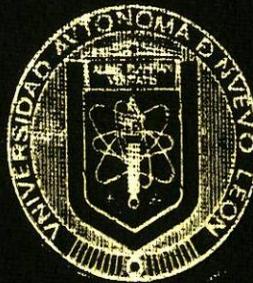


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EL EFECTO DE LA IMPERMEABILIZACION Y LA
PENDIENTE DEL SUELO, PARA LA CAPTACION
DEL AGUA DE LLUVIA EN EL CULTIVO DEL
FRIJOL EN UN SUELO SEMIDESERTICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JOSE MARIO REYES SANDOVAL

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1980

T

S613

R4

C.1



1080063595

040.031

FA 16

1980

e.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EL EFECTO DE LA IMPERMEABILIZACION Y LA PENDIENTE
DEL SUELO, PARA LA CAPTACION DEL AGUA DE LLUVIA EN
EL CULTIVO DEL FRIJOL EN UN SUELO SEMIDESERTICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JOSE MARIO REYES SANDOVAL

MARIN, N.L.

AGOSTO DE 1980

007087

T
5613
R4



A Mi Esposa e Hijo.

PROFRA. MA. ESTHER MEDINA DE REYES

JOSE MARIO REYES MEDINA

A ellos por haberme estimulado a
lograr el objetivo que tanto anhel
laba de terminar mi carrera profes
sional.

A Mi Tío:

Sr. Lorenzo Reyes Badillo

Por su gran apoyo moral y económico durante todos mis estudios, muchas gracias.

A la Srita. Emilia Medina Jasso

Por su valiosa y desinteresada ayuda para mi formación profesional.

A mis Hermanos:

Sr. Juan Manuel Montelongo H.

Sra. Gloria Reyes de Montelongo

A Mis

MAESTROS.

Asesor.

ING. CECILIO ESCAREÑO RODRIGUEZ.

Consejeros.

ING. GILDARDO CARMONA RUIZ

ING. CARLOS SANCHEZ SAUCEDO

ING. VICENTE ANGELES GARZA

ING. JORGE VILLARREAL GONZALEZ

ING. BENJAMIN S. IBARRA RUIZ

Por el asesoramiento técnico en el estudio
establecido durante el ciclo de trabajo.

A MIS MAESTROS
MI ESCUELA
Y COMPAÑEROS.

007097

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Uso de la Parafina y polietileno	3
Rendimiento Agrícola	4
Utilización del escurrimiento	6
El factor precipitación en la cosecha de agua .	6
Tratamiento al suelo para inducir el escurri--	
miento	7
Suelos asperjados con asfalto	9
Suelos tratados con sales químicas dispersantes	10
MATERIALES Y METODOS	14
RESULTADOS Y DISCUSION	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
RESUMEN	26
BIBLIOGRAFIA	28
APENDICE .	
APENDICE (A)	30
APENDICE (B)	31
APENDICE (C)	32
APENDICE (D)	33

INTRODUCCION

El agua es el recurso natural de nuestro planeta, quizá el más importante para el desarrollo normal de las plantas y en general para todos los seres vivos.

Cabe hacer notar que la mayor parte de los desiertos y semidesiertos del Mundo, se localizan entre los 20° y 40° de latitud norte y sur a partir del Ecuador. En algunas áreas de estos semidesiertos se intenta mediante técnicas de cosecha de agua de lluvia, las cuales datan desde hace cerca de cuatro mil años donde Evenari observó algunos sistemas de cosecha de agua, en el Desierto de Negev; en los cuales se incrementaba el escurrimiento del agua de lluvia y se colectaba en partes más bajas, en las cuales se irrigaban los cultivos. (1)

En México más del 60% del territorio de la República está situado entre los 20° y 40° de latitud Norte, -- por lo tanto gran parte de nuestro País es Zona Arida o Semiárida. Se estima que del 50 a 70% de la superficie total, está dominada por climas áridos o semiáridos, entendiéndose por zona árida desde el punto de vista del clima, a las -- áreas en donde la precipitación pluvial es menor de 250 mm. anuales, y entendiendo por zona semiárida las regiones don-

de la precipitación pluvial oscila entre los 250 y 500 mm. En algunas partes de estas zonas se cuenta con buenos suelos, es decir profundos, libres de piedras y de capas duras en sus horizontes, las cuales podrían ser factores limitantes para los cultivos; pero el factor más limitante es la falta de agua, por tal motivo se planteó el siguiente experimento: El cual básicamente consiste en un área de escurrimiento que captó el agua de lluvia, quizá necesaria para un cultivo que se sembraría en un área más baja, llamándose "área de cultivo" ésta fué la idea y objetivo de nuestro trabajo.

REVISION DE LITERATURA

USO DE LA PARAFINA Y DEL POLIETILENO.

Aldon y Springfield (1) en Nuevo México, probaron el polietileno negro alrededor del tallo de una planta para que funcionara como un depósito trampa, el cual captó agua y la concentró en el centro de la planta; ésto es muy importante porque en estas zonas llueve poco y cada evento lluvioso se necesita aprovechar al máximo para que los arbustos (Atriplex S.P.) desarrollen con mayor vigor. (1)

Después se empezó a utilizar la parafina como material impermeabilizador del suelo, aplicándolo en granulos y hojuelas en la base de los arbustos. La parafina se funde y forma una superficie repelente al agua la cual tiende a escurrir hacia los tallos de los arbustos para ser aprovechada al máximo.

En Arizona Central, las parcelas tratadas con parafina captaron el 90% de la precipitación pluvial, mientras que los suelos no tratados captaron el 30% de la precipitación. Se probó también que media libra de parafina por pie cuadrado cosechó igual cantidad de agua, como si se hubiera aplicado ($3/4$ y 1 libra / pie^2) de parafina. (1)

RENDIMIENTO AGRICOLA.

En un trabajo publicado por Fangmeier, (3) opina que la producción agrícola en zonas áridas y semiáridas del mundo por medio de la cosecha de agua, ofrece un método para utilizar cantidades limitadas de precipitación. El método para utilizar cantidades limitadas de precipitación. El método consiste en coleccionar el agua de lluvia y conducirlo hasta un área de cultivo, para que las plantas aprovechen el agua captada. (3)

Hay dos factores importantes para que este método se pueda realizar:

- 1.- Que ocurra la precipitación durante un período favorable para el crecimiento de las plantas.
- 2.- Que se pueda obtener el suficiente escurrimiento, para aumentar el crecimiento de las plantas hasta el final del ciclo vegetativo. (3)

Se diseñó un experimento en el Estado de Arizona, el cual tenía un promedio de precipitación de verano de aproximadamente 6 pulgadas (152 mm.) la superficie del terreno no era arenosa hasta la profundidad de tres pies ---- (19.44 cms.) debajo de esta superficie se encontraba una zona de grava y arcilla.

Se eligió un cultivo de sorgo para grano de estación corta, para la primera prueba de cosecha, dado que este cultivo no es muy exigente para las necesidades del agua. Se estima que el sorgo de grano requiere cerca de 24 pulgadas (61 cms.) de lámina de agua en todo su ciclo vegetativo.

Bajo condiciones de irrigación se necesitaría cerca de 4 veces (el promedio de precipitación (6") para una producción máxima.

Este estudio se evaluó durante 4 años en los cuales el promedio de precipitación fué de 7.8" (198 mm.) se concluyó de los datos obtenidos en estas cuatro años (1970, 71, 72 y 73) que es posible producir cosecha en el sureste de Arizona usando la metodología de cosecha de agua de lluvia, sin embargo se pueden esperar algunos años con poca o ninguna producción. (3)

En otras conclusiones a las que se llegaron, es que en áreas grandes (de cosecha) pueden dar mejor rendimiento que en áreas pequeñas. El plantar sobre surcos planos o en pequeños surcos parece ser mejor que el plantar en surcos más profundos o en camas; el nivel del suelo en una área de cosecha puede ser muy crítico, ya que los puntos bajos recibirán más agua y posiblemente tendrán más crecimiento.

BIBLIOTECA AGRONÓMICA UANL

UTILIZACION DEL ESCURRIMIENTO.

Jones y Hauser (4) mencionan en su trabajo que la agricultura de escurrimiento en regiones áridas puede aumentar el rendimiento en la cosecha, incrementando la cantidad de agua disponible para el crecimiento de las plantas (4).

Zigg y Hauser, (4) en otro trabajo desarrollaron el sistema de conservación de terrazas de banco, (C B T) el cual es utilizado en la mayor parte, en la agricultura de escurrimiento para la producción de granos: por ejemplo: sorgo, trigo y mijo, etc. (4).

EL FACTOR PRECIPITACION EN LA COSECHA DE AGUA.

La precipitación se puede definir como el fenómeno de la caída del agua de las nubes en forma líquida ó sólida.

Respecto a la lluvia en el Estado de Nuevo León, Paulino Rojas (5) indica que la sequía aumenta de sureste a noretas y de Oriente a Poniente, presentándose una zona semiárida en el sureste y parte centro oriental, así también se forma una zona árida hacia el norte y sureste del Estado; finalmente se observa una zona árida en el Noroeste especialmente en los Municipios de Mina y Villa de García Nuevo León, (lugar donde se efectuó el presente experimento).

La irregularidad de las lluvias es otro aspecto - importante de las zonas áridas, no solamente hay irregularidad entre los años sino que también entre los meses. En el altiplano de la Entidad (Estado de Nuevo León) situado ha--cia el oeste, suroeste y sur. La época de mayor precipita--ción es durante los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiem--bre, presentándose la mayor sequía en los meses invernales de Diciembre a Febrero, esta característica es importante - porque ocurre en forma semejante en otras áreas o zonas áridas de la porción Central de la República Mexicana. (5)

TRATAMIENTOS AL SUELO PARA INDUCIR EL ESCURRIMIENTO.

Se ha investigado acerca de materiales físicos y químicos, los cuales aplicados a la superficie del suelo --nos incrementan el escurrimiento. Los materiales han sido - substancias hidrofóbicas, dispersantes del suelo, principalmente capas de polietileno o asfalto.

En una superficie libre de asperezas es más fácil proporcionar y aumentar el escurrimiento del agua de lluvia. En un trabajo de Hillel y colaboradores citados por Velasco (6) estudiaron que en el suelo permeable de textura, migajón arcilloso y de 4% de pendiente, limpiaron y pulieron un área pequeña de terreno, logrando incrementar el escurrimiento en

21% con una precipitación de 195 mm. Durante el invierno de 1965 y 66 en un suelo en estado natural es decir (no limpio ni pulido) ellos midieron un 5% de escurrimiento.

Myers, citado por Velazco (6) hizo un trabajo similar al anterior, con un suelo de textura migajón arenoso, cerca de Phoenix Arizona, y demostró que el aclareo y el pulimiento de la superficie del suelo incrementaban el escurrimiento hasta un 35%, en cambio en el área no tratada el escurrimiento fué de un 20%; hay que mencionar que ambos lugares tenían una pendiente de 5%.

Todos los resultados anteriores nos indican que - si el suelo no es excesivamente permeable se puede obtener una cantidad de escurrimiento de agua de lluvia, en la superficie de los suelos aclareados y pulidos. Se puede decir que este es el método más económico de captar agua en grandes superficies de terreno que no sean excesivamente erosionables.

Myers y sus colaboradores uniendo los resultados de Laboratorio y campo concluyeron lo siguiente:

- 1.- Pueden ser construidos pavimentos de asfalto fuertes, y en gran variedad de sitios y condiciones.

- 2.- Las características de construcción y sus propiedades hacen que el 100% de la precipitación que cae sobre él, escurra.
- 3.- La penetración del asfalto en el suelo y la unión de las partículas del suelo, están en función de - la composición química del suelo, composición química del asfalto, de la estructura del suelo y de la humedad del mismo.
- 4.- El agua que esucrra sobre la superficie del asfalto es generalmente coloreada por los productos de oxidación del asfalto, sobre todo en las regiones de alta radiación solar y baja precipitación. (6)

SUELOS ASPERJADOS CON ASFALTO.

Chinn en Hawaii (6) en 1958 aplicó asfalto sementante, para cubrir una cuenca de captación de agua de escurrimiento de 1,573.73 m² de forma oval, y con una pendiente de 7% antes de la aplicación del asfalto; fué desmontada y alisada y compactada utilizando un Bulldozer.

El asfalto fué aplicado en forma líquida, las membranas de asfalto para su aplicación fueron calentadas a -- una temperatura de 190.5 a 218.3°C. En seguida fueron apli-

cidas a la superficie del suelo en rangos de 4.5 a 18 litros y de 4.6 a 18.4 Kgs/m², cubriendo la superficie con una capa aproximada de 1.27 cms.

Después de instalado el asfalto no se le proporcionó mantenimiento y después con el tiempo se fué agrietando y deteriorando, por las plantas que crecieron a través de la capa. Los porcentajes de escurrimiento del agua de lluvia fueron de 93% en 1959 y del 78% en 1971.

Fallas en lo que se refiere a grietas en el espesor de las membranas; fueron asociadas con el uso del suelo compactado, concluyendo que la preferencia de estas membranas de asfalto semectante no eran justificadas para los altos costos de construcción, pruebas efectuadas por los mismos investigadores en el laboratorio, demostraron: Que las membranas de asfalto puestas sobre superficies de suelo arenoso alisadas y con 489 grs./m² de asfalto, se encontraban en buenas condiciones después de dos años de estar en la intemperie. (6)

SUELOS TRATADOS CON SALES QUIMICAS DISPERSANTES.

Cluff y Dutt (2) efectuaron trabajos en suelos tratados con sales químicas dispersantes con el fin de incrementar el escurrimiento por unidad de superficie, ellos

determinaron que por medio de las sales dispersantes en el suelo se consigue reducir la infiltración del agua a través de éste. Para este trabajo los investigadores aplicaron -- NaCl en dos sitios (1, aplicando NaCl y el otro sin éste) - de 4.000 m² cada uno, el primero fué tratado con cloruro de sodio en cantidad suficiente para elevar el 15% el contenido de sodio intercambiable al cabo de 7 precipitaciones que produjeron 74 mm. de lluvia, se obtuvieron en el lote tratado un escurrimiento de 10.3%, en tanto que en el lote no -- tratado el escurrimiento fué de 0.4%, es decir el volumen - de escurrimiento aumentó 25 veces debido al empleo del cloruro de sodio. Es importante mencionar que la sal fué aplicada al suelo sin haber quitado la vegetación natural propia de un área de 200 mm. de precipitación pluvial cerca de Tucson Arizona. (2)

Es de importancia señalar algunos comentarios que el Dr. Cluff, efectuó en un simposium de manejo de cuencas celebrado en la ciudad de Saltillo Coahuila del 3 al 18 de Marzo de 1975, el opinó que la concentración de sales en el suelo, al principio del experimento era de 800 PPM. después de dos chubascos, la concentración bajó hasta 200 PPM. concluyendo: que las plantas del cultivo no fueron dañadas al ser regadas con agua captada en la zona de escurrimiento. - (750 PPM. igual 1 tonelada de sal).

En Israel Hillel Et-al citado por Velasco (7) han estudiado y obtenido de un 70% de escurrimiento en terrenos a los cuales se les aplicó carbonato de sodio en una solución al 10% a razón de 45 kgs/ha. asperjado sobre pequeñas áreas aclareadas y pulidas en un suelo de textura de migajón arenoso. Hay que señalar en este caso que la erosión fué de 2.9 kgs/m² de escurrimiento.

En Arizona, Myers y colaboradores citado por Velasco (7) efectuaron el mismo experimento obteniendo un 70% de escurrimiento, en una superficie de 186 m². En un suelo de textura de migajón arenoso, tratado con 45 kgs. de carbonato de sodio por hectárea en solución acuosa aplicada por aspersión, la erosión producida fué de 12 kgs./m² en ambos experimentos fué muy elevada la erosión y el tratamiento -- aplicado tuvo una efectividad de un año.

Reginato y colaboradores citado por Velasco (7) -- también han investigado que utilizando carbonato de sodio, se disminuye las pérdidas por infiltración en pequeños estantes de almacenamiento de agua de escurrimiento.

Esta sal la han probado en suelos calcareos con arcilla minerales del grupo Montmorillonita. Los requisitos mínimos para obtener los resultados positivos en este método son:

- 1.- Debe de haber una capa de suelo de 12 pulgadas por lo -
menos, sobre un estrato de arena, grava o roca porosa.
- 2.- El contenido mínimo de arcilla del suelo debe ser 15%.
- 3.- La capacidad total de intercambio debe ser mayor de 15
miliequivalentes por 100 grs. de suelo.

Existe una fórmula que permite calcular en libras la cantidad necesaria de carbonato de sodio para cada caso:
Lbs. de $\text{Na}_2 \text{CO}_3 = 0.004 \text{ D A } (0.15 \text{ C T I } - \text{ S I.})$

D.- La profundidad es igual en pulgadas del suelo en ques
tión.

A.- La superficie en pies cuadrados.

CTI.- Representa la capacidad total de intercambio en miliequ
ivalentes por 100 grs. de suelo.

SI.- Contenido de sodio intercambiable en miliequivalentes
por 100 grs. de suelo.

Reginato y sus colaboradores recomiendan continuar las investigaciones con sales dispersantes, ya que ofrecen posibilidades de trabajo y presentan incógnitas que resol--
ver, como la durabilidad de los tratamientos, el efecto de los diferentes tipos de sales y su dosificación, así tam--
bién como la erosionabilidad de las áreas tratadas (7).

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el campo experimental "San José" del Municipio de Villa de García -- Nuevo León, propiedad de la facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, se encuentra localizado -- geográficamente a los 25°48' latitud Norte y 100°28' longi- tud Oeste y con una altitud de 610 msnm cuenta con una - - precipitación pluvial media de 300 mm. por año y una tempe- ratura media anual de 19.65. Los registros de precipitación y temperaturas presentadas a lo largo de todo el ciclo vege- tativo del cultivo del frijol, se presenta en la tabla No. 1.

TABLA 1. Precipitaciones pluviales y temperaturas medias -- mensuales, registradas durante el experimento en - la estación meteorológica del campo experimental - "San José" de Villa de García, N. L., 1978.

Mes	Año	Precipitación Pluvial (mm)	Temperatura Media Co.
Agosto	1978	102.90	
Septiembre	"	274.40	22.93
Octubre	"	114.60	

E = 491.90 mm.

En el presente trabajo se probaron tres tratamientos de impermeabilizantes aplicados en la superficie del --suelo, estos tratamientos son:

- 1.- Ceniza de Sosa ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$) aplicada a una dosis de 40 Grs./m².
- 2.- Parafina, aplicada a una dosis de 1.117 kgs./m².
- 3.- Compactación, el cual consistió simplemente en com--pactar el suelo con un rodillo en la superficie to--tal del tratamiento.

Además se estudiaron 3 grados de pendientes de la superficie del suelo (3,5 y 8%) y una sola proporción de --áreas de escurrimiento y área de cultivo (1: 1/2).

Las dimensiones del área de escurrimiento fué de 16 m² y la superficie del área de cultivo fué de 8 m², la --cual fué sembrada con la variedad de frijol pinto americano con una densidad de siembra de 200,000 plantas por hectárea con una distancia en tres surcos de 50 cms. y una distancia entre planta de 10 cms.

El cultivo del frijol se sembró el día 5 de sep--tiembre de 1978, después de haber dado punto el suelo. An--tes de la siembra habían caído algunas lluvias (ver tabla --No. 1) a los cuatro días de sembrada la semilla empezó a --

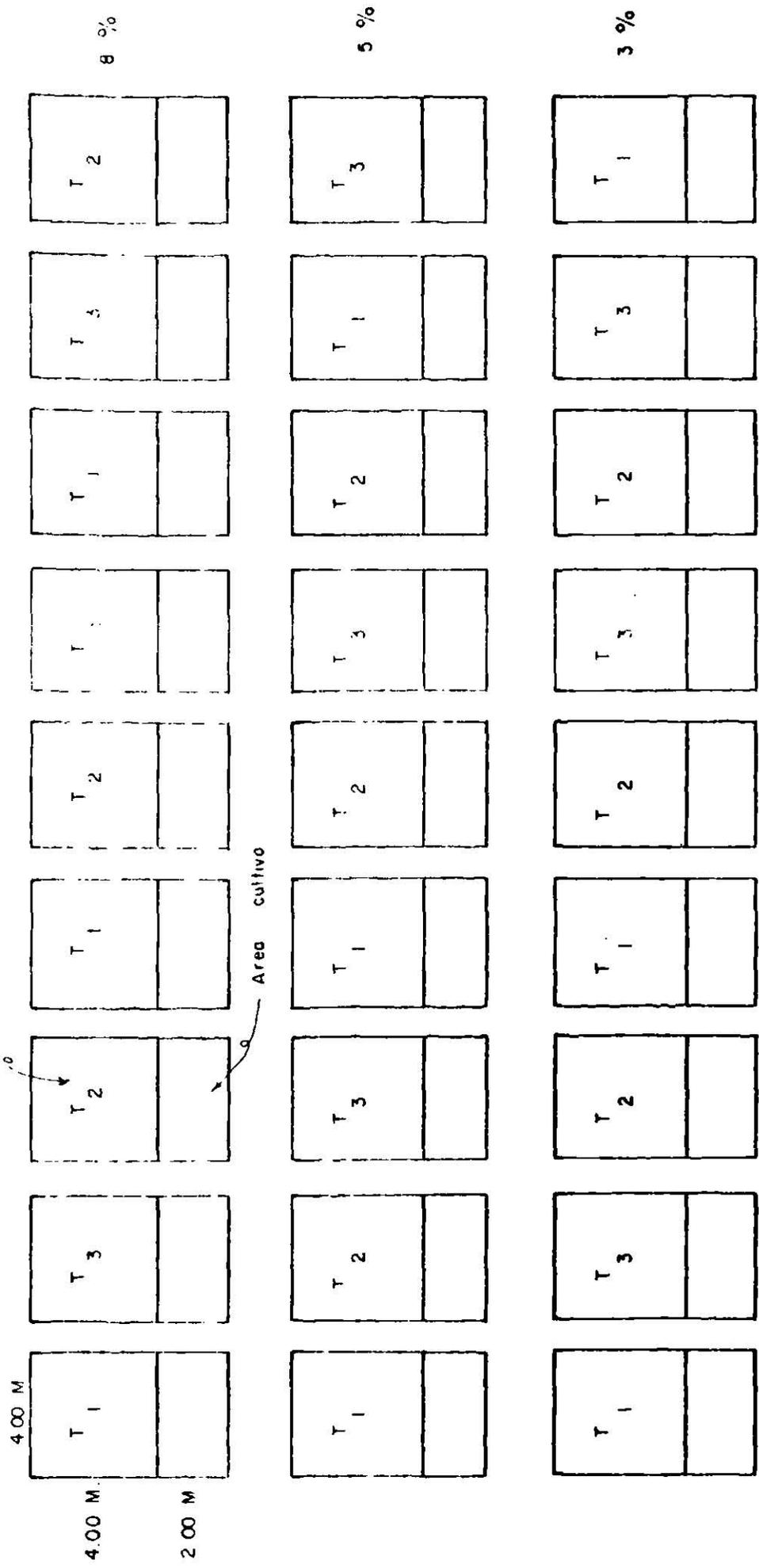
emerger en todos los tratamientos estudiados.

El diseño experimental que se utilizó fué el de bloques al azar con parcelas divididas con tres repeticiones, a continuación se muestra un croquis de la distribución de todos los tratamientos estudiados (ver figura No. 1)

En la Tabla 2.A y 2.B se muestran las características físicas y químicas del suelo en donde se realizó el presente experimento, se muestreó el suelo de 0-30 cms. y el subsuelo de 30-60 cms. haciendo uso de una barrena de tipo caja, cabe aclarar que no se aplicó al suelo ningún fertilizante, solamente fué preparada antes de la siembra con trabajo de arado, un peso de rastra y una nivelación en el área de cultivo.

Hay que mencionar que se tenía pensado llevar un historial de la humedad del suelo a dos diferentes profundidades (30 y 60 cms.) haciendo uso de bloques de yeso (método de resistencia eléctrica) para medir cada semana, el contenido de humedad en todo el ciclo vegetativo del frijol.

Sin embargo se optó por no instalar los bloques de yeso, debido a que el suelo siempre tuvo humedad suficiente para el desarrollo del cultivo; es decir que el contenido de humedad del suelo estuvo siempre cerca de la capacidad de campo.



TRATAMIENTOS	IMPERMEABILIZANTES	PROPORCIONES	PENDIENTES
1.-	PARAFINA	1:1/2	8 %
2.-	CENIZA DE SOSA		5 %
3.-	COMPACTACION		3 %

AREA ESCURRIMIENTO : AREA DE CULTIVO

Fig. 1.- Distribucion de los tratamientos estudiados en el Campo Agrícola Experimental "San Jose", Villa de García, N. L. En un estudio de cosecha de agua de lluvia en un cultivo de frijol, en un suelo bajo condiciones de semidesierto. 1976

TABLA 2.A.- Características físicas y químicas del suelo --
 (0-30 Cms) donde se realizó el presente experi-
 mento, en el campo experimental "San José" Villa
 de García, N.L., propiedad de la Facultad de --
 Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo -
 León, en el año 1978 en el cultivo de frijol, -
 bajo condiciones de temporal.

DETERMINACION	SUELO (0-30 cms.)	CLASIFICACION AGRONOMICA
Color	Seco 10 M ² 6/2	Gris Cafesaceo claro
	Húmedo 10 M ² 3/2	Café gris muy oscuro
P.H.	8.0	Medianamente alcalino
Relación suelo: agua (1:2)		
	Arena 42%	
Textura (Método del Hidrómetro)	Limo 10% Arcilla 48%	Arcilloso
Materia Orgánica (Método Walkley y Black)	1.52%	Mediano
Nitrógeno Total (Método Kjeldahl)	0.076%	Pobre
Fósforo (Método Olsen)	0.12 PPM.	Bajo
Potasio Aprovechable (Método Peech y English)	1134 Kg./Ha.	Extremadamente Rico
Sales Solubles Totales (Puente Wheatstone)	1.3 mm.hos/cm. a 25° C.	No salino
CC.	33%	
P.M.P.	18%	

TABLA 2.B. Características físicas y químicas del subsuelo (30-60 cms.) donde se realizó el presente experimento, en el campo experimental San José Villa - de García, N.L., propiedad de la Facultad de --- Agronomía de la Universidad Autónoma de N.L., en el año 1978 en el cultivo de frijol, bajo condiciones de temporal.

DETERMINACION	SUBSUELO (30-60 Cms)	CLASIFICACION AGRONOMICA
Color	Seco 10 y R 2/2	Café muy oscuro
	Húmedo 10 Y R 6/3	Café pálido.
P.H.	8.2	Medianamente alcalino
Relación suelo agua (1:2)		
	Arena 38%	
Textura	Lino 10%	ARCILLOSO.
(Método del hidrómetro)	Arcilla 52%	
Materia Orgánica		
(Método Walkley y Black)	1.4%	Mediano
Nitrógeno total	0.070%	Pobre
(Método kjeldahl)		
Fósforo aprovechable	0.08 PPM	Bajo
(Método Olsen)		
Potasio Aprovechable	504 kgs./ha.	Extremadamente rico
(Método Peech y English)		
Sales Solubles Totales	0.9 M.M.H.O.S/Cms.	No salino
(Puente Wheatstone)	a 25°C.	

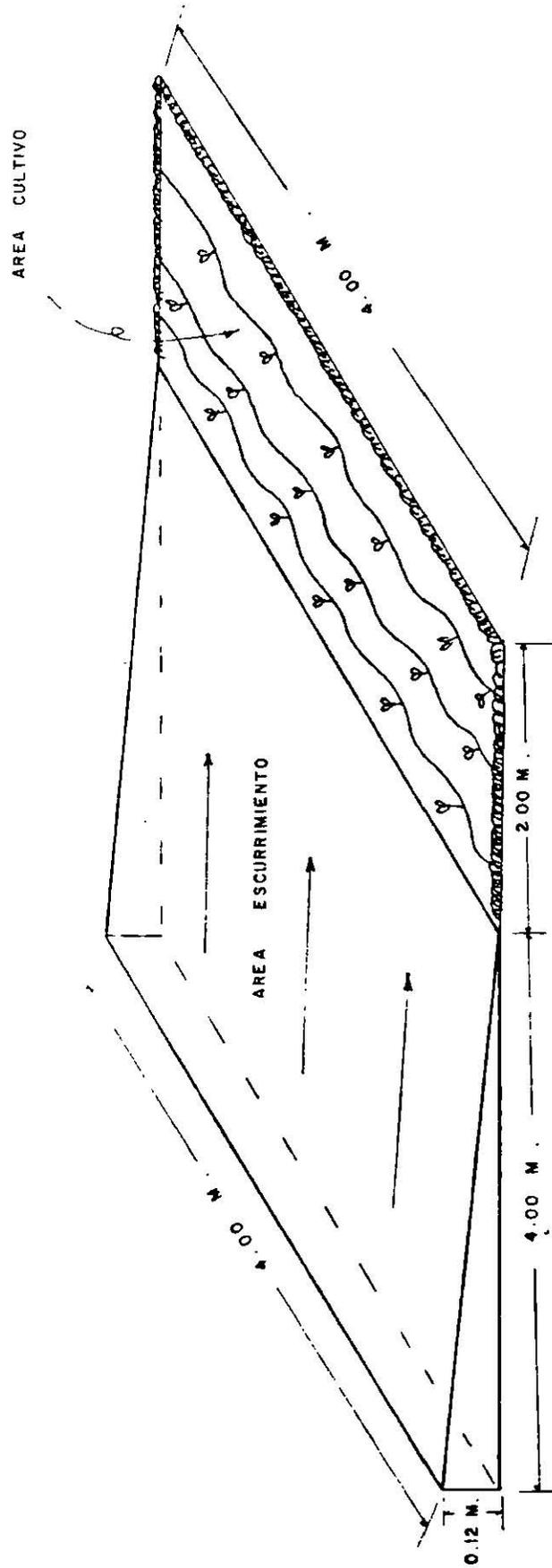


FIG. 2 . Partes de una estructura de escurrimiento, así como su area de cultivo; que fueron construidas para el estudio de la cosecha de agua de lluvia en un suelo bajo condiciones de semidesierto. 1978 .

En la figura No. 2 se puede observar las partes - de las estructuras que se construyeron para estudiar el -- efecto de la impermeabilización sobre la superficie del suelo, y la influencia de la pendiente sobre el incremento del escurrimiento del agua de lluvia, para ser captada y conducida al área de cultivo.

En lo referente al cultivo, su crecimiento y desarrollo fué normal, (ver fotos, Fig. No. 3) siendo necesario llevar a cabo dos deshierbes en forma manual. El primero se realizó a los 15 días y el segundo a los 35 días de la siembra, y con esto se eliminó el problema de malas hierbas. -- Presentándose al final de la cosecha un ligero ataque de antracnosis en vainas y hojas, también se detectó un ataque - de gusano falso medidor; pero no fué mucha su incidencia, - por lo cual no se llevó a cabo la aplicación de insecticida para su control.

La cosecha se llevó a cabo el día 30 de Noviembre de 1978 ya que las plantas estaban en plena maduración, para después efectuarse la trilla, cuando el grano de frijol tenía un 13% de humedad.

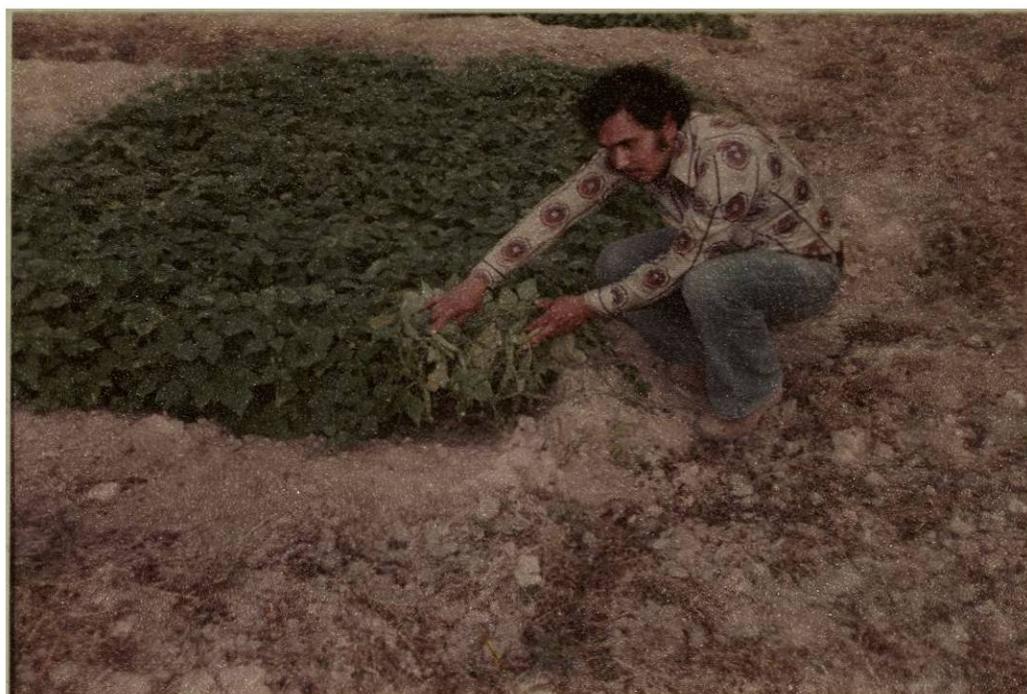


FIGURA 3. Vista del tratamiento impermeabilizado con ceniza de Sosa (Na_2CO_3) y con pendiente de 3%; donde en las dos fotografías se puede apreciar el desarrollo del cultivo de frijol en el ciclo 78-79. En el Campo de San José Villa de García, N.L.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del presente experimento, muestra que no hubo diferencia significativa entre los diferentes factores estudiados, el factor pendiente y factor impermeabilizante.

También se observa que analizando la interacción de estos dos factores antes mencionados, no hubo diferencia significativa por lo tanto no hubo interacción, esto quizá, se haya debido a que en el ciclo del cultivo en el año 1978 se obtuvo una precipitación pluvial mayor de la media para la zona donde se instaló el experimento, y esto quizá originó que todos los tratamientos probados de impermeabilizantes y pendientes del terreno, se comportaron igual en el rendimiento del grano de frijol. Así se puede ver en los análisis estadísticos efectuados en este trabajo, los cuales se pueden consultar en el apéndice (A, B, C y D).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones que se derivan de este estudio - son las siguientes:

- 1.- El factor pendiente y el factor impermeabilizante no influyeron en el rendimiento de los diferentes tratamientos estudiados. Quizá porque hubo una precipitación mayor que la media para esa zona; y los tratamientos probados se comportaron en una manera muy similar en sus rendimientos, de tal manera que estadísticamente no fueron significativos. Sin embargo se observó cierta tendencia a aumentar los rendimientos de frijol en el tratamiento impermeabilizante de ceniza de sosa ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$) pero no se observó que el efecto de la pendiente tuviera alguna influencia en los rendimientos, pues en todas las pendientes probadas se observaba que el tratamiento impermeabilizado con ceniza de sosa era el que visualmente prometía mayores rendimientos, sin embargo estadísticamente no fueron significativos.
- 2.- También se puede decir que en el tratamiento donde se utilizó ceniza de sosa como material impermeabilizante del suelo, se observó que en el área donde fué aplicado

la población de malas hierbas fué muy pequeña, en comparación a la población de malas hierbas que hubo en los otros tratamientos impermeabilizantes de compactación y parafina.

- 3.- Se puede concluir, respecto a la aplicación de los materiales utilizados como impermeabilizantes al suelo, el que más fácilmente fué aplicado fué el de ceniza de sosa; es por eso, que se recomienda seguir estudiando materiales impermeabilizantes de este tipo como el cloruro de sodio etc. pues dichos materiales son fáciles de aplicar y además son más baratos en su costo.
- 4.- Se recomienda seguir con estos estudios en la misma zona semidesértica de Nuevo León, pues en muchas zonas -- con este tipo de clima se cuenta con condiciones de suelo bastante buenas, el único problema estriba en que la época de agua que llueve escurre o se evapora rápidamente porque el suelo no está preparado para captarla, y que pueda ser aprovechada por los cultivos más tolerantes a la sequía, como por ejemplo el sorgo y el mijo, - etc.

R E S U M E N

Esta investigación se realizó en el campo experimental San José propiedad de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el Municipio de Villa de García, N.L.

Se efectuó la investigación con la finalidad de conocer el volumen de agua captada por el efecto combinado de tres niveles de pendiente con tres tratamientos de impermeabilización en el área de escurrimiento de una estructura tipo microcuencia para obtener mayor producción en el cultivo de frijol en zonas semiáridas.

El experimento se realizó bajo el diseño experimental de bloques al azar con parcelas divididas y tres repeticiones.

El total de estructuras fué de 27, en cada una de ellas se evaluó el rendimiento de la parcela total expresado en gramos/parcela.

Variedad de frijol Pinto-americano; el método y densidad de siembra que se usó fué el siguiente: Distancia entre surcos 50 cms. con hileras sencillas (siembra en el lomo del surco) con una población de 200,000 plantas por --

hectárea, y una distancia de 10 cms. entre plantas.

La siembra se efectuó de acuerdo a la distribución de los tratamientos utilizados en el experimento.

Durante el ciclo hubo muy poca incidencia en cuanto a plagas y enfermedades, por lo tanto no se hizo necesario utilizar productos químicos para proteger el cultivo.

La cosecha y la trilla se llevaron a cabo en forma manual, cuando las plantas presentaban un color amarillo, observándose caída de hojas en la mayoría de las plantas; se hizo el corte y se acarreó del campo, dejándose en pequeños montones para que secase, después se valió y se limpió, poniéndose en blosas etiquetadas con el grado de pendiente y el material impermeabilizante y se llevó a cabo a la balanza para hacer los cálculos del rendimiento para cada parcela experimental.

Se determinó el por ciento de humedad del grano. Se llevó una evaluación de las precipitaciones durante el experimento, se hizo un análisis de suelo para conocer sus propiedades físicas y químicas, el análisis estadístico no reportó diferencias significativas en ninguno de los factores (A y B). También reportó que no hubo interacción entre (A y B).

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALDON AND SPRINGFIELD. 1974. "Using paraffin and polyethylene to harvest water for growing shrubs". Proceedings of the water harvesting symposium Phoenix, Arizona March. 26-28-1974 agricultural research service. U.S. Department of Agriculture. P.P. 251-257.
- 2.- CLUFF C.B. AND G.R. DUTT. 1966. Using salt to increase irrigation water progresive Agriculture in Arizona 18 (3); P.P. 12-13.
- 3.- FANGMEIER, D.D. 1974. "Crop production by water harvesting" Proceedings of the water havesting sgmpo---sium Phoenix, Arizona. March. 26-28-1974. Agricultural research service U.S. Department of Agriculture P.P. 269-276.
- 4.- JONES AND HAUSER. 1974."Runoff utilization for grain -- production" proceedings of the water harvesting - symposium Phoenix, Arizona, March. 26-28-1974. -- Agricultural research service U.S. Department of Agriculture P.P. 277-282.
- 5.- ROJAS M. PAULINO. 1965. "Generalidades sobre la vegeta-

ción del Estado de Nuevo León y datos acerca de -
su flora". Tesis Doctoral de Biología U.N.A.M. Mé-
xico D.F. 1965. P.P-39-46.

6.- VELASCO MOLINA H.A. 1980."Uso y manejo del suelo". Ma--
nual Teórico Práctico" I.T.E.S.M. p.p. 140-143.

7.- VELASCO MOLINA H.A. 1974. Cosecha de agua de lluvia en
regiones áridas. CONACYT-CONAZA serie estudios --
No. 2. México, D.F.

APENDICE "A"

Tabla de concentración de datos de los rendimientos obtenidos de grano de cada uno de los tratamientos expresado en gramos por parcela total.

PENDIENTE	TRATAMIENTOS	I	II	III	Y_{1j} .
$a_1 = 3\%$	b1=parafina	Y111=1017	Y112=721.5	Y113=745.0	Y11..=2484.2
	b2=Ceniza de Sosa	Y121=945.5	Y122=915.7	Y123=801.2	Y12..=2662.4
	b3=Compactación	Y131=723.4	Y132=703.4	Y133=831.4	Y13..=2248.2
	Parcela Grande $Y_{i.k}$.	Y1.1=2686.6	Y1.2=2340.6	Y1.3=2367.6	Y1...=7394.8
$a_2 = 5\%$	b1=Parafina	Y211=826.8	Y212=744.8	Y213=860.8	Y21..=2432.4
	b2=Ceniza de Sosa	Y221=838.8	Y222=849.5	Y223=763.4	Y22..=2451.7
	b3=Compactación	Y231=637.8	Y232=604.5	Y233=532.9	Y23..=1775.2
	Parcela Grande $Y_{i.k}$.	Y2.1=2303.4	Y2.2=2198.8	Y2.3=2157.1	Y2...=6659.3
$a_3 = 8\%$	b1=Parafina	Y311=990.5	Y312=918.5	Y313=593.4	Y31..=2502.4
	b2=Ceniza de Sosa	Y321=673.4	Y322=1446.0	Y323=863.0	Y32..=2982.4
	b3=Compactación	Y331=989.6	Y332=1096.1	Y333=739.5	Y33..=2825.2
	Parcela Grande $Y_{i.k}$.	Y3.1=2653.5	Y3.2=3460.6	Y3.3=2195.9	Y3...=8310.0
	$Y..k$	Y..1=7643.5	Y..2=8000	Y..3=6720.6	Y....=22364.1

MODELO ESTADISTICO

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + E(a) + i_j + I_k + (AB)_{ik} + E(b) + i_j k.$$

APENDICE "B"

TABLA DE DOBLE ENTRADA
PARA INTERACCION (A B)

Pendiente (a)	Impermeabilizacion ^(b)			Tratamiento Yi..
	b1	b2	b3	
a1	Y11. 2484.2	Y12. 2662.4	Y13 2248.2	Y1.. 7394.8
a2	Y21 2432.4	Y22 2451.7	Y23 1775.2	Y2.. 6659.3
a3	Y31 2502.4	Y32 2982.4	Y33 2825.2	Y3.. 8310
Y.j.	Y.1. 7419	Y.2. 8096.5	Y.3. 6848.6	Y... 22364.1

APENDICE "C"

TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA, DEL
EXPERIMENTO EN CUANTO A
RENDIMIENTO DE GRANO.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal.	F teórica
Bloques	r-1=2	96877.81555	48438.90778	.9453	6.94
Factor (A)	a-1=2	151976.3622	75988.1811	1.4829	6.94
ERROR (A)	(a-1) (r-1)=4	204962.6323	51240.65808		18.0
P. Grande	ar-1=8	453816.81	56727.10125	2.5210	2.85
Factor (B)	b-1=2	86726.54887	43363.27444	1.9271	3.89
Int. (A B)	(a-1) (b-1)=4	80858.02226	20214.50557	.8983	3.26
ERROR (B)	a(b-1) (r-1)=12	270011.2989	22500.94158		5.41
TOTAL	abr-1=26				

COEFICIENTE DE VARIACION PARA PARCELA GRANDE

$$C.V. = \sqrt{\frac{C.M.E}{\bar{X} \text{ Gral.}}} \times 100 = \sqrt{\frac{22500.9415}{828.30}} \times 100$$

C.V. = 18.10

COEFICIENTE DE VARIACION PARA PARCELA CHICA

$$C.V. = \sqrt{\frac{C.M.E}{\bar{X} \text{ Gral.}}} \times 100 = \sqrt{\frac{51240.6580}{828.30}} \times 100$$

C.V. = 27.32

C.V. = Es una relación entre la raíz cuadrada del cuadrado medio del error, sobre la media general expresado el valor obtenido en por ciento.

APENDICE "D"

TABLA DE CONCENTRACION DE
 MEDIAS PARA INTERACCION (A B)

1.- 828.06 Grs./P	1035.07 Kgs./Ha.
2.- 887.46 "	1109.32 "
3.- 749.40 "	936.75 "
4.- 810.80 "	1013.5 "
5.- 817.23 "	1021.53 "
6.- 591.73 "	739.66 "
7.- 834.13 "	1042.66 "
8.- 994.13 "	1242.66 "
9.- 941.73 "	1177.16 "

TABLA DE CONCENTRACION DE
 MEDIAS PARA FACTOR (A) PENDIENTE

1.- 821.64 Grs./P	1027.05 Kgs./Ha.
2.- 739.92 "	924.9 "
3.- 923.33 "	1154.16 "

TABLA DE CONCENTRACION DE
 MEDIAS PARA FACTOR (B) MATERIALES

1.- 824.33 Grs./P	1030.41 Kgs./Ha.
2.- 899.61 "	1124.51 "
3.- 760.95 "	951.18 "

