</u>	7.58	4.61
<u>Chloris gayana</u>	0.0	0.0
Gramíneas nativas	16.18	8.87

Cuadro 25. Proporción de la productividad en materia seca de la mezcla de gramíneas resembradas en diferentes amplitudes de cama de siembra. 1975.

ESPECIES	Area Sembrada - Area Cuenca (m)		
	5-20	10-20	15-20 20-20
<u>Sorghum alnum</u>	95.29	92.63	84.32 91.06
<u>Leptochloa dubia</u>	1.79	4.47	11.86 4.36
<u>Bouteloua curtipendula</u>	0.92	1.51	2.26 2.83
<u>Eragrostis lehmanniana</u>	0.62	0.39	0.08 0.29
<u>Chloris gayana</u>	0	0	0 0
Gramíneas nativas	1.38	1.00	1.48 1.46

Cuadro 26. Proporción de la productividad en materia seca de la mezcla de gramíneas resembradas en diferentes amplitudes de cama de siembra. 1976.

ESPECIES	T R A T A M I E N T O S			
	(Area sembrada - Area cuenca en m)			
	5-20	10-20	15-20	20-20
<u>Sorghum alnum</u>	71.8	80.5	91.89	81.77
<u>Leptochloa dubia</u>	7.87	15.05	6.99	13.82
<u>Bouteloua curtipendula</u>	3.93	3.67	0.56	3.99
<u>Eragrostis lehmanniana</u>	0.66	0.39	0.14	0.28
<u>Chloris gayana</u>	0.0	0.0	0.0	0.0
Gramíneas nativas	15.74	0.39	0.42	0.14

DISCUSION GENERAL

La resiembra, como un operador funcional de transformación de pastizales en estados de retrogradación sumamente avanzados, ha sido planteada como una de las estrategias más viables para su mejoramiento (Martínez y Maldonado, 1973; De La Cruz y Zapien, 1974; CNIZA, 1974; Reynaga et al, 1976).

En la región árida del país, esto ha conducido a intentar recuperar los pastizales de secano, por medio de la resiembra, en una amplia gama de regiones, evaluando un sinnúmero de alternativas, que por lo general han resultado en una operación ecológica y económicamente poco recomendable (Rodríguez, Nava y Gastó; 1976; Aguirre, Gastó y Nava, 1976). Esta operación, si bien ha sido enfocada a acelerar el mejoramiento o recuperación de pastizales poco productivos, dentro de períodos de tiempo razonables, se ha caracterizado preponderantemente por su escaso dominio de aplicación y bajas probabilidades de éxito.

Rodríguez, Nava y Gastó (1976), al analizar los costos de producción de forraje en pastizales resebrados, durante años lluviosos y años con escasa precipitación, señalan que durante estos últimos, los costos se incrementan notablemente; señalando además, una alta variabilidad en la producción de forraje, resultado de las grandes fluctuaciones pluviométricas registradas en el área de estudio.

En estudios de resiembra realizados en diversas condiciones ecológicas del árido Norte de México, durante los últimos cinco años se han evaluado una amplia gama de amplitudes de microcuencas; se señala el conflicto existente entre la magnitud de la relación sector de siembra: sector de escurrimiento y la productividad por hectárea. Si bien las relaciones más grandes proporcionan mayores productividades por metro cuadrado, la menor proporción de área sembrada disminuye significativamente la productividad por hectárea (CNIZA, 1972; 1973; 1974).

De ello resulta que se requiera determinar sistemas de resiembra que tiendan a optimizar y estabilizar la producción de forraje tanto en años con precipitación baja como en años con precipitaciones altas; y que además disminuyan la variabilidad anual de la producción, reduzcan los costos del forraje producido e incrementen la disponibilidad del mismo.

Un primer obstáculo para cumplir lo anterior, lo constituye el establecimiento de las especies resembradas. En relación a esto, los tratamientos de manejo de suelo y métodos de resiembra, deben de propiciar los ambientes favorables para la germinación, emergencia y establecimiento de las especies.

La información obtenida en el presente trabajo al evaluar diferentes tratamientos de manejo de suelo y vegetación para el establecimiento de pastizales, nos lleva a una serie de consideraciones importantes.

El argumento fundamental para el uso de microcuencas, con amplitudes que han variado de 6 a 40 m. entre bandas de siembra, ha sido el asegurar el establecimiento de las especies resembradas, así como mantener la estabilidad de la producción dentro de márgenes reducidos. En este sistema, con 2 y 4 m. de amplitud en los sectores de siembra y escurrimiento respectivamente, el establecimiento de especies individuales ha resultado desfavorable; las especies que muestran la mayor capacidad de establecimiento, generalmente se encuentran en estado de plántula al final de la estación de crecimiento; encontrándose una proporción muy baja de culmos vegetativos y florales.

Por otro lado, la existencia de pendientes ligeras, como ocurre en el área de estudio, reduce en forma significativa la concentración de escurrimientos al sector de resiembra; lo que permite señalar que el sistema de microcuencas en áreas similares, presenta serias desventajas para el establecimiento de pastizales. Además, por tratarse de suelos compactados, la preparación de la cama de siembra, ocasiona

que el suelo se esponje en tal magnitud, que prácticamente impide que los escasos escurrimientos provenientes del sector de captación, se distribuyan uniformemente en el área resebrada (Figura). Lo anterior nos conduce a señalar a manera de hipótesis, que la respuesta de las especies resebradas ha obedecido preponderantemente a la precipitación incidente en la cama de siembra.

Bajo el mismo sistema de microcuencas al variar las amplitudes del sector de siembra, permaneciendo constante el sector de escurrimiento utilizando mezcla de gramíneas, los resultados nos indican la tendencia de disminuir el establecimiento y producción de forraje, al reducirse la amplitud del sector resebrado; asimismo nos marcan el límite de la máxima amplitud que optimiza la precipitación incidente y los escurrimientos producidos. En general se aprecia que al aumentar la proporción del sector de escurrimiento, con objeto de incrementar el establecimiento y mantener una producción estable, no resulta en incrementos significativos de la producción por hectárea. Además se puede observar que durante años con precipitación escasa como sucedió en 1974, estos sistemas permiten únicamente que las especies resebradas sobrevivan, siendo prácticamente nula la cantidad de forraje utilizable. En años como éste, las depresiones u hondonadas naturales que se presentan en los sectores de resiembra, propician un mejor vigor y establecimiento de las especies. Reynaga et al (1976); Rodríguez, Nava y Gastó (1976); y CNIZA (1974), reportan resultados similares, que nos confirman que en general las microcuencas no disminuyen significativamente las fluctuaciones anuales en la productividad y disponibilidad del forraje. Si bien, en años lluviosos la producción es relativamente alta, en años desfavorables la producción resulta casi nula, por lo cual la dependencia de forraje se vuelve incierta. Los resultados de los ensayos anteriores confirman lo enunciado por diversos investigadores sobre las ventajas de utilizar mezclas de gramíneas para la resiembra de pastizales áridos y semiáridos.

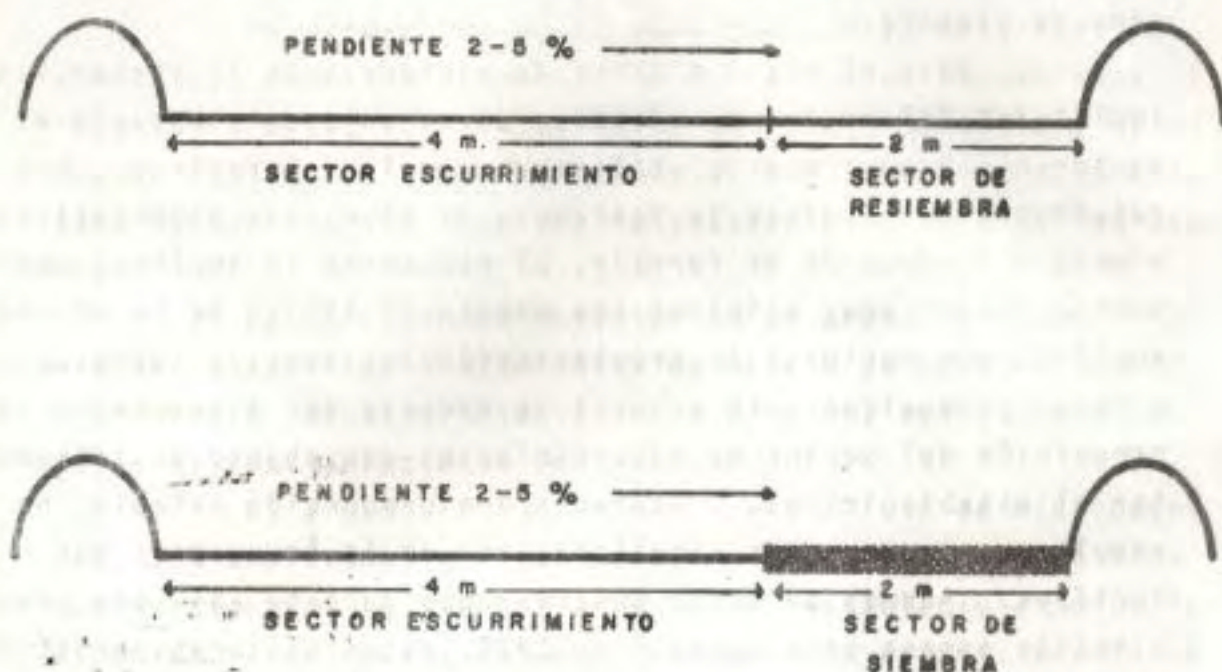


Figura 35. Representación gráfica del efecto de la proporción de la cama de siembra en suelos compactados con pendiente ligera.

Superior. Antes de la preparación de la cama de siembra

Inferior. Después de preparar la cama de siembra

dos. En forma sobresaliente se comportan las mezclas en que se incluye S. alium, el cual en los primeros años de establecimiento del pastizal proporciona casi la totalidad del forraje producido, sirviendo además como nodriza para el resto de especies que constituirán el pastizal permanente (Stoddart, Smith y Box, 1975; Huss y Aguirre, 1974; Vallentine, 1971).

En cuanto a la evaluación de diferentes estructuras de poceo, en comparación con surcos y resiembra en plano sin área de escurrimiento, se observan varios aspectos de singular importancia. Resulta obvio que para lograr que las especies resemebradas se establezcan exitosamente, se tiene como principal obstáculo el satisfacer las necesidades hídricas de las plántulas. Esto se observa objetivamente en los resultados obtenidos con la resiembra realizada en surcos y en terreno plano. Es por ello que bajo las condiciones pluviométricas del área de estudio, y en general de la zona árida, se requiera de sistemas de cosecha de agua que permitan usar eficientemente la precipitación tanto en años secos como lluviosos, y que incremente las probabilidades de éxito en el establecimiento. En relación a lo anterior, las estructuras de poceo ofrecen buenas posibilidades de acuerdo a los resultados obtenidos. Durante años con precipitación escasa la producción de forraje se concentra en las secciones baja y media de las estructuras independientemente de su tamaño. Sin embargo, se aprecia la tendencia a incrementarse el establecimiento, vigor y producción de forraje en las estructuras de tamaño intermedio como lo es la semielipse de 1.8x1.8 m. (Cuadros 27 y 28).

Al presentarse precipitaciones más altas, estructuras de menores dimensiones como la semielipse de 0.9x1.8 m., hipotéticamente pueden resultar igual o mejor que la anterior, en virtud de su mayor número por hectárea, lo que juega un papel muy importante en la regeneración del pastizal, ya que se tiene un mayor número de puntos de establecimiento y muy pocos espacios descubiertos. De la misma manera, en años con

Cuadro 27. Productividad en materia seca de pastizales resemebrados en diferentes estructuras de poceo. 1975.

Tratamientos	Dimensiones m	Superficie por estructura m ²	Número de Estructuras por ha	P r o d u c t i v i d a d	
				Kg/m ²	Kg/estructura Kg/ha
P ₁	3.6x1.8	5.0	1540	0.0037	0.019 29.3
P ₂	1.8x1.8	2.5	3080	0.0073	0.018 55.4
P ₃	1.8x0.9	1.9	6160	0.0019	0.002 12.3
P ₄	1.8x3.6	6.5	1540	-	- -
P ₅	0.9x10	9.0	111	0.00017	0.0153 1.7
P ₆	plano	-	-	-	- -

Cuadro 28. Productividad de materia seca de pastizales resemebrados en diferentes estructuras de poceo. 1976.

Tratamientos	Dimensiones m	Superficie por Estructura m ²	Número de Estructuras Por ha	P r o d u c t i v i d a d		
				Kg/m ²	Kg/estructura	Kg/ha
P ₁	3.6x1.8	5.0	1540	.0427	.2135	328.79
P ₂	1.8x1.8	2.5	3080	.0058	.0145	44.66
P ₃	1.8x0.9	1.9	6160	.0081	.0154	94.86
P ₄	1.8x3.6	6.5	1540	.0013	.0085	13.09
P ₅	0.9x10	9.0	1111	.0128	.1152	128.00
P ₆	plano	-	-	.0085	-	85.0

excesiva precipitación, las secciones media y alta serían las mejor favorecidas debido a su mejor drenaje; la sección baja, debido a la excesiva concentración de humedad, disminuirá su producción, sin embargo, en el promedio general la producción total sería más o menos similar a la de años intermedios. De esta manera, el sistema de poceo permite uniformar la distribución de la lluvia e incrementar las probabilidades de éxito y producción de la resiembra.

Por lo que toca a las estructuras de microrelieve evaluadas, la producción de forraje se comportó inversamente a lo expuesto anteriormente; al incrementarse la amplitud del microrelieve aumenta la producción media por unidad de superficie dentro de cada estructura; lo mismo sucede en la producción por hectárea, la cual en los tratamientos M5 y M6 alcanzó los más altos valores (Cuadros 29 y 30). Para estos, la producción se concentró en las posiciones baja y ladera baja del microrelieve. Se observa que en los tratamientos con menor amplitud, el establecimiento y la producción se encuentran más uniformemente distribuidos en todas las posiciones del microrelieve, sin embargo la producción media de las estructuras es inferior. En años con mejores condiciones pluviométricas, la producción se puede incrementar considerablemente en estos tratamientos, debido a que se caracterizan por una excelente distribución de la precipitación, la cual al incidir en forma abundante, propiciaría un crecimiento vegetativo más vigoroso.

Uno de los factores importantes en el éxito de este tipo de estructuras lo constituye el incremento de la pendiente natural del terreno, que en los tratamientos M5 y M6 fue del orden del 10%, mientras que para las estructuras M2, M3 y M4 fue de 20%. Esta característica tiende a inducir una mayor cantidad de escurrimiento hacia las posiciones bajas de las estructuras, creando mejores condiciones de humedad, que se reflejan en un excelente establecimiento y productividad del pastizal reseñado.

Cuadro 29. Productividad en materia seca de pastizales resebrados en diferentes estructuras de microrelieve. 1975.

Tratamientos	Dimensiones m	Superficie por estructura m ²	Número de Estructura por ha	P r o d u c t i v i d a d	
				Kg/m ²	Kg/ha
M ₁	-	-	-	0.005	50
M ₂	.37x10	3.7	2700	0.002	20.0
M ₃	.75x10	7.5	1333	0.017	169.6
M ₄	1.5 x10	15.0	666	0.030	297.0
M ₅	3 x10	30.0	333	0.038	376.2
M ₆	6 x10	60.0	166	0.053	509.0

Cuadro 30. Productividad en materia seca de pastizales resemebrados en diferentes estructuras de microrelieve. 1976.

Tratamientos	Dimensiones m	Superficie por estructura m ²	Número de Estructuras por ha	P r o d u c t i v i d a d	
				kg/m ²	Kg/estructura Kg/ha
M ₁	-	-	-	.00990	- 99.9
M ₂	.37x10	3.7	2700	.01033	.3822 103.19
M ₃	.75x10	7.5	1333	.02458	1.8435 245.19
M ₄	1.5 x10	15.0	666	.05666	8.499 560.93
M ₅	3 x10	30.0	333	.05746	17.238 568.85
M ₆	6 x10	60.0	166	.07432	44.592 713.472

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo nos permiten concluir lo siguiente:

1. En el sistema de microcuencas, existe la tendencia a disminuir la productividad por hectárea, al incrementar la relación área de siembra: área de escurrimiento; sin embargo la productividad por metro cuadrado reseñado es mayor en las relaciones más altas.
2. Para terrenos con pendientes ligeras menor de 5%, como en el área de estudio, las microcuencas con relaciones altas no incrementan en forma significativa la productividad por hectárea debido a su escasa proporción de área sembrada.
3. En condiciones pobres de humedad, el establecimiento de pastizales en microcuencas, presenta probabilidades sumamente bajas.
4. La resiembra en el sistema de microcuencas en relación 1:1.3 resultó la mejor en cuanto a superficie establecida, productividad por hectárea y sobrevivencia, durante años con precipitaciones pobre y excelente.
5. El establecimiento de especies resembradas individualmente en microcuencas con relación 1:2, durante años con precipitaciones bajas, ha resultado casi nulo.
6. Los sistemas de poceo de tipo semicircular o semielíptico presentan características altamente favorables para el establecimiento de pastizales, bajo condiciones de precipitación escasa e irregular, en áreas con pendientes menores al 5%.
7. En condiciones pobres de humedad la estructura semielíptica de 1.8x1.8 m. resultó el mejor tratamiento en términos de productividad por metro

cuadrado y por hectárea.

8. El sistema de microrelieve de la forma V muestra altas probabilidades de éxito para el establecimiento de pastizales en condiciones de humedad escasa y aleatoria en áreas que presentan pendientes menores al 5%.

9. Al incrementarse la amplitud del microrelieve de .37 a 6 m., se aumentó la producción media por unidad de superficie de cada estructura, por estructura sembrada y por hectárea.

10. El mejor tratamiento de microrelieve fué el de 6 m. de amplitud, con una productividad de 509.0 Kg/ha durante el primer año de establecimiento.

RESUMEN

En el Campo Experimental Ocampo, Estado de Coahuila, de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", se desarrolló el presente estudio de Mayo de 1973 a Diciembre de 1976; teniéndose como objetivo principal el determinar las técnicas más adecuadas para el establecimiento de pastizales de secano.

Para el análisis de diferentes prácticas de resiembra, se evaluaron y compararon en forma separada los siguientes ensayos:

Evaluación de diferentes dimensiones de poceo.

Evaluación del efecto del microrelieve en el establecimiento de pastizales.

Evaluación de la capacidad de establecimiento de diferentes gramíneas forrajeras.

Comparación de diferentes amplitudes de cama de siembra (microcuencas).

Desde el punto de vista ecosistémica, la resiembra de pastizales, es considerada en el presente trabajo, como un operador funcional de transformación, tendiente a incrementar la productividad de pastizales degradados.

El sistema de poceo en sus modalidades semielíptica y semicircular presentó características altamente deseables para el establecimiento de pastizales en condiciones de humedad escasa, cuando la pendiente del terreno es menor de 5%. La estructura intermedia de 1.8x1.8 m. de forma semielíptica, resultó el mejor tratamiento, considerando la producción por metro cuadrado y por hectárea.

El microrelieve, al igual que el sistema anterior, combinando diferentes amplitudes y pendientes, mostró grandes probabilidades de incrementar el establecimiento de las especies sembradas. La producción media por metro cuadrado establecido por estructura y por hectárea aumentó directamente proporcional a la amplitud del microrelieve.

La capacidad de establecimiento de las especies resembradas individualmente resultó sumamente pobre.

En cuanto a la resiembra de mezcla de gramíneas bajo el sistema de microcuencas, en terrenos con pendientes menores de 5%, no se incrementó significativamente la producción por hectárea. Si bien existió la tendencia a incrementarse la productividad por hectárea al disminuir la amplitud de la banda de siembra, las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

SUMMARY

The present work was conducted at the Campo Experimental Ocampo in northwestern Coahuila, México, from May 1973 to December 1976. The main objective was oriented to determine the best soil surface modifications for grasses establishment on seeded arid rangelands.

Establishment and productivity were first evaluated separately in four experiments, and then compared all together. Soil surface modifications included:

- 4 different sizes and shapes of pitting
- 5 different width and slopes of microrelief
- 5 different seedbed widths;

Both grass mixtures and single grass species were evaluated.

Seeding, viewed in the range ecosystem framework, was studied as a functional transformation operator, oriented to increase the productivity of deteriorated ranges.

Semielliptic and semicircular-shaped pits presented highly desirable characteristics for grasses establishment under conditions of low precipitation. The semielliptic-shaped intermediate pits, of 1.8x1.8 m, resulted the best treatment, in terms of yield per square meter and hectare.

Induced soil microrelief showed great possibilities for increasing the establishment success of seeded species. Mean yield per plot and per hectare increased as the width of microrelief increased. Maximum yield was obtained in the 6 m. width treatment.

Seeding of single grass species showed very low establishment success; grass mixtures resulted with better stands.

Contour furrowing with variable widths of seed beds did not significantly increased the yield per hectare. It was observed a tendency to increase the yield per hectare, as the seedbed width diminished; but non significant differences were found.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, De L.R.; J. Gast6 C. y R. Nava C. 1976. Estructuras de escurrimiento y captaci6n en pastizales resemebrado en el norte de Zacatecas. Univ. Aut. Agraria "Antonio Narro". Monografia T6cnico-Cient6fica 2:101-144. Saltillo, M6xico.
- Aguirre V., E.L. 1973. Manejo de pastizales en la educaci6n agr6cola superior en M6xico. Range Man's News 5(3). Society for Range Management. Denver, Colorado.
- Anderson D; L.P. Hamilton; H.G. Reynolds y R.R. Humphrey. 1953. Reseeding desert grassland ranges in southern Arizona. Arizona Agr. Exp. Sta. Bull. 249. Tucson, Arizona.
- Anderson, D. y A.R. Swason. 1948. Machinery for seedbed preparation and seeding on southwestern ranges. Jour. Range Mgmt. 2(2):64-66. Denver, Colorado.
- Arizona Interagency and Range Technical Sub-Committee. 1973. Guide to improvement of Arizona rangeland. The University of Arizona Bulletin A-58. Tucson, Arizona.
- Army, T.J. y E.B. Jr. Hudspeth. 1960. Alteration of the microclimate of the seed zone. Agronomy Journal (52):17-22.
- Brand, D. 1961. The early history of the range cattle industry in northern Mexico. Agricultural History (35):122-129.
- Branson, F.A.; G.F. Gifford y J.R. Owen. 1972. Rangeland hidrology. Soc. Range Mgmt. Range Science Series No. 1. Denver, Colorado.
- Branson, F.A.; R.F. Miller y I.S. McQueen. 1966. Contour furrowing, pitting, and ripping on rangelands of the western United States. Jour. Range Mgmt. 19(4):182-190.
- Carranza, P.A. 1973. Aplicaci6n de tres materiales de cobertura para captaci6n y conservaci6n "in situ" del agua de lluvia en los cultivos de ma6z y girasol. Tesis de M.C. C.P. E.N.A. Chapingo, M6xico.
- CFAN-CID, 1965. Estudio integral preliminar de la ganader6a de la zona norte de la Rep6blica Mexicana. IV. Inventario de recursos ganaderos del norte de M6xico. M6xico, D.F.
- CNIZA, 1974. Informe anual. Centro Nacional de Inv. Zonas Aridas. Esc. Sup. Agric. "Antonio Narro". Saltillo, M6xico.
- 1972-73. Informe anual. Centro Nac. Inv. Zonas Aridas. Esc. Sup. Agric. "Antonio Narro". Saltillo, M6xico.

- . 1972. Informe anual. Centro Nac. Inv. Zonas Áridas. Esc. Sup. Agríc. "Antonio Narro". Saltillo, México.
- Coleman, E.A. 1953. Vegetation and watershed management. The Ronald Press Company, New York.
- Contreras, A.A. 1955. Definición de las zonas áridas y su delimitación en la República Mexicana. En: E. Beltrán (Ed.) Mesas Redondas sobre Problemas de las Zonas Áridas de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F.
- COTECOCA, 1967. Metodología para la determinación de tipos vegetativos. Sitios y Productividad de Sitios. Pub. No. 8. S.A.G. México.
- COTECOCA, 1968. Primera copia provisional del estudio de Coahuila. S.A.G. México.
- Davis, S.N. y R.G.M. De Wiest. 1966. Hidrology. Wiley and Sons. New York.
- De La Cruz, C.J.A., M. Zapien B., M. Estrella M., J.G. Noriega, L., O.A. De La Cruz, B. y R. Vásquez A. 1972. Reporte del estudio vegetación de los Campos Experimentales, Noria de Guadalupe, Zac., Ocampo, Coah., Matehuala, S.L.P. y Cuernavaca, Dgo. del Centro Nacional de Investigación de Zonas Áridas. Saltillo, México, Inédito.
- De La Cruz, C. y M. Zapien B. 1974. El Campo Experimental Forestal de Zonas Áridas de La Sauceda, Ramos Arizpe, Coah. Líneas de Investigación y Resultados. Bol. Div. No. 36. INIF-SAG.
- Duley, F.L. 1952. Relationship between surface cover and water penetration, runoff, and soil losses. Proc. 6th. International Grassland Congress. (2): 942-946.
- Dwyer, D.D. 1969. Práctica de mejoramiento en agostaderos de zonas áridas y semiáridas. En: T.W. Box y P. Rojas (Ed.) Simposio Internacional sobre el Aumento de la Producción de Alimentos en Zonas Áridas. Monterrey, N.L. México. ICASALS. Pub. No. 3 Lubbock, Texas.
- Fogel, M.M. 1975. Runoff agriculture; efficient use of rainfall. En: Thames, J.L. y J.N. Fischer (Ed.) Watershed Management in Arid Zones. A Prototype Short Course. University of Arizona. Tucson, Arizona.
- Gay, D.H. 1965. Range management: Why and how. New Mexico. Coop. Ext. Ser. C-376, Las Cruces, New Mexico.

- González, M.H. 1972. Manipulating shrub grass plant communities in arid zones for increased animal production. En: *Wildland Shrubs: Their Biology and Utilization*. USDA. For. Ser. General. Technical Report INT. 1 Ogden, Utah.
- González, R.M. 1966. La revolución social de México. III. El Problema Agrario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Gould, F.W. 1968. Grass systematics. McGraw Hill Book Company New York.
- Gutiérrez, C.J. 1975. Evaluación de diferentes métodos para establecimiento de especies forestales en zonas áridas. Tesis Profesional. Ing. Agr. UAA"AN". Saltillo, México.
- Hanson, A.A. 1972. Grass varieties in the United States. Agric. Hand Book. No. 170. Agr. Res. Ser. USDA.
- Heady, H.F. 1975. Rangeland Management. McGraw Hill Book Company. New York.
- _____. 1956. Evaluation and measurement of the annual type. Jour. Range Mgmt. 9(1):25-27. Denver, Colorado.
- Herbel, 1972. Environmental modification for seedling establishment. En: Younger V.B. y C.M. McKell (Ed). *The Biology and Utilization of grasses*. Academic Press. New York. pp 101-114.
- Herbel, C.H.; G.H. Abernathy; C.C. Yearbrough y D.K. Garder. 1973. Uso de Arado cortador de raíces y siembra en pastizales áridos en el suroeste. Selecciones del Jour. Range Mgmt. Vol. 2(3):79-84.
- Hernández, X.E. 1970. Mexican experience. En: H.R. Dregne (Ed). *Arid Lands in Transition*. Amer. Ass. For Advance. of Sci. Pub. No. 90. Washington, D.C.
- Hitchcock, A.S. 1971. Manual of the grasses of the United States. 2nd. Ed. Revised by Agnes Chase. Dover Publications New York.
- Holzman, B. 1971. The hidrologyc cicle. En: *Climate and Man*. Yearbook of Agriculture. USDA. Washington, D.C.
- Hudspeth, E.B. Jr. y H.M. Taylor. 1961. Factors affecting seedling emergence of blackwell switchgrass. *Agronomy Journal* (53):331-335.
- Huss, D.H. y E.L. Aguirre. 1974. Fundamentos de Manejo de Pastizales. I.T.E.S.M. Monterrey, N.L.

- Legarda, M.R. 1974. Regulación del establecimiento. Seminario de Ecología. Colegio de Graduados. ESA"AN". Saltillo, México.
- Leyes y Códigos de México. 1973. Ley Federal de Reforma Agraria. Ed. Porrúa S.A. México, D.F.
- Martínez, M.L. y S. Cepeda. 1970. Aprovechamiento de aguas de escurrimiento y producción de cosecha en suelos de laderas aluviales de la zona árida del Municipio de Saltillo. Bol. Tec. ESA"AN". Saltillo, México.
- Martínez, M.L. y L. Maldonado. 1973. Zonas áridas (Recursos Vegetales). Productora Nacional de Semillas. Bol. Div. SAG. México.
- Martin, S.C. 1975. Ecology and management of southwestern semidesert grass-shrub range. USDA, Forest Service Research paper R.M. 156 For. Range Exp. Stn. Fort Collins, Col.
- McKell, C.M. 1972. Seedling vigor and seedling establishment. En: Youngner V.B. y C.M. McKell. (Ed). The Biology and Utilization of Grasses. McGraw Hill Book, Co. New York.
- Muñoz, C.S. y M. Castro, G. 1974. Mejoramiento de agostaderos mediante microcuencas y siembra parcial de pastos. Centro Nal. de Inv. de Zonas Áridas. Boletín Técnico. No. 1 Saltillo, México.
- Navarro, V.G.J. 1975. Producción de forraje en microcuencas utilizando diferentes amplitudes de banda de siembra en zonas áridas. Tesis Profesional. Ing. Agr. UAA"AN". Saltillo, Coah. México.
- Obregón, U.A. 1974. El escurrimiento y práctica para su utilización en microcuencas. Seminario de Hidrología y Meteorología. Colegio de Graduados. ESA"AN". Saltillo, México.
- Ortiz, M.L. 1975. Efectos de las microcuencas para la captación "in situ" de la lluvia sobre el régimen de humedad del suelo y la producción de maíz y girasol. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgrado. E.N.A. Chapingo, México.
- Pratt, J.N.; A.C. Novasad; K.E. Lindsey, D.A. Metezer and F.C. Petr. 1972. Keys to profitable permanent pasture production in west Texas. Texas A&M Agr. Ext. Serv. MP. 981.
- Ramírez, L.M. 1972. Zacates de las zonas áridas de Coahuila y Durango. Dir. Gral. Ext. Agrícola. Boletín Divulgativo. Chapingo, México.

- Range Term Glossary Committee. 1974. A glossary of terms used in range management. (2a. Ed.) Soc. Range Mgmt. Denver, Colorado.
- Renner, F.G. y B.W. Allred. 1962. Classifying rangeland for conservation planning. Agriculture Handbook No. 235 U.S. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Washington, D.C.
- Reynaga, V.R., J.G. Medina T., J.A. De La Cruz C. y M. Zapien. 1976. Productividad de pastizales resebrados en la región árida del sur de Coahuila. Univ. Aut. Agr. "Antonio Narro". Monografía Técnico-Científica. 2:419-489. Saltillo, México.
- Robles, S.R. 1975. Producción de granos y forrajes. Editorial LIMUSA. México, D.F.
- Rodríguez, R.E. 1975. Evaluación de diferentes prácticas de resiembra de pastizales de secano en el norte de Zacatecas. Tesis Profesional. Ing. Agr. UAA"AN". Saltillo, México.
- _____, R. Nava C., J. Gastó C. 1976. Comparación de pastizales en el norte de Zacatecas. Univ. Aut. Agraria "Antonio Narro". Monografía Técnico-Científica 2:58-100. Saltillo, México.
- Rodríguez, F.G. 1975. Evaluación de características edáficas, hidrológicas y climáticas con fines de producción de algunos cultivos en zonas áridas. Tesis de Maestro en Ciencias. UAA"AN". Saltillo, México.
- Rómero, F.S. 1970. Zacate buffel para zonas temporaleras de Sinaloa. Cir. CIAS. No. 33. 2a. Ed. INIA-SAG. México, D.F.
- Satterlund, R.D. 1972. Wildland watershed management. The Ronald Press Company. New York.
- Schwab, G.O.; R.K. Fivert; T.W. Edminster y K.K. Barnes. 1966. Soil and Water Conservation Engineering. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Slayback, R.D. y D.R. Cable. 1970. Large pits aid reseeding of semidesert range land. Jour. Range Mgmt. 23:333-335.
- _____, y C.W. Renney. 1972. Intermediate pits reduce gamble in range seeding in the southwest. Jour. Range Mgmt. 25: 224-227. Denver, Colorado.
- Soil Conservation Service. 1967. National handbook for range and related grazing lands. U.S. Department of Agriculture. Range Memo 7-67. Washington, D.C.

- Stewart, F. y W. Keller. 1948. Improvement through reseeding.
En: Grass, The Yearbook of Agriculture. United States
Department of Agriculture. Washington, D.C.
- Stoddart, L.A.; A.D. Smith, y T.W. Box. 1975. Range Management
(3a. Ed.). McGraw-Hill Book Company. New York.
- Vallentine, J.H. 1971. Range development and improvements.
Brigham Young University Press. Provo, Utah.
- Van Dyne, G. 1969. The ecosystem concept in natural resource
management. Academic Press Inc. New York.
- Whalley, R.D.B., C.M. McKell y L.R. Green 1966. Seedling vi-
gor and the early nonphotosynthetic stage of seedling
growth in grasses. Crop. Sci. 6:147-150.
- White, R.O., T.R.G. Moir y V.P. Coopen. 1971. Las gramíneas
en la agricultura. Dirección de Fitotecnia y Protección
Fitosanitaria. F.A.O. Pub. No. 42. Roma, Italia.
- Wight, J.R. y F.H. Siddoway. 1972. Improving precipitation
use efficiency on rangeland by surface modification. Jour.
of Soil and Water Conservation 27:170-174.
- Williams, R.F. 1964. The quantitative description of growth.
En: C. Barnard (Ed.) Grass and Grasslands. The McMillan
Company; New York.
- Williams, W.A. 1966. Range improvement as related to net pro-
ductivity, energy flow and foliage configuration. Jour.
Range Mgmt. 19:29-34. Denver, Colorado.