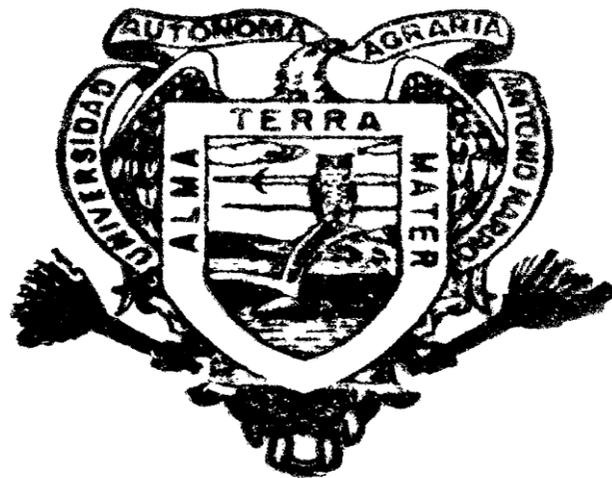


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

PROGRAMA DE GRADUADOS



**RESPUESTA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) BAJO
CONDICIONES DE RIEGO AL FERTILIZANTE LIQUIDO
OBTENIDO POR BIODEGRADACION ANAEROBICA
DEL ESTIERCOL DE BOVINO EN LA REGION DE
DERRAMADERO, COAHUILA.**

POR

FELIPE ABENCERRAJE RODRIGUEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS ESPECIALIDAD DE SUELOS**

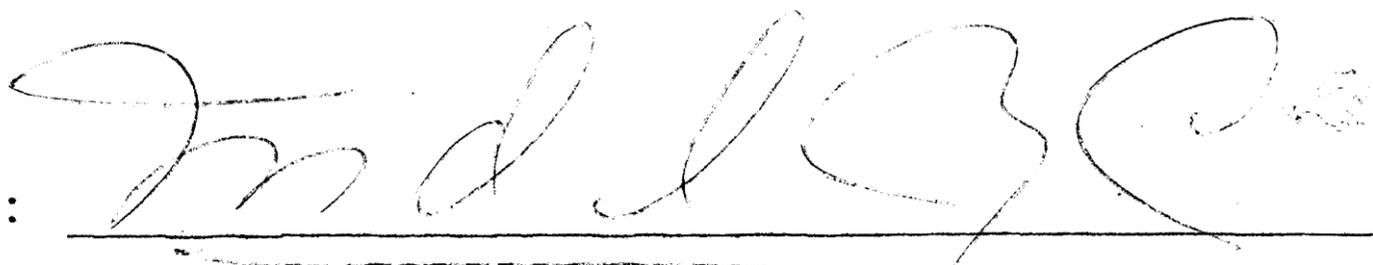
**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO
JUNIO DE 1984**

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISION DEL COMITE PARTICULAR
DE ASESORIA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OPTAR
AL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD DE SUELOS

COMITE PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL:



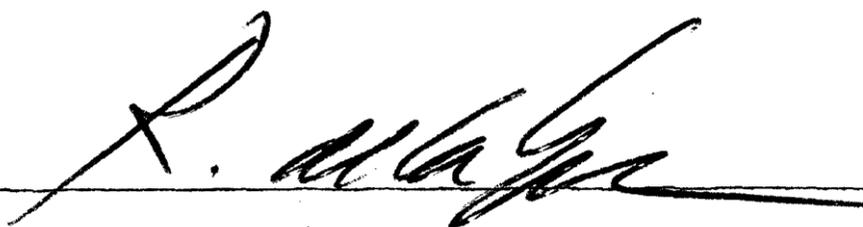
Q.F.B. M.A. MERCEDES DE LA GARZA CURCHÓ.

ASESOR:



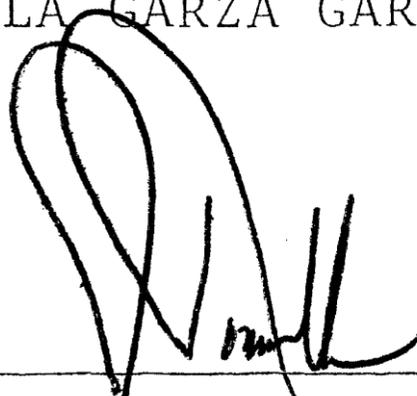
ING. M.C. J. CONCEPCION DORANTES DE LA ROSA.

ASESOR:



ING. M.C. ROMMEL DE LA GARZA GARZA.

DIRECTOR DE POSTGRADO:



DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBON
BANCO DE TE
U.A.A.N.

AGRADECIMIENTOS

- A la Q.F.B. M.A. Mercedes de la Garza Curcho, por su ayuda, disponibilidad y orientación tan valiosa en la conclusión de este trabajo, así como por la revisión del documento y el apoyo que a mi formación profesional ha dado desde el principio de esta investigación.
- Al M.C. Rommel de la Garza y al M.C. J. Concepción -- Dorantes de la Rosa, por sus valiosas aportaciones y disponibilidad para la versión final de este trabajo y revisión del mismo.
- A la Sra. Deyanira Luna de A. por su gran esfuerzo y valiosa ayuda en la transcripción mecanográfica.
- Al Ing. Gerardo Aguirre Flores por todas las facilidades que me brindó para el desarrollo de este trabajo.
- Y a todas aquellas personas que involuntariamente he omitido y que de alguna forma, aunque haya sido mínima, colaboraron en la realización del presente trabajo.

DEDICATORIA

A Deyanira

Con todo mi amor

A mis hijos

Mayra, Itzel, Sandra y Aben Hamet

Esperanzas de mi vida.

A mis padres

Con mucho cariño y gratitud

A mis hermanos

Con el afecto que siempre nos ha unido

A mis compañeros del Departamento de Suelos

A mis amigos y demás familiares

A la U A A A N

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA	5
1. Composición química del estiércol.....	5
2. Principios técnicos de la digestión anaeróbica.....	9
3. Características de los biofertilizantes producidos.....	11
4. Investigaciones realizadas con biofertilizante.....	14
III. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS EXPERIMENTALES	19
IV. DESCRIPCION DE LA ZONA.....	21
1. Generalidades.....	21
2. Clima.....	21
2.1. Temperaturas.....	21
2.2. Lluvias	22
2.3. Humedad relativa.....	23
2.4. Evaporación.....	23
2.5. Heladas.....	23
2.6. Vientos.....	24
3. Suelos.....	24
V. MATERIALES Y METODOS.....	29
1. Localización del sitio experimental.....	29
2. Espacios de exploración.....	31
3. Diseño experimental y tratamientos.....	31
4. Tamaño y distribución de las parcelas experimentales.....	32

5.	Fuentes de fertilizantes.....	32
5.1.	Fertilizante líquido.....	32
5.2.	Fertilizante químico.....	33
6.	Densidad de siembra y semilla utilizada.....	33
7.	Trabajos de campo.....	34
7.1.	Preparación del terreno.....	34
7.2.	Muestreo de suelos.....	34
7.3.	Métodos de laboratorio.....	35
7.4.	Siembra y fertilización.....	37
7.5.	Control de malas hierbas.....	37
7.6.	Observaciones y mediciones del cultivo.	38
7.7.	Plagas y enfermedades.....	38
7.8.	Riegos.....	39
7.9.	Cosecha.....	39
7.9.1.	Limpia.....	40
8.	Análisis estadístico.....	40
8.1.	Análisis de varianza.....	40
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	42
1.	De los análisis físicos y químicos del suelo	42
2.	De los recuentos bacterianos.....	44
3.	Observaciones fisiológicas.....	44
3.1.	Floración.....	44
3.2.	Formación de vainas.....	46
3.3.	Número de vainas por planta.....	46
3.4.	Número de granos por vaina.....	47
3.5.	Madurez fisiológica.....	47
3.6.	Rendimiento de grano.....	49

4. Análisis de varianza..... 49

5. Relación de costos..... 49

VII. CONCLUSIONES..... 53

VIII. RESUMEN..... 55

IX. BIBLIOGRAFIA..... 57

X. APENDICE..... 62

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL CONTENIDO

CUADROS

CUADRO		PAG.
1.	Inventario de abonos orgánicos producidos - en México en el año de 1970. Memorias VII - Congreso S.M.C.S. Guanajuato, Gto. México.	6
2.	Población de especies pecuarias y avícolas - y su producción anual de estiércol en la -- comarca lagunera, CIAN-INIA-SARH.....	7
3.	Análisis del fertilizante líquido provenien <u>te</u> de la fermentación anaeróbica del estiér <u>col</u> de bovino, en 1982.....	16
4.	Distribución de las temperaturas y precipi <u>tación</u> en la región de estudio durante 1983	28
5.	Tratamientos de fertilizante líquido estu <u>diados</u> en el experimento del cultivo de fri <u>jol</u> bajo condiciones de riego, en la región de Derramadero, Coahuila 1983.....	30
6.	Algunas características físicas y químicas - del suelo donde se estableció el experimen <u>to</u> durante 1983.....	43
7.	Resultados de los recuentos bacterianos lle <u>vados</u> a cabo por el método MGC. 1983.....	45

CUADRO

PAG.

- | | | |
|----|--|----|
| 8. | Observaciones fisiológicas del cultivo del frijol con respecto a la aplicación de los diferentes tratamientos estudiados. Derramadero, Coahuila. 1983..... | 48 |
| 9. | Rendimiento medio de grano de frijol como respuesta a la aplicación de los tratamientos estudiados. Derramadero, Coah. 1983..... | 50 |

FIGURAS

FIGURA

- | | | |
|----|--|----|
| 1. | Croquis de localización de la zona de Derramadero, Coahuila..... | 26 |
| 2. | Representación analítica de la precipitación y temperaturas medias, para la región de Derramadero, Coah. 1983..... | 27 |

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL APENDICE

CUADROS

CUADRO		PAG.
1A.	Concentración de los datos de rendimiento - en Kg/ha de la respuesta del frijol a los - tratamientos estudiados, en la región de -- Derramadero, Coahuila 1983.....	64
2A.	Análisis de varianza de los rendimientos de frijol en Kg/ha obtenidos con los tratamien <u>u</u> tos estudiados en la región de Derramadero, Coahuila 1983.....	65

FIGURAS

FIGURA		
1A.	Esquema básico para la distribución de los- tratamientos en el campo, usado en el expe- rimento llevado a cabo en la región de De-- rramadero, Coahuila 1983.....	63
2A.	Representación gráfica de los rendimientos- estudiados en la región de Derramadero, - - Coahuila 1983.....	66

I. INTRODUCCION

El aumento de la población humana registrado en los últimos años, es uno de los problemas actuales con que se enfrenta la humanidad y que hacen que el hombre realice investigaciones para tratar de resolver el problema de su alimentación.

Una de las grandes deficiencias en la alimentación humana es el bajo índice ó porcentaje de proteínas las cuales -- son vitales en el desarrollo del ser humano, es necesario enfocar parte de los esfuerzos que se realicen, hacia la obtención de productos que contengan altos índices proteínicos.

El frijol ocupa un lugar muy destacado en la dieta básica del pueblo mexicano, además de ser una fuente de proteínas, sin embargo los rendimientos que se obtienen son generalmente bajos, por lo tanto es de suma importancia aumentar la producción por hectárea, ya que las necesidades actuales de éste, nos hacen ser importadores de tal producto, gravando aún más la economía de México.

De acuerdo a la información de la Dirección General de Economía Agrícola de la S.A.R.H. (1981) para el cultivo del-

frijol a nivel nacional son los valores siguientes:

	RIEGO	TEMPORAL	TOTAL
Superficie (ha)	311,876	1'838,288	2'150,164
Rendimiento (ton/ha)			0.683
Producción (ton)			1'469,021
Valor de la Producción (Miles \$)			23'391,555

Y a nivel Estatal (Coahuila) son los siguientes:

Superficie (ha)	4,683	13,069	17,752
Rendimiento (ton/ha)			0.864
Producción (ton)			15,341
Valor de la producción (Miles \$)			252,737

Ante esta necesidad de subsistencia, una alternativa para incrementar considerablemente la producción de esta leguminosa de grano en la Región, es la determinación del uso económico de los fertilizantes obtenidos por BIODEGRADACION ANAEROBICA.

Dado a que los fertilizantes químicos proceden en su mayor parte de recursos naturales no renovables en un futuro tendremos déficit de estos insumos.

Los fertilizantes líquidos ó Biofertilizantes se logran mediante un proceso de fermentación anaeróbica del estiércol utilizando un sistema herméticamente cerrado y dentro del -- cual se coloca el material orgánico a fermentar, mezclado -- con agua. Al ocurrir la fermentación en ausencia de aire, se liberan Metano, Hidrógeno, Bióxido de carbono, Monóxido de -- carbono y Trazas de Acido Sulfhídrico, de los cuales el metano se presenta en una proporción que va desde un 55 hasta un 70%, tal concentración permite que el Biogás que se desprende sea sumamente eficiente, si se utiliza como combustible.

Además los residuos de la fermentación (Efluentes) contienen una alta concentración de nutrientes y materia orgánica, lo cual los hace susceptibles de ser utilizados como un excelente biofertilizante.

Al respecto Arias (1978), menciona que contienen no solamente los llamados elementos mayores (N P K) si no también los menores, amén de vitaminas y hormonas para el crecimiento de las plantas.

En la región donde se estableció este trabajo de investigación se producen significativas cantidades de estiércol, el más abundante es el de bovino lechero, de la producción -

total de este material se pierde de un 15 a 30 % aproximadamente por descomposición en el corral ó en los sitios de acumulación.

Considerando lo anterior se realizó este trabajo de investigación con el fin de poder proporcionar a los agricultores de la región una alternativa sencilla y barata de obtener su propio biofertilizante y mediante su aplicación al cultivo de frijol incrementar sus rendimientos unitarios.

II. REVISION DE LITERATURA

De acuerdo con una estimación hecha por Fernández y colaboradores (1974) el estiércol que podría controlarse en México para el año de 1970 era tal como se muestra en el cuadro 1 de 49.2 millones de toneladas en peso fresco por año, de éstas la mayor parte, el 74.4% corresponde a bovinos estabulados y semiestabulados, a equinos el 9.8% y el resto, es decir 15.8%, a especies menores.

En la comarca lagunera, región desértica del centro-norte de México se localiza una de las cuencas lecheras más importantes del país, es además un centro agrícola con más de 160,000 hectáreas bajo riego y en base a las estadísticas de población pecuaria se producen significativas cantidades de estiércol. Castellanos (1982). Cuadro 2.

1.- COMPOSICION QUIMICA DEL ESTIERCOL

Resulta difícil precisar cifras de la composición del estiércol, ésto es a causa de un número variable de factores que entran y pueden cambiar radicalmente las cantidades y proporciones de N , P_2O_5 y K_2O presentes (Buckman y Brady 1977).

Cuadro 1.- INVENTARIO DE ABONOS ORGANICOS PRODUCIDOS EN MEXICO EN EL AÑO DE 1970. MEMORIAS VII CONGRESO SMCS. GUANAJUATO, GTO. MEX.

ESTIERCOLES	MILES DE TON. POR AÑO.	%
		RELATIVO
BOVINO	36,600	74.4
EQUINO	4,800	9.8
PORCINO	3,300	6.7
CAPRINO	1,800	3.6
OVINO	1,000	2.0
AVIAR	1,700	3.5
	49,200	100%

Cuadro 2.- POBLACION DE ESPECIES PECUARIAS Y AVICOLAS Y SU PRODUCCION ANUAL DE ESTIERCOL EN LA COMARCA LAGUNERA. CIAN- INIA- SARH. 1981.

ESPECIE	No. DE CABEZAS	PRODUCCION DE ESTIERCOL. DIARIA Kg/CABEZA	TOTAL ton/AÑO
BOVINO LECHERO	129,000	6.000	282,500
BOVINO ENGORDA	144,000	4.000	105,120
AVES PROD. HUEVO	4'400,000	0.040	64,240
AVES DE REPOSICION	2'200,000	0.017	13,651
AVES PROD. DE CARNE	10'650,000	0.017	13,767
PORCINO	100,000	0.450	16,425
CAPRINO	255,000	0.700	65,152
TOTAL			560.855

Un aspecto a menudo olvidado del estiércol de las granjas, es el contenido de nutrientes secundarios y micronutrientes. Con todo ésto, el contenido varía ampliamente, Tisdale y Nelson (1970).

Los factores que determinan el valor del estiércol son los siguientes:

- Modo de conservación (manejo y almacenamiento).
- Edad de los animales.
- Tipo e intensidad del régimen alimenticio.

Referente a la composición química del estiércol vacuno se tienen numerosos trabajos. Así Baeyens (1970), señala que el estiércol vacuno contiene 0.40% de N. 0.18% de P_2O_5 y 0.45 de K_2O .

Selke (1968), señala que el estiércol vacuno en sus heces contiene: 80% de agua, 18% de materia orgánica, 0.30% de N. total, 0.05 de N.Soluble, 0.20% de P_2O_5 , 0.10% de K_2O y 0.10% de Ca. Asimismo este autor señala sobre un total de 117 análisis que el contenido medio del estiércol en micronutrientes es de 43.8 a 217.8 ppm de Mn; asimismo de 16.4 a 82.1 ppm de Zn.

La maduración del estiércol consiste en transformaciones microbianas y bioquímicas del estiércol fresco, hasta el estado de estiércol maduro. La maduración generalmente es lenta, es una mineralización de los productos orgánicos, con producción de materias más sencillas directamente asimilables por las plantas, Baeyens (1970).

2.- PRINCIPIOS TECNICOS DE LA DIGESTION ANAEROBICA

De acuerdo a Baquedano et al (1979), se describe a la "Digestión Anaeróbica" como el proceso de estabilización de la materia orgánica en un medio sin oxígeno, principalmente a partir de bacterias, este proceso involucra siempre a dos tipos de bacterias que actúan simultánea y equilibradamente; siendo las acidificantes y las metanógenas. El accionar específico de ambos grupos, nos permite describir el proceso de fermentación anaeróbica, el cual podemos separar en tres etapas:

- a).- Licuación de la materia orgánica.
- b).- formación de ácidos volátiles.
- c).- formación de gas metano.

En la primera etapa de Licuación, la materia orgánica que generalmente está en estado sólido o semisólido, es des-

U. A. B. A. N.

compuesta por las bacterias en partículas simples (Macromoléculas) asimilables. Este proceso se realiza por la segregación de enzimas producidas por ellas y a otros fenómenos --- principalmente por la hidrólisis de las grandes partículas --- solubles en que la rapidez del proceso es directamente proporcional a la capacidad de dilución de la materia orgánica en el agua.

La segunda etapa es la formación de ácidos, donde estas mismas bacterias anaeróbicas producen los ácidos acético, --- propiónico y butírico, principalmente, de los cuales este --- último se presenta en menor cantidad que el primero. Estos ácidos son los que pasan a ser alimento de las bacterias metanógenas. Otra función de este grupo de bacterias acidificantes es la de eliminar el oxígeno del medio interior del Digestor, condición especial para la vida de las bacterias metanógenas que son anaeróbicas.

La tercera etapa ó de formación de metano, se caracteriza por la entrada en acción de las bacterias metanógenas, --- las que, alimentándose de los desechos de las bacterias acidificantes, fabrican gases (entre ellos el metano); de ahí --- la denominación de biogas y los efluentes, llamados biofertilizantes, pues son producidos a partir de una acción biológica.

Augenstein (1976). Concluye que en el proceso de digestión los organismos que se encuentran en un volúmen cerrado de fermentación anaeróbica consumen sustrato, ya sea estiércol ó algún otro material orgánico, dando como productos finales, Metano, bióxido de carbono, biomasa y un residuo no procesado.

Entre las ventajas, figura la eliminación de algunos componentes indeseables del sustrato como son los ácidos en el estiércol; el gas producido es un combustible mucho más utilizable que el sustrato; el lodo residual que contiene biomasa es valioso como material fertilizante.

La fermentación de celulosa en el rumen dá como resultado la formación de ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico), entonces, el estiércol contiene concentraciones apreciables de estos ácidos, los cuales pueden ser fitotóxicos. El quemado de los pastos puede en ocasiones presentarse como un resultado de esta fitotoxidad, por lo que el estiércol, debe ser diluído antes de aplicarse al suelo, según Lynch, (1979).

3.- CARACTERISTICAS DE LOS BIOFERTILIZANTES PRODUCIDOS

Además de generar gas combustible, la fermentación anaer

róbica de la materia orgánica produce un residuo orgánico de excelentes propiedades fertilizantes. Su composición varía - de acuerdo al desecho utilizado y en promedio un análisis en base seca es el siguiente:

pH	7.5
MATERIA ORGANICA	85.0%
NITROGENO	2.6%
FOSFORO	1.5%
POTASIO	1.0%

No posee mal olor, ni contamina, tampoco atrae moscas - puede ser aplicado directamente al campo en forma líquida ó - bien ser deshidratado y almacenado para usarse posteriormen - te.

También puede servir como materia prima para producir - compostas mezclado con rastrojos, además puede utilizarse pa - ra cultivos por hidroponia, en los que se proporciona a la - planta la humedad y los nutrientes que requiere sin utilizar tierra, según Gómez y Viniegra (1979).

Las principales ventajas del efecto fertilizante son:

Posee una mayor cantidad de nitrógeno que la materia --

prima original en base seca, el que mediante el proceso de digestión se torna más asimilable por las plantas.

Es un buen material para el mejoramiento de los suelos.

A diferencia del estiércol fresco, no posee olores desagradables.

No contiene bacterias patógenas ó semillas de malas hierbas puesto que el proceso de digestión las elimina.

Un metro cúbico de biofertilizante producido diariamente puede fertilizar más de 100 m^2 de tierra por año a un nivel de 200 Kg de N/ha según Pichardo (1980).

El incremento de la producción agrícola por el uso del biofertilizante puede alcanzar un promedio de 10 - 20%. Tan importante como la producción de metano, es el lugar que ocupa la digestión anaeróbica para la obtención de biofertilizante. Los efluentes fermentados son excelentes como material fertilizante, debido a la alta concentración de nutrientes y materia orgánica que contienen. Los estudios hasta ahora realizados demuestran que los fertilizantes salidos del digestor contienen de 2 a 3 veces más nitrógeno asimila-

ble que el mejor compuesto orgánico hecho al aire. Penagos - (1967).

COMPOSICION QUIMICA DEL ESTIERCOL PROCESADO MEDIANTE DIFERENTES TRATAMIENTOS.

CLASE DE ABONO	NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
ESTIERCOL AMONTONADO	0.50%	0.30%	0.60%
COMPOST. SISTEMA INDORE	1.25%	0.95%	0.94%
OTROS SISTEMAS DE COMPOST.	1.90%	0.80%	0.80%
EL SISTEMA BIOLOGICO ANAEROBICO	3.80%	2.00%	6.40%

TOMADO DE PENAGOS, 1967.

4.- INVESTIGACIONES REALIZADAS CON BIOFERTILIZANTE

Martínez (1982) trabajando bajo condiciones de invernadero con el cultivo de Soya a diferentes diluciones de fertilizante líquido obtenido por biodegradación de estiércol de bovino, concluyó que la dilución 1:75 es la óptima que deba usarse.

Asímismo reporta los resultados obtenidos del análisis efectuado a dicho fertilizante, cuadro 3.

Sweeten (1981) concluye que los sistemas básicos que -- han probado ser prácticos para almacenar el estiércol y aplicarlo a la tierra en el suroeste de los Estados Unidos son los siguientes:

- 1.- Pozo de almacenamiento de estiércol líquido seguido por aplicaciones en vagones-tanque.
- 2.- Pozo de almacenamiento de estiércol líquido seguido por irrigación con escurrimiento directo.
- 3.- Tratamiento de estiércoles en lagunas (Anaeróbico), seguido de riego por aspersión.
- 4.- Colección de estiércol sólido y apilamiento, seguido por aplicación con camiones dispersores o tractores remolque.

Los sistemas de laguna son usados para tratar biológicamente (por digestión bacteriana) los desperdicios orgánicos y para almacenamiento por períodos largos (200 días ó más).

El nitrógeno se pierde de la superficie del estanque laguna en forma de gas nitrogenado y amoníaco, que son los dos

Cuadro 3.- ANALISIS DEL FERTILIZANTE LIQUIDO PROVENIENTE DE LA FERMENTACION ANAEROBICA DEL ESTIERCOL DE BOVINO, EN 1982.

Sólidos totales	0.42	g/l
Humedad	999.58	g/l
pH	7.35	
Nitrógeno orgánico	0.053	g/l
Nitrógeno total	0.1162	g/l
Nitrógeno nítrico	0.0750	g/l
Nitrógeno de urea	0.0176	g/l
Nitrógeno amoniacal	no detectado	
Cenizas	0.260	g/l
Azufre total	0.0009	g/l
Cloruros	0.046	g/l
Fósforo	0.0011	g/l
Potasio	0.0447	g/l
Calcio	0.024	g/l
Magnesio	0.034	g/l
Fierro	0.0021	g/l
Cobre	0.01104	g/l
Manganeso	0.013	g/l
Zinc	0.00303	g/l
Boro	no detectado	
Cobalto	no detectado	
Molibdeno	no detectado	

productos finales gaseosos de la descomposición de proteínas. El rango de pérdida puede ser del 30 al 80% dependiendo de la temperatura, duración del almacenamiento y pH y estas pérdidas son mucho más rápidas durante la temporada calurosa. Durante el almacenamiento anaeróbico y/o el tratamiento, la mayoría del nitrógeno orgánico se convierte a formas amoniales (NH_4^+). La mayoría del 80% del nitrógeno en el flujo de la laguna puede estar en la forma de amoníaco, el cual está sujeto a pérdidas por volatilización en cuanto no se aplique al terreno.

Las lagunas proporcionan tratamiento biológico y almacenamiento del estiércol por períodos largos, entre sus ventajas más grandes se incluye el bajo costo de construcción, -- bajos requerimientos de trabajo y energía, bajos costos operacionales y buen control de moscas, Sweeten. (1981).

Se han realizado algunas investigaciones sobre la descomposición anaeróbica del estiércol y otros desechos orgánicos, con el fin de obtener gas para uso combustible, sin embargo el residuo de la fermentación que puede usarse como -- fertilizante solo se ha investigado bajo condiciones de invernadero y respecto a la aplicación directa al campo de este producto no existe ningún conocimiento ni información a --

nivel local ni nacional, sólo se sabe que su uso incrementa-
la producción. De tal manera que la información obtenida será
virá de punto de partida para posteriores trabajos.

III. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS EXPERIMENTALES.

OBJETIVOS

El presente trabajo se propone alcanzar los objetivos-siguientes:

- 1.- Obtener un fertilizante a base de Biodegradación - Anaeróbica del estiércol de bovino.
- 2.- Determinar su dosis requerida en el cultivo del -- frijol.
- 3.- Comparar su respuesta frente a fertilizantes químicos.
- 4.- Analizar su viabilidad económica para uso en gran-- des extensiones en comparación con los fertilizan-- tes químicos tradicionales.

HIPOTESIS

Para la consecución de los objetivos anteriores se plantea la siguiente hipótesis:

- 1.- El biofertilizante obtenido por biodegradación anaeu

róbica de estiércol de bovino hace más rápidamente disponibles y asimilables los nutrimentos en comparación con los métodos convencionales de manejo -- del estiércol y fertilizantes químicos.

SUPUESTOS EXPERIMENTALES

Para probar la hipótesis anterior se establecieron los siguientes supuestos experimentales:

- 1.- El sitio experimental es representativo de las condiciones imperantes en la zona.
- 2.- El método experimental utilizado es el adecuado para probar la eficiencia del fertilizante líquido - obtenido por biodegradación anaeróbica.
- 3.- Los procedimientos estadísticos y la metodología usada en campo y laboratorio son adecuados al presente trabajo.

IV. DESCRIPCION DE LA ZONA

1. Generalidades

La región donde se realizó el experimento se encuentra localizada al sur-oeste de la ciudad de Saltillo a 20-Km. sobre la carretera Saltillo-Guadalajara, vía Zacatecas, desviándose 8 Km. hacia el oeste con las siguientes coordenadas geográficas; $25^{\circ}15'$ latitud norte y $101^{\circ}12'$ longitud oeste del meridiano Greenwich y a una altura de 1804 msnm.

El ejido San Juan de la Vaquería cuenta con agua potable que se obtiene de pozo profundo, con energía eléctrica a través de una línea que abastece igualmente a varios ranchos y ejidos de la región.

2. Clima

2.1. Temperaturas

Sobre este factor se hacen las siguientes observaciones:

a).- Las mayores temperaturas ocurren en el lapso Mayo-Septiembre, con la máxima en los meses de Ju-

BW; muy seco ó desértico.

h; semicálido con invierno fresco, temperatura media anual entre 18° y 22°C y la del mes más frío menor de 18°C .

W''; régimen de lluvias de verano, por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvias en el mes más húmedo de la época lluviosa del año que en el mes más seco, un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual.

(e); extremoso, oscilación entre 7 y 14°C .

2.3 Humedad relativa

En cuanto a la humedad relativa, ésta casi nunca sobrepasa el 80% en los meses húmedos.

2.4 Evaporación

La evaporación que se presenta en esta zona es alta, ya que alcanza valores mayores de 2,000 mm anuales.

2.5 Heladas

Las heladas representan un aspecto muy importante

en el clima de la región, ya que al presentarse cuando la humedad relativa es baja, ocasionan daños considerables a los cultivos de la región.

Los meses prácticamente libres de heladas corresponden al lapso abril-septiembre, presentándose la mayor incidencia de este fenómeno durante los meses de noviembre a marzo y ocasionalmente en octubre.

2.6 Vientos

En general los vientos predominantes durante el año, son los del sureste, pero puede decirse que en invierno predominan los del noreste, los vientos más fuertes ocurren en febrero y marzo.

3 Suelos

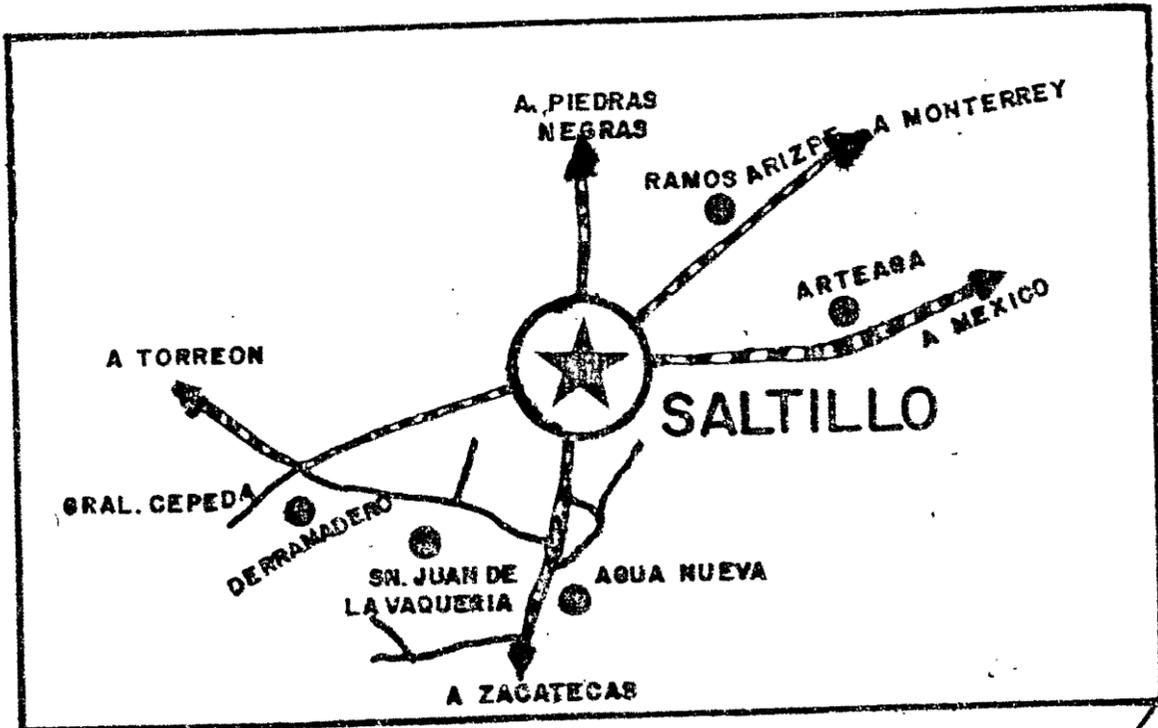
Los suelos de la región fueron formados por el depósito de materiales sueltos provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes superficiales de agua provenientes de las serranías cercanas, como la sierra de Huachichila situada al norte de la zona, por lo que reciben el nombre de coluviales.

La unidad de suelo a que pertenecen según la clasificación propuesta por FAO/UNESCO (25), es Kh + Kl, lo cual nos indica que el suelo predominante es Castañozem haplico, con suelo secundario de Castañozem luvico, cuyas características generales son: se encuentran en zonas semiáridas; en condiciones naturales tienen vegetación de pastizal con algunas áreas de matorral; se caracterizan por presentar una capa superior de color pardo, del cual derivan su nombre (castaneo: castaño, zmelja: tierra) rica en materia orgánica y nutrientes; acumulación de caliche suelto ó ligeramente cementado en el subsuelo.

Las texturas que predominan en la región son arcillosas, con drenaje interno bueno.

El uso del suelo es: Ganadería extensiva utilizando pastizales naturales, agricultura de temporal y de riego con cultivos como el maíz, frijol, avena, chile y papa. la vegetación natural son pastos y matorrales subinermes.

El agua con que se riegan los cultivos es de buena calidad y provienen de pozos profundos operados con bombas de tipo turbina con motores eléctricos. Los diámetros de los tubos de descarga oscilan entre 3 y 8"; el tipo de riego es por aspersión con equipo semiportátil.



1.- CROQUIS DE LOCALIZACION DE LA ZONA DE DERRAMADERO, COAHUILA.

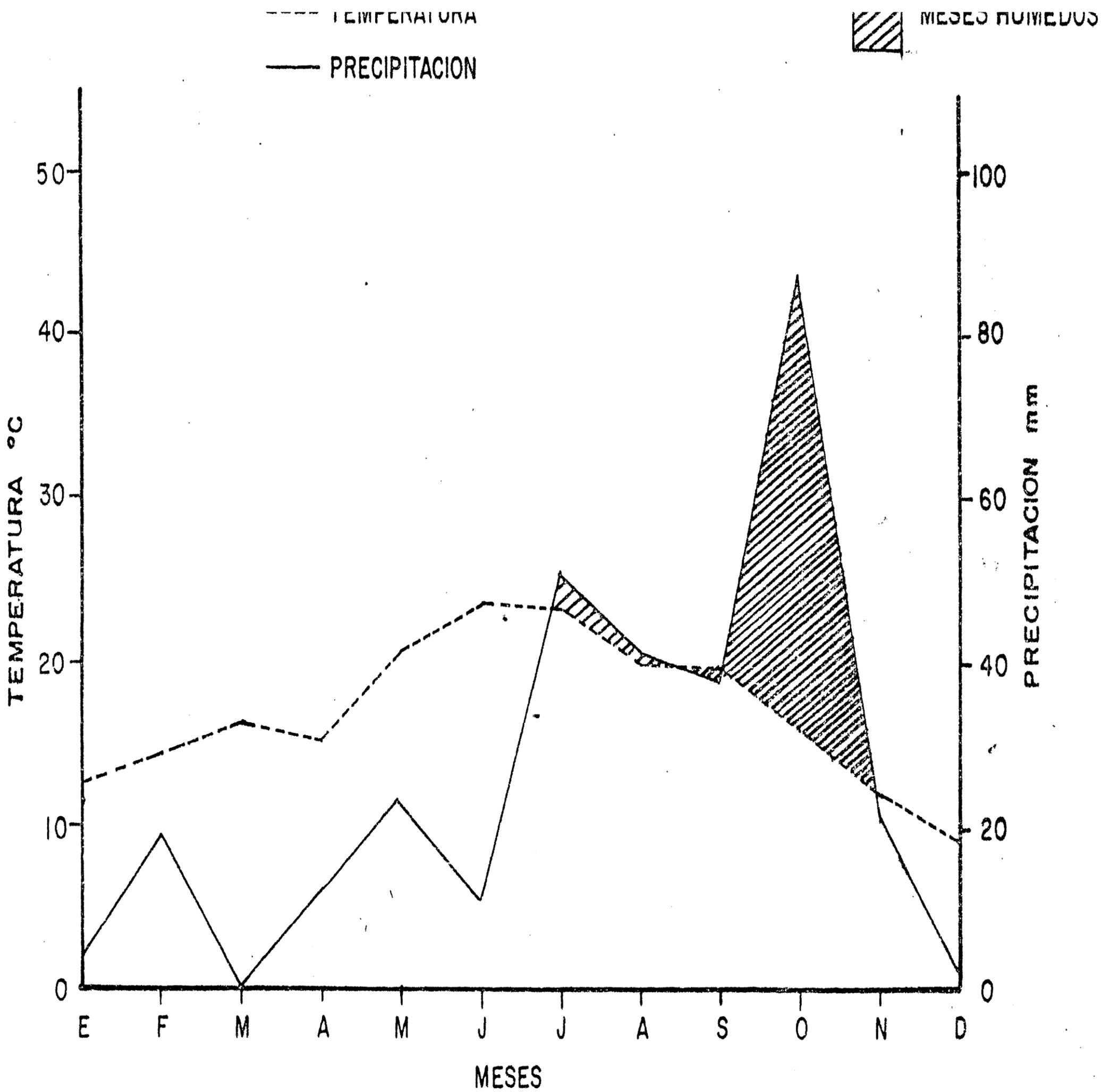


FIGURA 2.- REPRESENTACION ANALITICA DE LA PRECIPITACION
 Y TEMPERATURAS MEDIAS, PARA LA REGION DE
 DERRAMADERO, COAHUILA. 1983

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA

Cuadro 4.- DISTRIBUCION DE LAS TEMPERATURAS Y PRECIPITACION
EN LA REGION DE ESTUDIO DURANTE 1983.

M E S E S	T E M P E R A T U R A S (°C)			P R E C I P I T A C I O N (mm)
	M A X I M A	M I N I M A	M E D I A	
ENERO	19.9	5.4	12.6	4.3
FEBRERO	19.9	5.5	12.7	19.3
MARZO	24.7	8.7	16.7	0.0
ABRIL	21.7	8.7	15.2	12.9
MAYO	28.3	13.9	21.1	25.9
JUNIO	30.2	17.1	23.6	11.7
JULIO	28.0	18.1	23.0	49.6
AGOSTO	25.9	15.2	20.6	41.0
SEPTIEMBRE	26.1	13.6	19.8	38.8
OCTUBRE	21.1	10.2	15.6	87.3
NOVIEMBRE	18.1	4.3	11.2	20.3
DICIEMBRE	18.5	1.4	9.9	1.2
MEDIA ANUAL	23.5	10.1	16.8	
TOTAL ANUAL				312.3

V. MATERIALES Y METODOS

Durante el ciclo agrícola primavera-verano 1983, se realizó un experimento en el cultivo del frijol y bajo condiciones de riego.

Se probaron seis concentraciones de fertilizante líquido obtenido por biodegradación anaeróbica de estiércol de bovino comparadas con el tratamiento de fertilización química utilizada en la región y un testigo sin la aplicación de nutrientes, los tratamientos resultantes se describen en el cuadro 5.

Este experimento se realizó en el Ejido de San Juan de la Vaquería, Municipio de Saltillo, Coah., en terreno de un agricultor cooperante.

1. Localización del sitio experimental

Para la instalación del experimento se procedió a localizar el sitio experimental con el criterio de que se establecería en una región donde se produjeran grandes cantidades de estiércol de bovino y el cultivo de frijol fuera representativo de la misma, seleccionándose en el Ejido de San Juan de la Vaquería, comprendido dentro del área co

V. MATERIALES Y METODOS

Durante el ciclo agrícola primavera-verano 1983, se realizó un experimento en el cultivo del frijol y bajo condiciones de riego.

Se probaron seis concentraciones de fertilizante líquido obtenido por biodegradación anaeróbica de estiércol de bovino comparadas con el tratamiento de fertilización química utilizada en la región y un testigo sin la aplicación de nutrientes, los tratamientos resultantes se describen en el cuadro 5.

Este experimento se realizó en el Ejido de San Juan de la Vaquería, Municipio de Saltillo, Coah., en terreno de un agricultor cooperante.

1. Localización del sitio experimental

Para la instalación del experimento se procedió a localizar el sitio experimental con el criterio de que se establecería en una región donde se produjeran grandes cantidades de estiércol de bovino y el cultivo de frijol fuera representativo de la misma, seleccionándose en el Ejido de San Juan de la Vaquería, comprendido dentro del área co

Cuadro 5.- TRATAMIENTOS DE FERTILIZANTE LIQUIDO ESTUDIADOS EN EL EXPERIMENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL BAJO -- CONDICIONES DE RIEGO, EN LA REGION DE DERRAMADERO, COAH. 1983.

TRATAMIENTOS No.	DOSIS FERTILIZANTE LIQUIDO
1	50 lt/ha
2	100 lt/ha
3	150 lt/ha
4	200 lt/ha
5	250 lt/ha
6	300 lt/ha
* 7	40-40-0 kg/ha
* * 8	Testigo sin aplicación de elementos nutritivos.

* Tratamiento de fertilización química usado en la región, para el cultivo de frijol.

* * Tratamiento testigo absoluto.

La dosis de fertilizante químico se aplicó totalmente en la siembra.

La dosis de fertilizante líquido se hizo en dos aplicaciones mitad al momento de la siembra y la otra a los 30 días después de la primera aplicación.

nocida como región de Derramadero.

2. Espacios de exploración

El espacio de exploración para el fertilizante líquido se decidió a criterio, ya que no se encontraron experiencias sobre este trabajo en la literatura consultada, que nos sirvieran de parámetro para poder seleccionarlos. Quedando de la siguiente manera:

FACTOR	ESPACIO DE - EXPLORACION	NIVELES ESTUDIADOS
FERTILIZANTE LIQUIDO	50-200 lt/ha	50-100-150-200-250- y 300 lt/ha

3. Diseño experimental y tratamientos

Para la realización del experimento, se utilizó el diseño experimental bloques al azar con seis repeticiones, fueron un total de seis tratamientos de fertilizante líquido, adicionándose un testigo sin fertilizante, e incluyéndose otro tratamiento con la dosis de fertilizante químico utilizado en la región para este cultivo. Posteriormente se establecieron en cada bloque los ochos tratamientos previamente sorteados.

4. Tamaño y distribución de las parcelas experimentales.

La parcela experimental fué de 4 surcos de 6.0 m de largo, separados de 0.80 m, correspondiendo a la parcela útil los dos surcos centrales del mismo largo.

Para facilitar la identificación de las parcelas se dejó una separación entre ellas a lo ancho del lote de un surco muerto (sin sembrar) y a lo largo del terreno -- (en el sentido de los surcos), hubo una separación de 1m - entre parcelas.

En la figura 1A del Apéndice se muestra el croquis de distribución de las parcelas en el campo.

5. Fuentes de Fertilizantes.

Los fertilizantes usados fueron:

El fertilizante líquido obtenido por biodegradación anaeróbica de estiércol de bovino, y el tratamiento 40-40-0 por lo que respecta al fertilizante químico.

5.1. Fertilizante líquido

Este se obtuvo mediante la preparación de la ma

teria prima en una relación 1:2 es decir, una parte del estiércol secada al aire con dos partes de agua de la llave, la carga en el digestor se hizo de 80 kg de estiércol y 160 lt de agua, dejándolos fermentar anaeróbicamente durante un período de 30 días.

5.2 Fertilizante químico

Para el nitrógeno:

Sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ con 20.5% de nitrógeno.

Para el fósforo:

Superfosfato de calcio simple con 20% de P_2O_5 .

6. Densidad de siembra y semilla utilizada

6.1 La densidad de siembra fué de 50 kg/ha de semilla y la distancia entre plantas de 12 cm aproximadamente.

6.2 La semilla utilizada fué la variedad Pinto Americano, que es la utilizada en la región de Derramadero y tiene un ciclo vegetativo de unos 100 - - días.

7. Trabajos de campo

7.1. La preparación de suelo y las prácticas posteriores fueron realizadas por el agricultor cooperante, con su propia maquinaria e implementos agrícolas, la cual consistió en un barbecho, dos pasos de rastra y una labor de escarda.

7.2. Muestreo de suelos

Una vez seleccionado el sitio experimental, se realizó un muestreo de suelo con el fin de conocer algunas características físicas y químicas, que podrán ayudar posteriormente en la interpretación de los resultados; se colectaron 6 muestras a una profundidad de 30 cm, se homogeneizaron y se tomó una submuestra compuesta aproximadamente de 1 kg.

La muestra de suelo colectada se secó al sol y se tamizó utilizando una malla de 2 mm; posteriormente se efectuaron los análisis correspondientes en un laboratorio del departamento de Ciencias Básicas de la UAAAN.

Asimismo se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0.30 cm de los tratamientos 1, 6, 7 y 8 siendo estos los tratamientos de baja y alta concentración de ---

fertilizante líquido, de fertilización química y el testigo respectivamente. Antes de la aplicación de los fertilizantes líquidos y químico, posteriormente una vez cosechado, con el fin de llevar a cabo recuentos bacterianos. Inmediatamente después de obtenidas las muestras en ambos casos, se trasladaron al laboratorio donde se tamizaron con malla de 2 mm de diámetro. Posteriormente se pesaron dos muestras de 10 g de suelo, una de las cuales se usó en la inoculación y otra se puso a secar en la estufa a 110°C -- por 24 horas para determinar el porcentaje de humedad. Por el método gravimétrico citado por Narro (1977).

Los análisis practicados a la muestra de suelo fueron los siguientes: Textura, reacción del suelo (pH), conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), fósforo (P) y potasio (K), y los métodos empleados para su determinación fueron los siguientes:

7.3. Métodos de laboratorio

La determinación del pH se efectuó en una relación agua-suelo 2:1, utilizándose un potenciómetro Beckman con electrodo de vidrio y calomel, (24).

La determinación de la textura se realizó por el-

método del hidrómetro de Bouyoucos, (6).

Para la determinación de la conductividad eléctrica -- se utilizó el puente de Wheastone, (24).

El contenido de materia orgánica se determinó por el -- método de combustión húmeda de Walkley y Black, modificado -- por Walkley, (29).

Nitrógeno total, determinado por el método de Kjeldahl, modificado por Gunning, (2).

El fósforo se determinó de acuerdo al método de Olsen, (20).

El potasio, del extracto de saturación, haciéndose --- las lecturas en un fotómetro de flama.

Para el recuento bacteriano se utilizó el método ----- MGC, (16).

Los resultados de todas estas determinaciones se repor tan en los cuadros 6 y 7 y se discuten en el capítulo co--- rrespondiente.

7.4. Siembra y fertilización

Una vez delimitados en el terreno el espaciamiento entre parcelas y bloques con ayuda de estacas y cordón, se efectuó la siembra del frijol. Esta labor la realizó el agricultor cooperante con su propia maquinaria e implementos, teniéndose muy buena germinación.

Después de efectuada la siembra, se procedió a la aplicación de los fertilizantes tanto líquido como químico en los surcos de cada parcela. Esto se logró distribuyendo la cantidad de fertilizante líquido calculado previamente para cada tratamiento, así como el tratamiento químico.

El fertilizante líquido se aplicó en la costilla del surco lo más uniforme posible y respecto al tratamiento químico este se aplicó todo al momento de la siembra en banda, procediéndose luego a tapar con la misma tierra el fertilizante adicionado al suelo.

Respecto al fertilizante líquido se hizo una segunda aplicación treinta días después de la primera.

7.5. Control de malas hierbas

Se realizó una sola escarda a los veinticinco - -

días de la siembra, estando el cultivo libre de malas - -
hierbas durante todo el ciclo vegetativo.

Entre las malezas que presentan problemas en la-
región; predominan las siguientes:

Quelite (*Amaranthus* spp.)

Verdolaga (*Portulacca oleracea*) y

Coquillo (*Cyperus* spp.)

7.6. Observaciones y mediciones del cultivo

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron
las siguientes observaciones y mediciones: días a la flo-
ración, recuento de vainas por planta, longitud media de-
vainas por planta, número de semillas por vaina, madurez-
fisiológica.

7.7. Plagas y Enfermedades

Las plagas más importantes que atacan el culti-
vo del frijol son:

conchuela (*Epilachna varivestis* (mulsant)).

chicharrita (*Empoasca fabae* (Harris)) y

mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (West)).

(23).

En el experimento solo se presentó ataque leve de chicharrita, lográndose controlar eficientemente, mediante una aplicación de sevin 80% PH el cual se preparó en la proporción de 250 gramos del insecticida diluidos en 75 litros de agua para todo el experimento.

Respecto a enfermedades, no se presentaron en el desarrollo del cultivo.

7.8. Riegos

Los riegos se realizaron por aspersión, con equipo semiportátil, se dió un riego de presembrado un segundo y último riego sesenta y dos días después del primero, ya que durante el desarrollo del cultivo se presentaron altas precipitaciones en la región.

7.9. Cosecha

Esta se realizó a finales de agosto de 1983 y se efectuó cuando ya las vainas estaban maduras y las plantas todavía no se secaban totalmente, llevándose a cabo a mano, arrancando las plantas enteras de frijol y formando con ellas gavillas atadas con hilos. Las gavillas así atadas se iban dejando en su lugar respectivo en el terreno

colocándoles las etiquetas respectivas.

En seguida se procedió a concentrar y ordenar -- todas las gavillas en un solo lugar del terreno.

7.9.1 LIMPIA: El trabajo de limpia se realizó a mano, golpeando cada gavilla y cayendo el grano en una lona previamente puesta antes de apalear la gavilla, de antemano se prepararon bolsas de polietileno con capacidad para contener los granos de las gavillas que se iban limpiando.

Ya limpios los granos de frijol se depositaron en las bolsas respectivas. En seguida se hicieron las pesadas consignando los datos en el libro de campo.

8. Análisis estadístico

Finalmente se procedió a analizar los datos obtenidos respecto a rendimiento de semilla en Kg/ha recomendado por De la Loma (11) y cuyos resultados se reportan en el - cuadro 1A del Apéndice.

8.1. Análisis de Varianza

A los rendimientos experimentales se le practicó-

el análisis de varianza (ANVA) con el fin de poder determinar la significancia o falta de ella, tanto en los factores estudiados como de las repeticiones; se obtuvo también el coeficiente de variación (CV), utilizado como uno de los criterios para observar la precisión lograda en la conducción del ensayo. Además se calculó la diferencia mínima significativa al 5% para realizar la comparación entre medias.

El modelo usado para el análisis de varianza fué el de bloques al azar, como lo mencionan Cochran y Cox (9).

$Y_{ij} = m + t_i + B_j + E_{ij}$ donde:

Y_{ij} = Rendimiento del tratamiento i en el bloque j .

m = Efecto de la media general.

t_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

1. De los análisis físicos y químicos del suelo.

En el cuadro 6 se reportan los resultados de los análisis de laboratorio, realizados para determinar algunas de las características físicas y químicas a la muestra de suelo obtenida del sitio donde se llevó a cabo el experimento.

Analizando los resultados del cuadro 6 e interpretándolos en base a la clasificación propuesta por Moreno (18) se aprecia que el pH es de 7.6 el cual se clasifica como ligeramente alcalino; el valor de la conductividad eléctrica indica que en el suelo no hay problemas de sales; en lo que respecta a materia orgánica presente, se clasifica como medianamente rica; el nitrógeno total es medianamente pobre y para el fósforo asimilable de acuerdo a su valor se clasifica en mediano; en cambio el potasio los valores entran en la clasificación de extremadamente ricos, ya que están presentes en cantidades superiores a los 200 Kg/ha.

En cuanto a la textura, se considera un suelo migajón-arcilloso.

Cuadro 6.- ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL-SUELO DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO DURANTE 1983.

DETERMINACION	
Arena (%)	33.6
Limo (%)	30.0
Arcilla (%)	37.5
Clasificación textural	Migajón arcilloso
pH	7.6
C.E. (mmhos/cm.)	2.4
Materia orgánica (%)	2.5
Nitrógeno total (%)	0.16
Fósforo (Kg/ha)	26.9
Potasio (Kg/ha)	310.0

2. De los recuentos bacterianos

En el cuadro 7 se reportan los resultados de laboratorio, realizados para determinar la población microbiana existente antes de la siembra y después de la cosecha del sitio donde se llevó a cabo el experimento.

Analizando e interpretando los resultados de dicho cuadro, se observa que hubo un aumento considerable de población microbiana en los tratamientos 1, 6 y 8 y siendo muy reducido este aumento en el tratamiento 7.

En general el aumento de la población microbiana donde se aplicaron productos químicos fué muy reducido.

3. Observaciones fisiológicas

3.1. Floración

La floración se inició a los 47 días en los tratamientos 4, 5 y 6 donde las aplicaciones de fertilizante líquido fueron de 200, 250 y 300 lt/ha respectivamente. A los 50 días en los tratamientos 1, 2, 3 y 7. Correspondiendo a las aplicaciones de 50, 100 y 150 lt/ha de fertilizante líquido y al tratamiento de fertilización química.

40-40-0, respectivamente, en el tratamiento 8, en el cual no se hizo aplicación de elementos nutritivos, la floración se inició a los 55 días.

De una manera general, la floración se inició por efecto de los tratamientos de más alta aplicación de fertilizante líquido (200, 250 y 300 lt/ha), retardándose ligeramente en los tratamientos de baja aplicación (25, 50 y 75), así mismo en el de la aplicación del tratamiento de fertilizante químico 40-40-0, tradicional de la región.

3.2. Formación de vainas

La formación de vainas se presentó a los 60 días en los tratamientos 4, 5 y 6, a los 64 días en los tratamientos 1, 2, 3 y 8 y a los 68 días en el tratamiento 7.

En general hubo una correlación de la formación de vainas con respecto a la floración de los respectivos tratamientos.

3.3. Numero de vainas por planta

Los tratamientos 5 y 6 presentaron un promedio

de 12 vainas por planta, los tratamientos 3, 4 y 7 presentaron un promedio de 9 vainas por planta y respecto a los tratamientos 1, 2 y 8 el promedio de vainas por planta fué de 7.

En los tratamientos de más alta aplicación de fertilizante líquido, fué donde se apreció un mayor número de vainas por planta, con respecto a los demás tratamientos.

3.4. Numero de granos por vaina

El número de granos por vaina se presentó uniforme en todos los tratamientos variando de 4-6; observándose que no existió incremento alguno por efectos de tratamientos.

3.5. Madurez fisiológica

La madurez fisiológica del grano se manifestó a los 89 días en los tratamientos 4, 5 y 6 (200, 250 y 300 lt/ha de fertilizante líquido) a los 94 días en los tratamientos 1, 2, 3 y 7 (50, 100 y 150 lt/ha). Y por último a los 100 días en el tratamiento 8, en el cual no se hizo aplicación de elementos nutritivos.

Cuadro 8.- OBSERVACIONES FISIOLÓGICAS DEL CULTIVO DEL FRIJOL CON RESPECTO A LA APLICACION DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS ESTUDIADOS. DERRAMADERO, COAH. 1983

T R A T A M I E N T O S		DIAS A LA FLORACION	DIAS A LA FORMACION DE VAINAS	NUMERO DE VAINAS POR PLANTA	MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO - PROMEDIO DE GRANO (Kg/ha)
50 lt/ha	1	50	64	7	94	235.0
100 lt/ha	2	50	64	7	94	273.6
150 lt/ha	3	50	64	9	94	250.6
200 lt/ha	4	47	60	9	89	366.3
250 lt/ha	5	47	60	12	89	640.3
300 lt/ha	6	47	60	12	89	524.0
40-40-0 Kg/ha	7	50	64	9	94	366.8
TESTIGO sin aplicación - de nutrientes.	8	55	68	7	100	287.8

Se observa que la aplicación de altas cantidades de fertilizante líquido en general acelera el desarrollo del cultivo.

3.6. Rendimiento de grano

Los rendimientos medios de grano obtenidos con los tratamientos estudiados se reportan en el cuadro 9 donde se puede apreciar que el tratamiento 5 fué estadísticamente superior a los tratamientos estudiados.

El rendimiento medio de grano en Kg/ha guarda una relación directa con los tratamientos de más alta aplicación de fertilizante líquido.

4. Análisis de Varianza

En el cuadro 2A del Apéndice se muestran los resultados del análisis de varianza, donde se observa que el valor de F calculada fué altamente significativo para tratamientos, en cambio para repeticiones solo fué significativo. El coeficiente de variación es de 25.8%, considerándose aceptable.

5. Relación de costos

Para llegar a la determinación de que la aplica-

Cuadro 9.- RENDIMIENTO MEDIO DE GRANO DE FRIJOL COMO RESPUESTA A LA APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS. DERRAMADERO, COAH. 1983

No.	TRATAMIENTOS	Kg/ha	PRUEBA DE DUNCAN 0.05
1	250 1t/ha	640.3	a
2	300 1t/ha	524.0	b
3	40-40-0	366.8	c
4	200 1t/ha	366.3	cd
5	TESTIGO	287.8	cd
6	100 1t/ha	273.6	cd
7	150 1t/ha	250.6	cd
8	50 1t/ha	235.0	d

ción del fertilizante líquido obtenido por biodegradación anaeróbica de estiércol de bovino, resulta favorable para la solución de los problemas que afectan a la mayor parte de los agricultores, aunado a que resulta más económico - en relación con la aplicación de fertilizantes químicos - y con la finalidad de integrar la explotación agrícola-ganadera se presentan los costos actuales de los fertilizantes químicos usados en este experimento.

<u>FERTILIZANTE QUIMICO</u>	<u>COSTO/TONELADA</u>
SULFATO DE AMONIO	\$7,775.50
SUPERFOSFATO SIMPLE	\$7,475.50

El costo total de adquisición del tratamiento - 40-40-0 fué de \$3,084.00 por hectárea. Además de incrementar los costos por concepto de fletes y superficie a fertilizar, esto sería en aplicaciones en un ciclo de cultivo.

Mientras que el costo del digestor en el cual - se lleva a cabo la biodegradación tiene un costo aproximado de \$2,500.00 y la materia prima sería la que se produce en la misma finca. La duración del digestor sería por largo tiempo.

Este digestor rural produce 200 lt de biofertilizante por cada carga, en proporción de 90 Kg de estiércol seco mezclado con 180 lts de agua. El biofertilizante obtenido por biodegradación puede ser almacenado, y cargar el digestor nuevamente para así una vez completada la fermentación la cual dura de 25 a 35 días, volver a obtener la cantidad necesaria para la superficie a fertilizar.

La distancia entre surcos y entre plantas influyó en los bajos rendimientos obtenidos bajo este sistema, aunado a que al efectuar la primera escarda no se hizo con el implemento adecuado dañando un alto índice de plantas.

VII. C O N C L U S I O N E S

En base a los resultados obtenidos, la discusión que de ellos se hace y la veracidad de la hipótesis planteada para el presente estudio, se concluye lo siguiente:

1. Sobre los objetivos del estudio

1.1. El procedimiento utilizado para la obtención del biofertilizante o fertilizante líquido a partir de recursos orgánicos es posible, dado que la fermentación anaeróbica del estiércol de bovino tarda aproximadamente 25-30 días. Pudiendo ser utilizado después de su obtención ó almacenado para su posterior uso.

1.2. La dosis óptima requerida en el cultivo del frijol fué la de 250 lt/ha de biofertilizante o fertilizante líquido, haciendo dos aplicaciones una al momento de la siembra de 125 lt/ha y el resto a los 30 días después de la primera aplicación.

- 1.3. Comparando los rendimientos respecto al fertilizante químico, el biofertilizante fué superior estadísticamente.
- 1.4. Es mucho más económico producir y aplicar el biofertilizante que utilizar los fertilizantes químicos comerciales.

2. Sobre la hipótesis

Como puede observarse en esta investigación, la fermentación anaeróbica acelera la disponibilidad nutrimental y por esta razón se acepta, debido a que:

- 2.1. La fermentación anaeróbica del estiércol de bovinos hace más rápidamente disponibles y asimilables los nutrimentos en comparación con los fertilizantes químicos, asegurando el ciclo del cultivo del frijol y generando tecnología para ofrecerle al agricultor alternativas de producción.

VIII. R E S U M E N

En la región del cañón de Derramadero se producen grandes cantidades de estiércol, 1,628 ton/año aproximadamente, las cuales mediante el proceso de fermentación anaeróbica pueden producir biofertilizante ó fertilizante líquido, pudiéndose integrar así la explotación agro-pecuaria.

Es por ello que se consideró importante experimentar con los efluentes de esta fermentación para poder proporcionar a los agricultores de la región una forma sencilla y barata de obtener su propio biofertilizante y mediante su aplicación al cultivo de frijol, incrementar sus rendimientos unitarios sin aumentar sus costos y así mejorar su economía.

El experimento se llevó a cabo en el cultivo de frijol, bajo condiciones de riego en el ciclo agrícola primavera-verano 1983, utilizándose un diseño experimental de bloques al azar, con 8 tratamientos y 6 repeticiones.

Las parcelas experimentales constaron de 4 sur-

cos separados a 80 cm y una longitud de 6 m.

La distancia entre plantas fué de 12 cm, aproximadamente, la siembra se realizó con maquinaria y la fertilización fué realizada en forma manual, se utilizó la variedad Pinto Americano.

Durante el desarrollo del cultivo se hicieron algunas observaciones y mediciones tales como: Días a la floración, formación de vainas, número de vainas por planta, numero de granos por vaina y madurez fisiológica.

Los rendimientos experimentales variaron de 235 a 640.3 Kg/ha y se encontró en el ANVA que los tratamien-
tos fueron altamente significativos y las repeticiones u-
nicamente significativas.

El tratamiento con el que se obtuvo mayor rendi-
miento fué el 5 con una dosis de fertilizante líquido de-
250 lt/ha y un rendimiento de 640.3 Kg/ha resultando esta-
dísticamente superior al resto de los tratamientos estu-
diados.

Estos rendimientos fueron bajos debido a que --
tanto la separación de los surcos como la distancia entre
plantas no fueron los adecuados para este cultivo.

IX. B I B L I O G R A F I A

- 1.- ARIAS CH. J. 1978. Digestión Anaeróbica de desechos --- orgánicos: Prioridad estratégica para el ecodesarrollo. Reunión Nacional sobre energía no convencional. Palmira Mor. México.
- 2.- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. 1965. Oficial method for determining organic carbon in soil - effect of variations digest conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63: 251-264. U.S.A.
- 3.- AUGENSTEIN, D.C. 1976. Packed bed digestion of municipal solid wastes. Resource recovery and conservation. - U. S. A.
- 4.- BAEYENS, J. 1970. Nutrición de las plantas de cultivo.- Fisiología aplicada a las plantas agrícolas. Trad. Matteo Box. Edit. Lemos. Madrid, España. pp. 270-340.
- 5.- BAQUEDANO M, M., YOUNG M, M.A. Y MORALES, H.L. 1979 --- Los Digestores: En energía y fertilizantes para el Desarrollo Rural INIREB, Xalapa, Ver. México.

- 6.- BOUYOUCOS, G.S. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. - Agron. Jour. 43: 434-438. U. S. A.
- 7.- BUCKMAN, H. O. y BRADY, N. C., 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Edit. Montaner y Simon, S.A.- Barcelona, España.
- 8.- CASTELLANOS R, J. Z., 1982. Estudio sobre la producción, utilización y características de los estiércoles en la Comarca Lagunera. CIAN-INIA-SARH.
- 9.- COCHRAN, W.C. y Cox. 1975. Diseños Experimentales 4a. reimpresión. Ed. Trillas, México.
- 10.- DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA 1980. Información Agropecuaria SARH.
- 11.- DE LA LOMA, J.L. 1965. Experimentación Agrícola. Ed. Patena, Chapingo, México.
- 12.- FERNANDEZ, G.R., GONZALEZ, G.F. y MARTINEZ, H.N. - - 1974. Uso racional del estiércol en la agricultura.- VII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Guanajuato, Gto. México.

- 13.- GARCIA E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, México.
- 14.- GOMEZ, G. J., VINIEGRA, G.G. 1979. The use of anaerobically digested cattle slurry as a fertilizer for vegetables. Tropical Animal Production No.4 pág. -- 26-30.
- 15.-LYNCH, J. M. 1979. Production and phytotoxicity of acetic acid in anaerobic soils containin plant residues. Soil Biology & Biochemistry. 10: 131-135. U.S.A.
- 16.-MARTINEZ M. E. 1981. Análisis Comparativo del Método clásico y el Método MGC para recuentos bacterianos. Tesis M.C. Especialidad Suelos programa de Graduados, U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- 17.-MARTINEZ P. J. F. 1982 Respuesta de la Soya (Glycine-max L.) variedad tamazula S-80 al fertilizante líquido obtenido por fermentación anaeróbica del estiércol de bovinos. Tesis M.C. Especialidad Suelos programa de Graduados, U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah.- México.
- 18.- MORENO, D. R. 1977. Recopilación de técnicas de análisis químicos de suelos, aguas y plantas, mimeografiado Depto. de Suelos. INIA, SARH.

- 19.- NARRO F. E. 1977. Apuntes del curso de Física de Suelos (inédito) Especialidad de Suelos e Irrigación. - Colegio de Graduados, U. A. A. A. N. Saltillo, Coah. México.
- 20.- OLSEN, S.R., COLE, C.V., WATANAVE, F.S., and DEAN, L.A. 1954. Estimation of variable phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S.A. Depto. Agr. Circ. 939.
- 21.- PENAGOS, G.M. 1967. Plantas Biológicas solución práctica e inmediata a graves problemas nacionales. - - C. E. M. A. T. Guatemala.
- 22.- PICHARDO, E. J. 1980. Obtención de energía mediante la Digestión de Estiércol de vaca. Tesis profesional ENEP- Cuautitlán, Méx. UNAM, México, D. F.
- 23.- PLAGAS DE FRIJOL, INSECTICIDAS Y DOSIS RECOMENDADAS PARA CONTROLARLAS. INIA, SARH. México 1976.
- 24.- RICHARDS, L.A. (Editor) 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, U.S.D.A. Handbook - No. 60. Washington, D.C.

- 25.- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1981. Guías para la interpretación de Cartografía. México.
- 26.- SELKE, W. 1968. Los abonos. Trad. de la 4a. Edición-Alemana por Gunther-León. Ed. Academia, León, España.
- 27.- SWEETEN, F. M. 1981. Manure Spreading Uniformity: -- Field Study Results. Presented at the High Plains -- Seminar on Feedlot Manure for Fertilizer and Fuel, - Texas Agricultural Extension Service, Dimmitt, Texas U. S. A. November.
- 28.- TISDALE, S. L. Y NELSON, W. L. Fertilidad de los Suelos y fertilizantes. Trad. por Balsach y Piña, Ed. - Montaner y Simon. España. pp. 364-365.
- 29.- WALKLEY, A. 1947. A Critical examination of a rapid-method for determining organic carbon in soil effect of variations digest conditions and of inorganic --- soil constituents. Soil Sci. 63: 251-264. U.S.A.

X. APENDICE

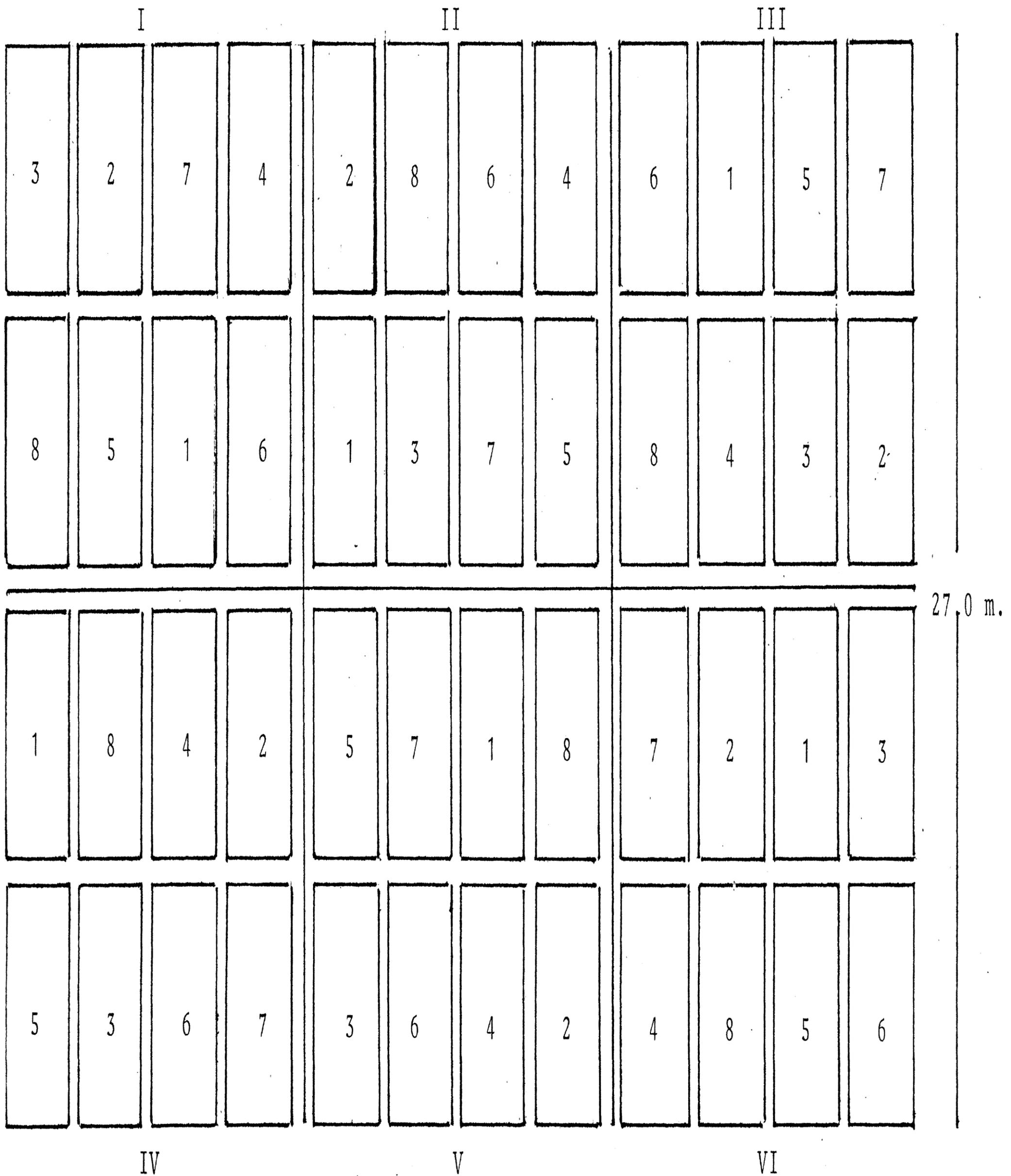


Figura 1A Esquema básico para la distribución de los tratamientos en el campo, usado en el experimento llevado a cabo en la región de Derramadero, Coahuila 1983

Cuadro 1A.- CONCENTRACION DE LOS DATOS DE RENDIMIENTO EN ----
 Kg/ha DE LA RESPUESTA DEL FRIJOL A LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS, EN LA REGION DE DERRAMADERO, - -
 COAHUILA 1983.

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S						Yi	Yi
	I	II	III	IV	V	VI		
1.- 50 lt/ha	300	172	318	184	204	232	1410	235.0
2.- 100 lt/ha	310	510	221	283	114	204	1642	273.6
3.- 150 lt/ha	390	210	260	309	125	210	1504	250.6
4.- 200 lt/ha	483	403	341	380	250	341	2198	366.3
5.- 250 lt/ha	762	609	583	608	595	685	3842	640.3
6.- 300 lt/ha	543	490	729	531	430	421	3144	524.0
7.- 40-40-0	427	390	443	380	398	163	2201	366.8
8.- TESTIGO	252	632	214	260	199	170	1727	287.8
	3467	3416	3109	2935	2315	2426	17668	368.0

Cuadro 2A.- ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RENDIMIENTOS DE FRIJOL EN Kg/ha OBTENIDOS CON LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS EN LA REGION DE DERRAMADERO, COAH. 1983.

FUENTE DE VARIACION.	GL	A N V A		Fc	F. tab.	
		SC	CM		0.05	0.01
TRATAMIENTOS	7	871722.6	124531.8	13.61 ^{**}	2.29	3.19
REPETICIONES	5	148447.6	29689.5	3.24 [*]	2.48	3.59
ERROR	35	320141.3	9146.8			
T O T A L	47	1340311.6				

CV= 25.8%

** Diferencia altamente significativa.

* Diferencia significativa.

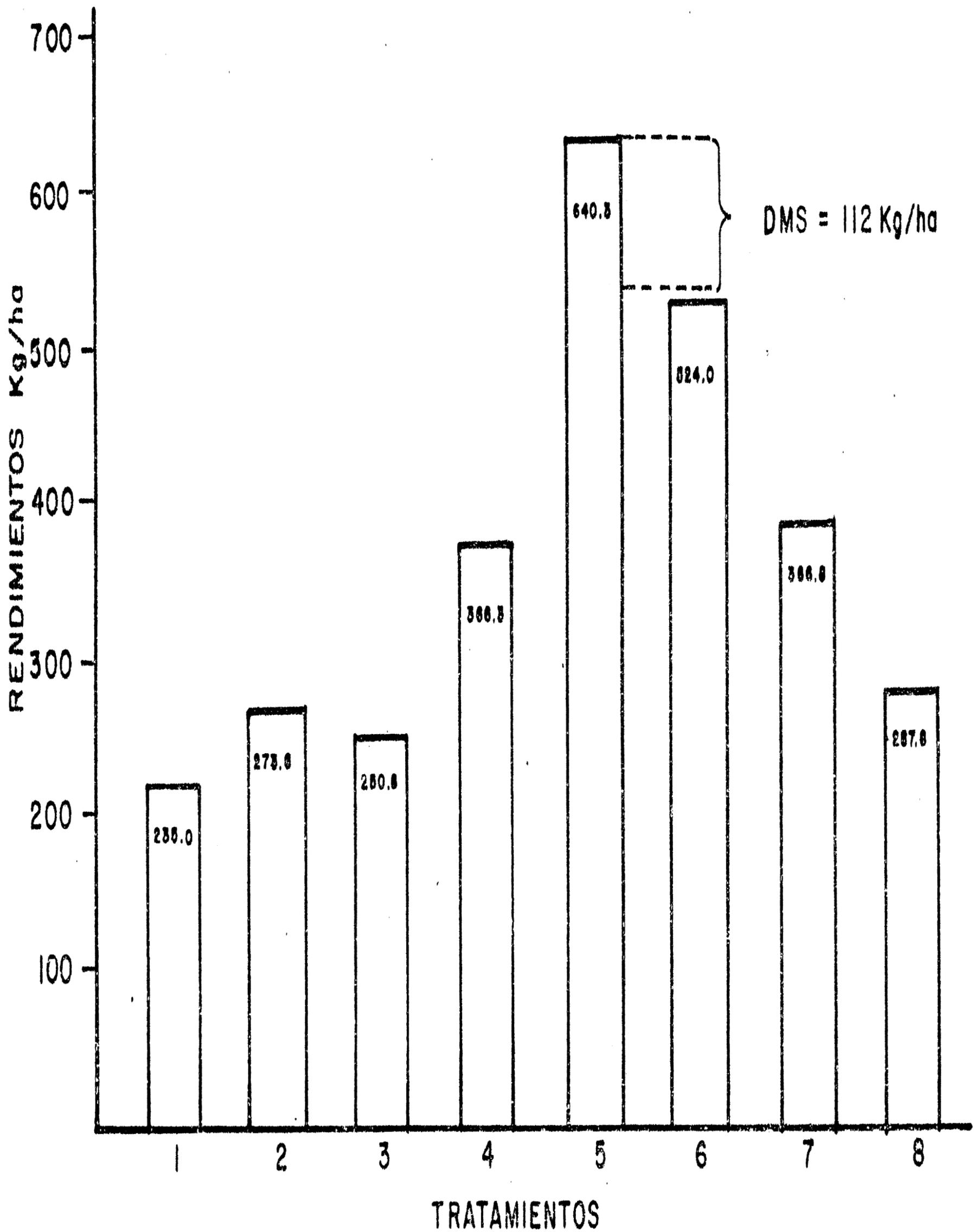


FIGURA 2A.- Representación gráfica de los rendimientos obtenidos con los tratamientos estudiados en la región de Derramadero, Coahuila 1983.

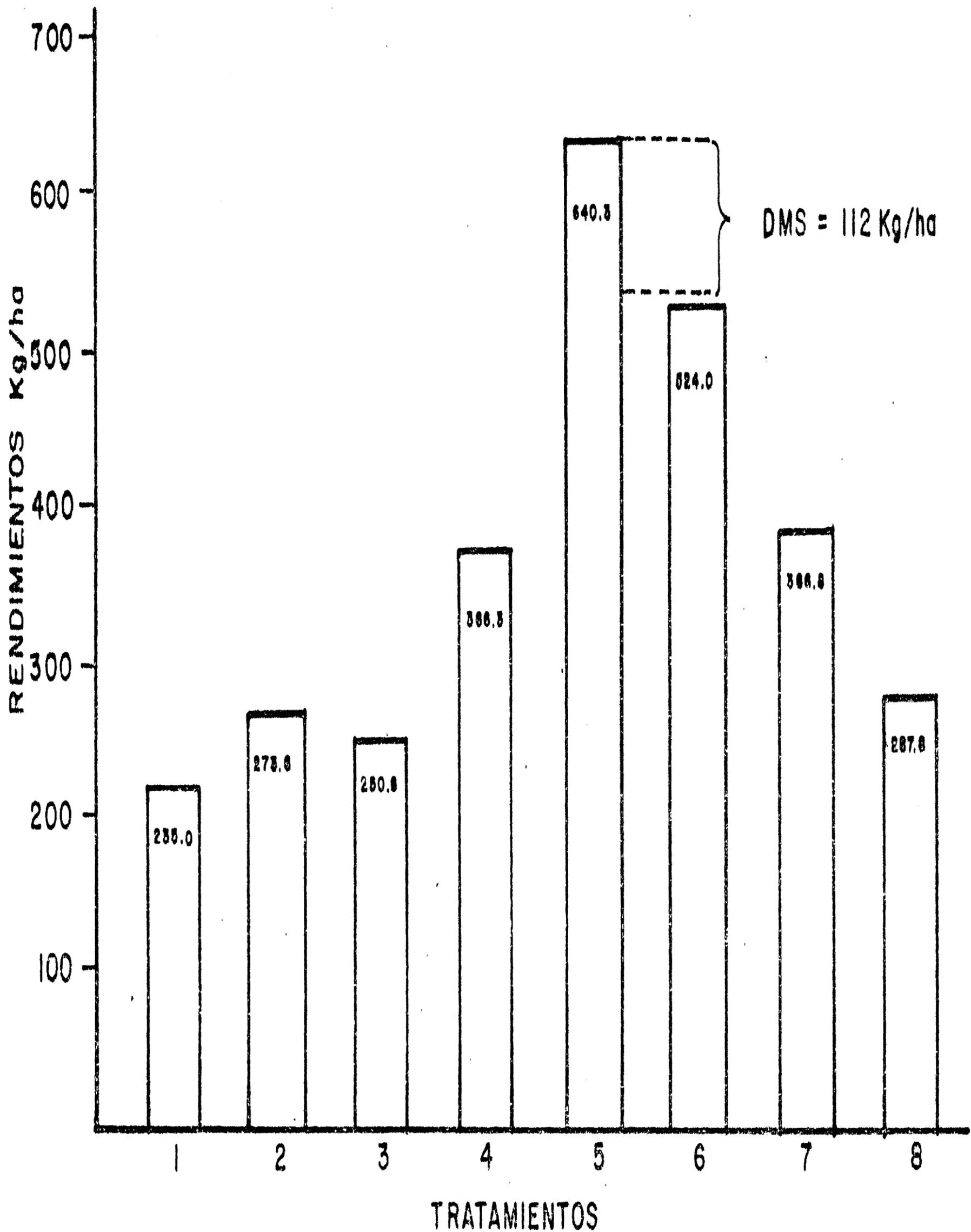


FIGURA 2A.- Representación gráfica de los rendimientos obtenidos con los tratamientos estudiados en la región de Derramadero, Coahuila 1983.