

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



EFFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO
DE SORGO AL APLICAR CINCO
NIVELES DE TRES ESTIERCOLES
COMBINADOS CON DOS NIVELES
DE NITRATO DE AMONIO

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO

Orientación en FITOTECNIA

Presenta:

Cesáreo González Sánchez

GUADALAJARA, JAL. 1983



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

EXPEDIENTE

Escuela de Agricultura , 8 de Julio de 1982

NUMERO

C. PROFESORES:
ING. FRANCISCO CALDERON CALDERON. Director
ING. FLORENTINO SANCHEZ SANCHEGO. Asesor
ING. RAMON CESA RAMIREZ. Asesor

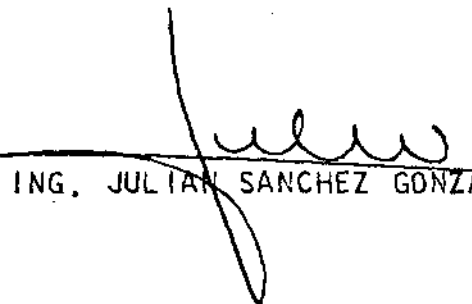
Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

*** EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BORO AL APLICAR CINCO NIVELES DE TRES ESTIERCOS COMBINADOS --- CON DOS NIVELES DE NITRATO DE AMONIO. ***

presentado por el Pasante **CEBAREO GONZALEZ SANCHEZ**, han sido ustedes designados - Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes que sirvan hacer - del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto - me es grato reiterarle las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"
 EL SECRETARIO


 ING. JULIAN SANCHEZ GONZALEZ

eml.

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal., a 3 de julio de 1982


C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E :

Habiendo revisado la Tesis del Pasante

CESAREO GONZALEZ SANCHEZ Títulada: "EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO DE
SORGO AL APLICAR 5 NIVELES DE 3 ESTIERCOLES COMBINADOS CON 2 NIVELES
DE NITRATO DE AMONIO"

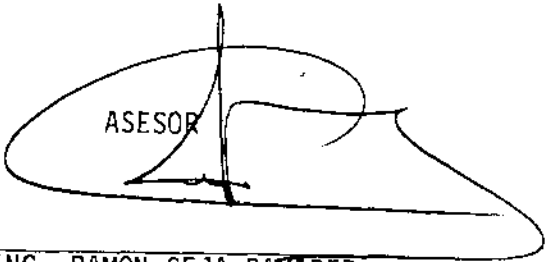
Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR DE TESIS


ING. FRANCISCO CALDERON CALDERON

ASESOR

ING. FLORENTINO SANCHEZ SAMANIEGO

ASESOR

ING. RAMON CEJA RAMIREZ

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo con profundo cariño y especial agradecimiento a mi abuelita María Trinidad Rodríguez Ibarra y a mi tía Ana María Sánchez Rodríguez, por haber luchado con ahínco para hacer de mí un hombre honesto y útil a la sociedad, quienes además me proporcionaron apoyo moral y económico durante mi formación profesional.

Igualmente, lo dedico a mi madre María Guadalupe Sánchez Rodríguez y a mis tíos Estefanía Rodríguez y Cecilio de León Monroy, -- por darme su confianza y consejos de superación intelectual.

Quiero también dedicar y agradecer cariñosamente esta investigación a mi esposa Amalia Ramírez Angulo, por su continuo apoyo moral en la realización de la misma.

Asimismo, a mis primos y hermanos Ricardo, Jesús, Antonio, -- María Luisa, Manuel, Martha Graciela, Teresa, Víctor Manuel, Rafael, Toñito y Lourdes, quienes de una manera u otra me motivaron a seguir adelante.

Lo dedico también a:

La Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, por haber sido ésta donde me formé profesionalmente y a los trabajadores de México quienes con sus impuestos hicieron posible la culminación de mis estudios.

Agradezco infinitamente a mis cuñados: María Luisa, Martha, Socorro, Bertha, Catarino, Jesús, Jorge, Martina, Rebeca, Francisco y al Sr. Catarino Ramírez, q.e.p.d., por su valiosa colaboración en los preparativos, establecimiento y labores de cultivo durante el desarrollo del experimento.

Por otra parte, agradezco al M. C. Carlos Mejía Avila, y al Ing. Jorge Ortega Alcalá del Departamento de Biometría del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), por su colaboración en el procesamiento de los datos obtenidos en la investigación. Además, se agradece al Biólogo Antonio Marín y a la Ingeniera Angélica Páez Lamadrid del Laboratorio Central de Taxonomía Entomológica del INIA, por la identificación de los insectos colectados en el experimento.

Al personal del Departamento de Difusión Técnica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, especialmente al Ingeniero Jesús Nava Vargas, del Campo Agrícola Experimental Altos de Jalisco, por las sugerencias técnicas proporcionadas en la realización del estudio y al Señor Jesús García, por haber facilitado el terreno donde se realizó el experimento, cuya parcela pertenece al Señor Casiano--Corona Delgadillo.

A la Sra. Teresa Islas y a la Sra. María del Carmen Villalobos V., por su valiosa participación en la mecanografía de la presente información y a todas aquellas personas que me ayudaron con sus consejos y sugerencias en la realización de esta tesis.

Agradezco sinceramente a los Ingenieros Francisco Calderón Calderón, Florentino Sánchez Samaniego y Ramón Ceja Ramírez, por la ayuda prestada en la dirección y revisión de esta tesis.

También se extiende un reconocimiento sincero al Ingeniero Alierso Caetano de Oliveira, Jefe del Departamento de Difusión Técnica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por el apoyo brindado en la realización de este documento.

Además, las señoritas Lilia Espíndola Fuentes y María Leticia Castellanos M. merecen una distinción especial por su colaboración en la mecanografía de la versión definitiva de esta tesis profesional.

Finalmente, es pertinente consignar un agradecimiento a la Dirección del Centro de Investigaciones Agrícolas de El Bajío por el auxilio prestado en la impresión de este trabajo.

CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
INDICE DE CUADROS	VII
INDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	6
2.1 Uso de los abonos orgánicos en la agricultura	6
2.2 La materia orgánica en el suelo	27
2.3 Mezclas de abonos orgánicos e inorgánicos	39
2.4 Nitrógeno y fertilizantes nitrogenados	44
2.5 Actividad biológica en el suelo	50
III. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS	54
IV. MATERIALES Y METODOS	57
4.1 Localización del área de estudio	57
4.2 Características climáticas	59
4.3 Descripción del suelo	61
4.4 Metodología	62
V. RESULTADOS Y DISCUSION	65
VI. CONCLUSIONES	69
VII. RECOMENDACIONES	71
VIII. LITERATURA CITADA	72
IX. APENDICE	78

VII

INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO</u>		<u>PAGINA</u>
1.	PRODUCCION ESTIMADA DE ESTIERCOL QUE PUEDE CONTROLARSE Y SU CONTENIDO NUTRITIVO EN MEXICO, 1982.	20
2.	CONTENIDO DE NUTRIMENTOS MAYORES EN LOS SUBPRODUCTOS ORGANICOS ELABORADOS DISPONIBLES EN MEXICO, 1982.	21
3.	VALOR ANUAL DE LOS SUBPRODUCTOS ORGANICOS POR CONTENIDO DE NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO. 1982.	22
4.	PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO EN DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO. 1982.	62
5.	PRECIPITACION PLUVIAL REGISTRADA PARA JUANACATLAN, JALISCO. (ESTACION EL SALTO)	79
6.	PROMEDIO ANUAL DE TEMPERATURA EN JUANACATLAN, JALISCO	81
7.	DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS (CINCO NIVELES DE TRES ESTIERCOLES COMBINADOS CON DOSIS DE NITRATO DE AMONIO) EN UN DISEÑO EXPERIMENTAL DE BLOQUES AL AZAR. 1982.	82
8.	INVENTARIO GANADERO EN EL MUNICIPIO DE JUANACATLAN, JALISCO. 1982.	83
9.	ALTURA MEDIA DE PLANTAS DE SORGO PARA GRANO EN CADA TRATAMIENTO. FECHA: 18 DE JULIO DE 1982.	85
10.	ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA DEL 18 DE JULIO DE 1982.	89

VIII

<u>CUADRO</u>		<u>PAGINA</u>
11.	ALTURA MEDIA DE PLANTAS DE SORGO EN CADA TRATAMIENTO FECHA: 25 DE JULIO DE 1982.	91
12.	ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA DEL 25 DE JULIO DE 1982.	93
13.	ALTURA MEDIA DE LAS PLANTAS DE SORGO EN CADA TRATAMIENTO. FECHA: 1º DE AGOSTO DE 1982.	95
14.	ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA DEL 1º DE AGOSTO DE 1982.	97
15.	EXCERSION MEDIA EN CENTIMETROS EN CADA TRATAMIENTO. 12 DE SEPTIEMBRE DE 1982.	99
16.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EXCERSION.	101
17.	TAMAÑO MEDIO DE PANOJA EN CENTIMETROS EN CADA TRATAMIENTO. 31 DE OCTUBRE DE 1982.	103
18.	ANALISIS DE VARIANZA PARA EL TAMAÑO MEDIO DE PANOJA	105
19.	RENDIMIENTO OBTENIDO DE SORGO PARA GRANO (CONVERTIDO A KILOGRAMOS POR HECTAREA AL 12% DE HUMEDAD) EN CADA TRATAMIENTO. 1982.	106
20.	ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO EN KG/HA AL 12% DE HUMEDAD.	108
21.	ESTIMACION DEL COSTO DEL CULTIVO DE SORGO PARA GRANO POR HECTAREA PARA EL MUNICIPIO DE JUANACATLAN, JALISCO. 1982.	109

INDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PAGINA</u>
1.	MAPA DEL ESTADO DE JALISCO, UBICACION DEL MUNICIPIO DE JUANACATLAN Y DEL POTRERO DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO DE SORGO	58
2.	ALTURA MEDIA DE PLANTAS DE SORGO PARA GRANO EN CADA TRATAMIENTO. 18 DE JULIO DE 1982.	86
3.	ALTURA MEDIA DE LAS PLANTAS DE SORGO EN CADA TRATAMIENTO. 25 DE JULIO DE 1982	92
4.	ALTURA MEDIA DE LAS PLANTAS DE SORGO EN CADA TRATAMIENTO. 1º DE AGOSTO DE 1982.	96
5.	EXCERSION MEDIA EN CADA TRATAMIENTO. 12 DE SEPTIEMBRE DE 1982.	100
6.	TAMAÑO MEDIO DE PANOJA EN CADA TRATAMIENTO. 31 DE OCTUBRE DE 1982.	104
7.	RENDIMIENTO MEDIO OBTENIDO DE SORGO PARA GRANO EN CADA TRATAMIENTO (CONVERTIDO A TONELADAS POR HECTAREA). 1982.	107

RESUMEN

La poca importancia que las empresas particulares y las instituciones gubernamentales dedican a la investigación sobre mezclas de estiércoles con fertilizantes químicos, fue la principal causa de que se realizara un estudio con dichos materiales en sorgo para grano.

El estudio consistió en observar el efecto sobre el rendimiento de sorgo al aplicar cinco niveles de tres estiércoles combinados - con dos niveles de nitrógeno. Para tal objetivo se utilizó un diseño experimental de bloques al azar.

El experimento se realizó del 8 de junio al 15 de diciembre de 1982 en la parcela del agricultor Casiano Corona Delgado, localizada en el Potrero La Tuna a un kilómetro al sur del pueblo de Juanacatlán, Jalisco, por el camino rural ex hacienda de Zapotlanejo, actualmente denominado camino rural "Juanacatlán-Miraflores".

Los niveles fueron 2,4,6,8 y 10 toneladas de tres estiércoles: gallinaza, bovino y caprino. Cada nivel se combinó con dos dosis de nitrógeno (80 y 120), en cuyo caso se utilizó como fuente nitrogenada al nitrato de amonio (33,5%). La mitad del nitrógeno se aplicó al momento de sembrar y la otra mitad en la segunda escarda. Además, se agregaron dos testigos, uno con el tratamiento de fertilización que se aplica en la región, que es de 100-40-00, y otro sin aplicarle nada.

La siembra se realizó en surcos a 60 centímetros de separación y la semilla se depositó a chorrillo; la densidad de siembra -- fue la que los productores de sorgo acostumbran en la región, que es de 18 kilogramos por hectárea.

El objetivo principal fue encontrar la dosis adecuada o más redituable de los materiales mencionados en la variedad de sorgo NK-282, a fin de mejorar la situación económica de quienes producen este grano y las condiciones físicas y químicas de sus áreas de cultivo.

Los datos de campo, tales como labores de cultivo, alturas de planta, excersión, tamaño de panoja y rendimiento se procesaron en computadora, usando el paquete SAS (Statistical Analysis System) o sea Sistema de Análisis Estadístico.

Los resultados obtenidos para el caso de las alturas de planta, los mejores tratamientos fueron aquellos en los que se aplicaron 8 y 10 toneladas de estiércol de caprino con 120 kilogramos de nitrógeno. Sin embargo, en lo concerniente al rendimiento de grano, los mejores tratamientos alcanzaron una producción de 13.2 y 13,5 toneladas por hectárea, habiéndose aplicado 4 toneladas de estiércol de bovino y 6 toneladas de estiércol de chivo respectivamente, con 120 kilogramos de nitrógeno.

I. INTRODUCCION

El aumento constante de los precios de los energéticos y la escasez de los mismos, limitan la producción de fertilizantes químicos, lo cual se traduce en los altos costos de alimentos que la población mundial necesita para subsistir. Además, el uso deficiente o excesivo que los agricultores hacen de los abonos orgánicos o inorgánicos, determina la urgente necesidad de efectuar investigaciones que ayuden a encontrar las dosis óptimas económicas de nutrimentos - que los cultivos requieren de ambos abonos.

Con los resultados de la presente investigación se pretende contribuir a que los agricultores hagan un mejor uso, tanto de los estiércoles como de los fertilizantes químicos, obtengan mayores rendimientos de sus cultivos y aumenten la fertilidad de sus suelos al abonarlos con dichos materiales.

Los ensayos de fertilizantes se establecen para obtener recomendaciones más precisas sobre la cantidad y tipo de fertilizante que se debe aplicar en alguna región agrícola; sin embargo, se ha generado poca información sobre ensayos de mezclas de abonos orgánicos e inorgánicos que ayuden a determinar el tipo y dosis que de cada uno debe aplicarse a un cultivo en especial.

A. Rojas (3) consignó en 1980 que la situación económica de los productores agrícolas se ve afectada por las clases y dosis de fertilizantes que aplican a sus cultivos. Asimismo, la economía agrícola general de un país se perjudica por la cantidad y distribución de estos productos, los cuales son cada día más caros y difíciles de conseguir.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (23) -- informó en 1981 que los fertilizantes son insumos de gran importancia para la agricultura, debido a que son necesarios para aumentar la producción y productividad de los cultivos a más corto plazo; por esta razón, el gobierno federal ha realizado un esfuerzo sin precedentes para activar la producción agrícola nacional, especialmente la de consumo básico, ya que durante 1981 se fertilizaron 10 millones 500 mil hectáreas, cifra récord que resultó superior en un millón a la lograda en 1980 y en 3 millones 300 mil a la de 1976.

En México*, en la última década, diferentes compañías transnacionales y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas han efectuado estudios de distinta índole para incrementar la producción de sorgo; sin embargo, muy poco se ha investigado en cuanto al uso de mezclas de estiércoles con fertilizantes químicos en dicha gramínea.

Cabido (8) mencionó en 1982 que en casi todo el país, salvo en los estados del noroeste (Sinaloa, Sonora, Baja California), la

* Información obtenida del Sistema de Información de Investigaciones Agrícolas en curso en 1982 (SINIAGEC-INIA)

utilización de fertilizantes es prácticamente nula de acuerdo con los datos sobre distribución y consumo nacional de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) que se señalan a continuación: de una producción total del orden de 1 millón 100 mil toneladas de fertilizantes, solamente en siete estados (Guanajuato, Jalisco, Sonora, Sinaloa, México, Veracruz y Michoacán) se consume el 67.27 por ciento del total.

Los estados de Baja California, Puebla, Chihuahua, Coahuila, Oaxaca, Guerrero, Querétaro, Zacatecas y Colima consumen el 33.24 por ciento del total; el 5.49 por ciento restante se consume en ocho entidades federativas que son: San Luis Potosí, Hidalgo, Aguascalientes, Nuevo León, Tabasco, Distrito Federal, Yucatán y Campeche.

Fertimex, S. A. citado por Cabido (8) en 1982, informó que el consumo promedio de nitrógeno, fósforo y potasio por hectárea en 1978 en algunos estados de México fue como se indica a continuación: Baja California, 222 kilogramos; Sinaloa, 171; Sonora, 153; Guanajuato, 128; Michoacán, 107; México, 107 y Colima 95 kilogramos. En Jalisco, no obstante que es uno de los siete estados que más consumieron fertilizantes (2o. lugar en consumo) solamente se aplicaron 60 kilogramos por hectárea de NPK.

Guillén y Portillo (12) consignaron en 1980 que el país importa sorgo para satisfacer la demanda, ya que ésta supera la oferta además de verse reducida la superficie de cultivo para esta gramínea, cuyo grano se utiliza principalmente como insumo en la elaboración de alimentos balanceados para animales, y su proporción

varía según el tipo de alimento: 60% de la ración para aves, 50% para bovinos y 80% en la ración para cerdos.

La secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (24) informó que en 1981 el cultivo de sorgo ocupó el quinto lugar a nivel nacional, debido a que en este año se sembraron 1 millón 767 mil 258 hectáreas con dicha gramínea, de las cuales se obtuvo una producción de 6 millones 295 mil 667 toneladas. En ese mismo año, en Jalisco se produjeron 797 mil 372 toneladas de sorgo en 186 mil 487 hectáreas, cantidad sólo superada por los estados de Tamaulipas y Guanajuato.

Por otra parte, el aumento en los rendimientos de sorgo por unidad de área son cada día más necesarios para satisfacer la demanda interna y evitar la fuga de divisas al efectuar importaciones de dicha gramínea.

Lo anterior, significa que al haber mayor disponibilidad de sorgo, se incrementará la elaboración de alimentos balanceados para bovinos, porcinos y aves. Posteriormente Rose, citado por Laguna (17) en 1960, manifestó en 1959 que de estos animales se obtendrán productos como leche, carne y huevos ricos en proteínas con aminoácidos de los cuales las proteínas de origen vegetal son deficientes como lisina, triptofano, treonina, y metionina, de tal manera que para que el hombre cubra sus necesidades nutrimentales debe proveerse de aminoácidos, tanto de origen animal como vegetal.

Por otra parte, Lehninger citado por CONACYT (22) en 1983 indicó que las plantas pueden utilizar el nitrógeno, algunas tomándolo directamente de la atmósfera, otras del suelo, donde se encuentra en forma de sales inorgánicas para formar sus propios aminoácidos y proteínas. Los animales consumen las proteínas de las plantas y las desintegran en aminoácidos, para formar con ellos sus propias proteínas.

El hombre, como los demás mamíferos, puede sintetizar algunos de los aminoácidos que necesita para formar sus proteínas a partir de compuestos nitrogenados más simples o transformando sus aminoácidos entre sí; existe, sin embargo un grupo de éstos que son necesarios para la síntesis de proteínas y que los animales superiores no pueden formar, en cuyo caso se les llama aminoácidos esenciales y son proporcionados siempre por los alimentos, sean de origen animal o vegetal.

En general, las proteínas animales contienen aminoácidos esenciales en mayor cantidad y en las proporciones que el hombre necesita; por esto se les asigna un mayor valor nutritivo. Pero combinando adecuadamente los alimentos de origen vegetal se puede lograr un equilibrio de aminoácidos esenciales en la dieta.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Uso de abonos orgánicos en la agricultura

Jacks, Brind y Smith (16) manifestaron en 1955 que la cubierta de protección para mejorar la fertilidad el suelo y la producción agrícola constituye una práctica agrícola por la cual se colocan sobre la superficie del suelo, o se incorporan al mismo, materias orgánicas o inorgánicas. El suelo tratado de esta manera sufre efectos físicos, químicos y biológicos. Por lo tanto, si bien el empleo de los materiales orgánicos como fertilizantes parecería indicar que se deben estudiar sólo los cambios químicos, todo examen adecuado de este problema es imposible si al mismo tiempo no se estudian los cambios físicos y biológicos.

Los materiales orgánicos que se agregan al suelo son, entre otros, estiércol, cobertera con subproductos de los cultivos -- (como paja, tallos, hojarasca, cáscaras, vainas, etc), compuestos, excrementos humanos, abonos verdes, y desperdicios domésticos e industriales.

Rounce y Thornton en 1956 y Ludwing en 1968 citados -- por Guzmán y Monjarás (13) en 1982 señalaron que los agricultores estarán dispuestos a adoptar los fertilizantes orgánicos, cuando la relación entre los costos y los beneficios les sea favorable. Además, en los sistemas agrícolas, relativamente poco modernos es posible -- utilizar la materia orgánica como fuente principal de nutrimentos --

agrícolas en las tres situaciones siguientes:

1. Cuando como resultado de una elevada densidad demográfica y un bajo nivel de desarrollo tecnológico, puede no haber otra forma de satisfacer las necesidades básicas de la familia, dos factores principales harán comprender al agricultor la necesidad de emplear técnicas que aumenten los rendimientos:

- a). Las propiedades se irán subdividiendo de una a otra generación, reduciendo la superficie cultivada por persona hasta un nivel que será necesario aumentar los rendimientos para satisfacer las necesidades básicas.
- b). La tierra se irá encareciendo como factor de producción en relación con la mano de obra; combinaciones menos costosas vendrán a sustituir la tierra, por mano de obra, dando lugar al empleo de fertilizantes orgánicos y otras prácticas que emplean mucha mano de obra y exijan menos tierra.

2. Cuando la utilización de fertilizantes orgánicos sean -- mejor aceptados, si esta práctica se traduce en ingresos en efectivo. El efectivo tiene mucho valor para el pequeño agricultor como un medio para hacer inversiones y adquirir bienes de consumo, y es también un método conveniente de ahorro. El aumento de la producción de artículos alimenticios por encima de los niveles necesarios para la familia, tendrá un uso limitado cuando el valor comercial sea bajo y las instalaciones para almacenamiento, inadecuadas. Probablemente irá aumentando la demanda de cultivos comerciales para el mercado y dismi -

nuirá los problemas de almacenamiento.

3. Cuando los costos de los fertilizantes orgánicos son excepcionalmente bajos, debido a que las superficies a donde estos se utilizan se localizan en áreas con altas densidades de población ganadera.

A. Pino (2) señaló en 1958 que la gallinaza generalmente se considera como un estorbo. Sin embargo, es la forma de estiércol más rica en valor nutritivo para las plantas, debido a que el nitrógeno eliminado no es líquido sino sólido y acompaña a las materias fecales sólidas durante la eliminación. Es muy lamentable que esta fuente de riqueza para el suelo se desperdicie muchas veces, o que por falta de conservación adecuada su valor sea muy reducido.

Nie y Greenland (26) indicaron en 1960 que "en las zonas tropicales húmedas las intensas lluvias hacen que el cultivo permanente con una sucesión de cultivos anuales bien abonados sea extremadamente incierto en el caso de muchos suelos, incluso cuando se han instalado defensas contra la erosión". Esta importante afirmación sugiere que el uso de fertilizantes químicos en las zonas de lluvias intensas y temperatura elevada debe practicarse con sumo cuidado, y que deben buscarse otras soluciones.

La reciente crisis de la energía y los problemas en la producción y distribución de fertilizantes químicos hacen que la adición de materia orgánica al suelo pueda traducirse en buenos rendimientos

de los cultivos cuando este material se utiliza en lugar de fertilizantes químicos, o bien junto con ellos. Los cultivos que han sido abonados con materia orgánica son, desde el punto de vista de calidad, tan buenos como los abonados con fertilizantes químicos.

Scharrer (34) indicó en 1960 que la función de los abonos, según la definición clásica de Adolf Mayers, es de carácter doble: aumentar o conservar la fertilidad del suelo y elevar el rendimiento de las cosechas. La primera función se cumple con los abonos domésticos y con la cal; la segunda con los abonos comerciales. De esto se deduce que es descaminado plantear la cuestión de si deben emplearse abonos domésticos o fertilizantes comerciales. Unos y otros son necesarios en la agricultura intensiva, en la cual los abonos domésticos constituyen la base para la aplicación de abonos comerciales o minerales. Con ello no basta aportar nutrimentos a la planta, sino que una fertilización correcta debe procurar también el mantenimiento de la fertilidad.

Por otra parte, el mismo autor señaló que el estiércol más importante, y con mucha diferencia, es el de bovino, que representa -- cuantitativamente la mayor parte del estiércol de establo obtenido. Es rico en agua y en componentes mucosos, tiene calidad pastosa y se califica de estiércol frío por la lentitud de su descomposición. En cambio, el estiércol de equinos tiene menos agua, se descompone muy rápidamente y se califica de estiércol de oveja, que por ello se llama -- igualmente estiércol caliente.

Un estiércol frío es el de porcinos, que también en lo demás es parecido al de bovinos, aunque su composición depende mucho de si el cerdo, animal omnívoro, ha tenido una alimentación predominantemente vegetal o animal. También los estiércoles de caprinos y de conejos son abonos fríos, que se descomponen muy lentamente. En la práctica - suelen mezclarse unos con otros los distintos estiércoles; en cambio, el abono de aves se emplea más debido a su facilidad de recolección.

Buting (7) en 1963 estudió una información comparada de 113 experimentos realizados en 56 lugares de Inglaterra durante ocho años (1941-1949). En estos experimentos se estudiaron la composición y los efectos agronómicos del estiércol de granja, el fango de alcantarilla, compuestos de paja con fango de alcantarilla o fuentes inorgánicas de nitrógeno. Entre otras conclusiones, Buting sostuvo que cuando se incorpora al suelo abono orgánico, sus efectos sobre el rendimiento pueden en general atribuirse simplemente al incremento de nutrimentos su ministrados a las plantas.

Buckman y Brady (6) consignaron en 1966 que los factores - más importantes que pueden cambiar radicalmente las cantidades y proporciones de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa en el estiércol que se aplica sobre la tierra son:

(1) Clase de animal; (2) edad, condición e individualidad de los animales; (3) alimento consumido; (4) cama usada, y (5) manejo y almacenamiento que el estiércol recibe antes de ser repartido sobre la tierra.

A pesar de la variabilidad notable del estiércol, se pueden aventurar cifras medias de composición. A efectos de cálculo y estudio, puede considerarse como término medio para su aplicación al campo como conteniendo un 0.5% de nitrógeno, 0.25% de ácido fosfórico y un 0.5% de potasa. Debe recordarse siempre, sin embargo, que tales cifras son promediadas. Además de N, P y K, el estiércol contiene también calcio, magnesio, azufre y, probablemente, todos los oligoelementos. Estos últimos son extremadamente importantes en algunos casos para mantener el equilibrio de la condición de los nutrimentos en suelos tratados por estiércol.

Los mismos autores señalaron que no debe deducirse que las cantidades de los tres elementos fertilizantes añadidos a una hectárea, en aplicación ordinaria de estiércol, sean respectivamente pequeñas. A causa de la gran cantidad de este fertilizante adicionado a los suelos (20,30 o aún 40 toneladas por hectárea) las cantidades de elementos añadidas son comparativamente grandes. Por ejemplo, 10 toneladas de un estiércol de composición media pueden proporcionar en total unos 50 kilogramos de nitrógeno, 25 de ácido fosfórico y 50 de potasa.

Aseveraron que se debe recordar que sólo una parte de los constituyentes nutricios del estiércol es realmente asimilable. En general, sólo aproximadamente la mitad del nitrógeno, un sexto de ácido fosfórico y poco más de la mitad de la potasa son realmente aprovechables (durante la estación primera) por las plantas. Sobre esta base, una tonelada de estiércol medio proporciona 2.5 kg. de N, 0.4 Kg de P_2O_5 y 2.5 kg de K_2O .

Selke (35) indicó en 1968 las razones que sirven como base para explotar como fertilizante a los abonos orgánicos, las cuales se señalan a continuación:

1. La mayoría de los abonos orgánicos como estiércol, purín y mantillo se producen en toda explotación agrícola. Por lo tanto, es necesario emplearlos para que rindan lo mejor posible.
2. Los abonos orgánicos se componen, en su mayoría, de residuos vegetales y animales, contienen todas las sustancias necesarias para el desarrollo de las plantas. Son en cierto sentido abonos "universales", aunque la proporción de las sustancias nutritivas en ellos no sea siempre la óptima y precise una corrección con el abonado complementario mineral.
3. Los abonos orgánicos en mayor o menor proporción, son una fuente lenta pero continua de materias nutritivas, lo cual es idóneo para mantener y favorecer la "fuerza intrínseca" del suelo que es una parte muy esencial de la fertilidad del suelo.
4. Aunque las materias nutritivas contenidas en los abonos orgánicos estén disponibles para las plantas, sólo después de haber sido mineralizadas algunas de las sustancias que contienen (hormonas, enzimas, auxinas, antibióticos) pueden absorberse directamente, y tienen por ello una importancia decisiva sobre el desarrollo y el rendimiento.

5. Los abonos orgánicos no son sólo portadores de sustancias nutritivas, ya que tienen una influencia específica favorable sobre el suelo, desde el punto de vista físico, químico y biológico.

El mismo autor señaló que los resultados de investigación -- conseguidos por la URSS de 1951 a 1953 dan a entender que los residuos de los ácidos húmicos existentes en el humus y sus componentes (ácido fúlvico) son absorbidos directamente por las plantas y pueden influir sobre el metabolismo (aumento de la velocidad de germinación, del crecimiento radicular y el rendimiento).

Friedrich (10) estableció en 1968 que el método más útil para evaluar los beneficios del empleo del abono orgánico, es calcular los ingresos brutos de las explotaciones que utilizan el estiércol, y las granjas que no lo utilizan, pero que en los demás aspectos son similares. El valor de este método es considerar el empleo del estiércol como una parte de un sistema completo.

Se realizó un estudio en granjas de café y de bananos en Bukoba, Tanzania; la propiedad del ganado se usó como factor de aplicación del estiércol, y sobre esta base las granjas se dividieron en varias categorías. La hipótesis fundamental, fue que las variaciones en los ingresos brutos se debían a la aplicación del estiércol. En el caso de las granjas estudiadas probablemente la hipótesis se justifica. El valor de la carne y de la leche producidas era muy bajo y el ganado no era una fuente de prestigio ni una forma de seguridad. Se informó que el propósito de la cría del ganado era, en primer lugar, la

producción de estiércol para aumentar la fertilidad de los bananales - que proporcionaban el grueso de los ingresos brutos. El punto débil de este método, es la posibilidad de que exista una correlación entre la habilidad en el cultivo y la compra de ganado.

En el estudio se determinó que los ingresos familiares en el 37 por ciento de las granjas con ganado eran de 450 chelines, o sea 33 por ciento más altos que las granjas que no poseían ganado. Además, - se encontró que la diferencia en la producción existe, cualquiera que sea el tamaño de la granja. Si toda la diferencia se atribuye a la -- aplicación del estiércol, el valor anual de cada unidad de ganado es - de 130 chelines, lo cual explicaría la importancia que los agriculto-- res concedían a la propiedad del ganado.

En este caso, el costo de la producción del estiércol era - aceptable por dos razones: a) la producción de bananos exigía una in- versión en el aumento de la fertilidad del suelo, y se le daba priori- dad al asignarse el estiércol, y b) un cultivo comercial, el café, --- producía ingresos en efectivo. El cultivo de estos dos productos, mos- traba que la mano de obra tenía un elevado ingreso bruto.

El ICAR (14) informó en 1971 que el estiércol de granja es - la fuente orgánica de nutrimentos para las plantas, que disponen los países menos desarrollados; sin embargo, no se aprovechan plenamente. En la India se ha estimado que sólo se utiliza como fertilizante una tercera parte de los 1,335 millones de toneladas disponibles anualmen- te.

Mc. Connell (20) mencionó en 1972 que los beneficios obtenidos mediante el abono orgánico varían de conformidad con su calidad, el método y el momento de aplicación en el suelo, y dependen del valor de producción adicional que se obtiene.

En los climas tropicales, los beneficios disminuyen debido a la rápida descomposición de la materia orgánica y a la lixiviación de los nutrimentos.

Pese a estas variaciones, pueden hacerse estimaciones del valor del estiércol. Cuando sea necesario con fines presupuestarios, puede asignársele un valor financiero basándose en los principales nutrimentos para las plantas, más un margen para tener en cuenta los micronutrimentos y la materia orgánica. En un estudio del papel que de sempeña el ganado en los sistemas agrícolas del Sindh, Paquistán, se adoptó el método siguiente: El contenido de nutrimentos del estiércol se estimó en 0.41, 0.14 y 0.14 por ciento de N, P, y K respectivamente. Sobre esta base, el valor en el mercado de los nutrimentos -- por mound (37 kg) era de 0.52 rupias. Esta cifra se duplicó para obtener una estimación del valor total.

El Ministerio de Agricultura de la India (15) manifestó en 1974 que el costo del abono orgánico debe evaluarse dentro del contexto de la economía agrícola. Para determinarlo, es necesario estimar en qué medida el costo de todo el sistema ganadero ha aumentado por -- uso del estiércol. En un extremo de la escala, se encuentra a la Isla Ukara, donde la necesidad de contar con estiércol es la única razón

para mantener el ganado; en este caso, todos los costos deben asignarse al estiércol. En el otro extremo, que es el observado más frecuentemente en los países desarrollados, el abono de los campos con estiércol puede ser el método menos costoso para deshacerse de un subproducto indeseable; por consiguiente, el estiércol resulta gratuito.

Entre estos dos extremos, se encuentran muchos sistemas, en los que el uso del estiércol impone, en diverso grado, una carga sobre los recursos productivos. El costo principal para el agricultor será el de la mano de obra necesaria para transportar y elaborar un volumen considerable de estiércol.

En especial donde no existan vehículos con ruedas y la tracción mecánica sea limitada, los costos de la mano de obra, constituirán en muchos casos un factor disuasivo del uso extensivo del estiércol. La estructura de las fluctuaciones de la demanda y de la oferta de mano de obra a lo largo del año será decisiva para determinar los costos de oportunidad en que se incurra; los agricultores no estarán dispuestos a adoptar prácticas que aumenten las presiones sobre los periodos estacionales de escasez.

El empleo del abono como fertilizante, compite como combustible en los lugares donde la leña es insuficiente. Se ha calculado, que en la India aproximadamente una tercera parte del estiércol se emplea como combustible. Esta práctica, que existe también en Africa, representa una mengua constante de las posibilidades de aumentar la fertilidad de la tierra. Es poco probable que se ponga fin a esta --

práctica en vista del aumento de la población y de la constante explotación de los bosques.

Arístides (1) manifestó en 1975 que al aplicar 5 niveles de gallinaza, estiércol de bovino y compost en trigo, la altura de las plantas fue mayor en los tratamientos que se fertilizaron con estiércol de bovino.

Por otra parte en la comparación del número total de espigas, los tratamientos abonados con gallinaza mostraron superioridad; además se produjo un fuerte amacollamiento y una gran cantidad de espigas, pero resultó que el peso no correspondía al número de éstas; sin embargo, con estiércol de bovino, el amacollamiento fue regular y el peso de las espigas superiores que en las que abonaron con gallinaza.

Los rendimientos obtenidos de trigo mostraron que para tratamientos si había diferencias significativas, debido a que los abonados con gallinaza produjeron mayor cantidad de granos, lo cual redundó en el aumento de peso de las espigas.

El mismo autor consignó que el mejor tratamiento para el suelo de Arenal, Jalisco, estadística y económicamente fue el de 30 toneladas de estiércol de bovino, el cual podría sustituirse con 20 toneladas de gallinaza por hectárea, según la facilidad de obtener uno y otro abono.

FERTIMEX (21) estableció en 1976 que los estudios realizados desde hace varias décadas y que actualmente se intensifican, indican - que todos los subproductos podrían utilizarse con eficiencia si se manejan adecuadamente. Un ejemplo de ello, es que en los estiércoles se ha encontrado que en un procesamiento inadecuado pierde hasta un 50 -- por ciento de los nutrimentos. Asimismo, con la aplicación de estiércol de bovinos en dosis de 4, 8 y 12 toneladas anuales por hectárea, - se asegura el equivalente a 50, 100 y 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

Para aprovechar este subproyecto se han diseñado, construido y están en operación en México por parte de Fertilizantes Mexicanos, - S. A. (FERTIMEX), estercoleros y un sistema de manejo de estiércol líquido. Sin embargo, este potencial de 2,600 millones de pesos (en - - 1976) podría aprovecharse a través de un programa masivo de construc - ción de estercoleros, coordinado con un programa de comercialización y asistencia técnica a los campesinos, que requiere de 3,000 millones de pesos recuperables en 5 años, que absorbería mano de obra en la -- construcción, operación, comercialización y aplicación.

Los estiércoles se utilizan desde que se tiene noticia de em - presas pecuarias estabuladas. No obstante, su procesamiento ha sido - muy deficiente, ya que generalmente se amontona en lugares en los que se pierde el contenido líquido y se propician condiciones de anaerobio- sis que provocan la producción de gas metano, que favorece la contami- nación del medio ambiente con malos olores y el desarrollo de moscas.

Este producto irregularmente descompuesto, se aplica en cantidades muy elevadas, dando lugar a un desperdicio y a costos antieconómicos. Se proporcionan en algunas regiones de México de 200 a 300 toneladas por hectárea, que a un costo medio de 60.00 pesos por tonelada representa de 12,000 a 18,000 pesos por hectárea.

Por otra parte, según el censo agropecuario de 1970, en México, se puede controlar todo el estiércol del ganado estabulado que se produce, en tanto que el semiestabulado sólo se podrá recuperar un 50 por ciento, lo cual se demuestra en las cifras que se señalan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. PRODUCCION ESTIMADA DE ESTIERCOL QUE PUEDE CONTROLARSE Y SU CONTENIDO NUTRITIVO EN MEXICO, 1982.

<u>Especie</u>	<u>Cabezas</u> (millones)	<u>Producción</u>		<u>Contenido nutritivo</u>		
		<u>Estiércol fresco</u> (millones ton/año)	<u>%</u>	<u>N</u>	<u>P₂O₅</u> %	<u>K₂O</u>
Bovinos	26	36.6	74.5	0.6	0.2	0.5
Ovinos	5	1.0	2.0	0.7	0.3	0.9
Caprinos	9	1.8	3.6			
Porcinos	10	3.3	6.7	0.5	0.3	0.5
Equinos	11	4.8	9.8	0.7	0.3	0.6
Aves	12	1.7	3.4	1.1	0.8	0.5
Conejos				2.4	1.4	0.6

FUENTE: México, Fertimex, 1976. Fertilización mediante el aprovechamiento agrícola de subproductos orgánicos. Vol. Núm. 73 Guanos y Fertilizantes de México.

CUADRO 2. CONTENIDO DE NUTRIMIENTOS MAYORES EN LOS SUBPRODUCTOS ORGANICOS ELABORADOS DISPONIBLES EN MEXICO. 1982.

Subproducto	Miles de ton/año	N	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O	(miles de ton/año)		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Estiércoles**	49,000	0.53	0.39	0.69	260	191	338
Composta de basura ***	1,500	0.80	0.36	0.33	12	5	5
Composta de bagazo y cachaza*	5,500	0.63	0.23	0.26	35	13	14
Aguas negras,	1'500,000	0.01	0.0005	0.001	150	8	15
T O T A L					457	217	372

* Se estimaron los contenidos de N, P₂O₅ y K; promediando dichos contenidos en confuna, bagazo de caña y cachaza, en la proporción de: 1.8:1

** Contenido nutrimental estimado en base peso húmedo.

*** Contenido nutrimental estimado en base peso seco.

FUENTE: México, Fertimex, 1976. Fertilización mediante el aprovechamiento agrícola de subproductos orgánicos. Vol. Núm. 73. Guanos y Fertilizantes de México.

CUADRO 3. VALOR ANUAL DE LOS SUBPRODUCTOS ORGANICOS POR SU CONTENIDO DE NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO. 1982.

<u>Subproducto</u>	<u>N</u>	<u>Millones de pesos</u>		<u>Total</u>
		<u>P 0</u> <u>2 5</u>	<u>K 0</u> <u>2</u>	
Estiércoles	1,144	821	659	2,624
Composta de basura	53	22	10	85
Composta de bagazo de cañaza	154	56	27	237
Aguas negras.	66	34	29	129
T O T A L	1,417	933	725	3,075

FUENTE: México, Fertimex, 1976. Fertilización mediante el aprovechamiento agrícola de subproductos orgánicos. Vol. Núm. 73.

Guanos y Fertilizantes de México.

La riqueza de este producto puede llegar a ser de sólo 50 por ciento de estiércol técnicamente procesado.

La aplicación también es técnicamente deficiente en lo que corresponde al manejo del estiércol en el campo, ya que en muchos casos se incorpora en terrenos secos y no puede ser aprovechado por la planta y para que esto suceda se requiere de la descomposición microbiológica que ocurre dentro de una masa de suelo húmedo y bien aireada.

Singh (36) indicó en 1976 que en los países en desarrollo, tanto los gobiernos como el público en general, tienen que prestar -- más atención al uso combinado del abono orgánico y de los fertilizantes para aumentar la producción agrícola, mantener la fertilidad del suelo y disminuir los riesgos de contaminación mediante la conservación adecuada de los desperdicios urbanos y rurales que han de utilizarse en la preparación de abonos. Manifestó que se especula sobre el efecto de los materiales orgánicos sobre las propiedades físicas del suelo y su aportación de elementos menores, la mayor parte de los suelos los tienen.

El aspecto del precio podría enfocarse desde el punto de vista de costos de elaboración del producto final; sin embargo, es conveniente reflexionar sobre el hecho de que son desperdicios que contaminan el ambiente.

Finalmente se puede decir, que la cantidad efectiva que podría utilizarse dependería de varios factores como: la facilidad de la recolección, la cantidad recolectada, el costo de la manipulación, métodos de conservación y aplicación.

Duncan, citado por Guzmán y Monjarás (13) indicó en 1976 -- que el término "fertilizante orgánico" se utiliza en este contexto para referirse a los desperdicios de origen humano y animal, y a la materia vegetal o subproductos de los cultivos, o bien de abonos verdes aplicada deliberadamente al suelo para aumentar su productividad.

Manifiesta que las características socioeconómicas de la agricultura en los países menos desarrollados, imponen limitaciones al empleo de fertilizantes orgánicos que son muy diferentes a los obstáculos que se presentan en los países desarrollados. Pueden citarse los siguientes:

1. La necesidad de adoptarse por todo el sistema agrario
2. La mano de obra necesaria
3. El bajo nivel de desarrollo técnico
4. La falta de oportunidades para elevar la producción en forma rentable
5. La necesidad de mejorar la capacidad de mano de obra
6. Las actividades culturales
7. La carencia de un sistema mixto de zootecnia y fitotecnia

Los agricultores estarían más dispuestos a utilizar fertilizantes orgánicos en los casos siguientes:

- a) Cuando son necesarios para obtener productos indispensables
- b) Cuando se traducen en un ingreso en efectivo
- c) Cuando sus costos son excepcionalmente bajos

Señala que es urgente que los pequeños agricultores aumenten la producción de alimentos en los países menos desarrollados, diciendo que la atención debe dirigirse en dos sentidos principalmente.

1. Deben realizarse análisis de costos y beneficios de las distintas posibilidades técnicamente factibles a fin de determinar - cuáles son los sistemas de recolección, elaboración y distribución de los fertilizantes orgánicos, en los que se aprovechan mejor los escasos recursos de la sociedad.

2. Al nivel de la explotación agrícola, debe tratarse de comprender las presiones económicas y sociales que sufren quienes toman - las decisiones y que dan lugar a la evolución de determinados sistemas de producción. En particular, debe prestarse mucho más atención que - hasta ahora a los costos que para el agricultor y su familia representan las diferentes prácticas de abono.

Deben determinarse qué obstáculos impiden un empleo más general de los fertilizantes orgánicos, se trate de tierra, mano de obra, mercado, agua, transporte, o de una combinación de todos estos factores. Una vez determinadas las limitantes, la investigación técnica deberá estar dirigida a superarlos.

Charreau, citado por FAO (9) consignó en 1976 que los -- efectos sobre la macroestructura en un medio agrícola resultan principalmente de la acción consistente en enterrar con el arado la materia vegetativa como paja, materia verde, estiércol o compuestos. Los efectos residuales de la labranza sobre la macroestructura del suelo son-- más duraderos cuando se le incorpora materia orgánica.

Núñez, citado por Guzmán y Monjaráz (13) en 1982 mencionó - que los estudios con abonos orgánicos vuelven a cobrar importancia debido a las razones siguientes:

1. Aún en épocas de máxima producción de abonos químicos las cantidades mundiales consumidas de nitrógeno y fósforo en abonos orgánicos ha superado a las consumidas en abonos químicos.

2. La creciente escasez y alto costo de energéticos en el mundo restringirá la producción de abonos químicos por lo que debe buscarse la optimización en el uso de los orgánicos.

3. Los problemas de contaminación ambiental, que se derivan de las plantas productoras de fertilizantes, así como el uso excesivo de abonos químicos y/o orgánicos, hacen más importante la necesidad de determinar las dosis óptimas económicas de nutrientes provenientes -- tanto de fuentes orgánicas como inorgánicas, consignó algunas ventajas de los abonos orgánicos sobre los químicos, las cuales se mencionan a continuación:

1. Mayor efecto residual
2. Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados), la porosidad y la densidad aparente.
3. Formación de complejos orgánicos con los nutrientes, manteniendo a éstos en forma aprovechable por las plantas.

4. Reducción de la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial.
5. Elevación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, protegiendo los nutrientes de la lixiviación.
6. Liberación de CO_2 que propicia la solubilización de nutrientes.
7. Abastecimiento de carbono orgánico como fuente de energía a la flora microbiana heterótrofa.

2.2. La materia orgánica en el suelo.

Pelletier (29) consignó en 1960 que para el crecimiento normal de las plantas es preciso que todos los elementos nutritivos se encuentren presentes en el suelo en forma asimilable; sin embargo, tres de ellos, el nitrógeno, el fósforo y el potasio, son los que en mayor grado determinan el volumen de las cosechas, tanto porque son los nutrientes que se utilizan en cantidades relativamente grandes, como porque son también los que con mayor frecuencia los suelos contienen en niveles deficientes.

Por otro lado, es de gran importancia, tener en cuenta que la mayor o menor cantidad de nitrógeno total presente en un suelo, depende asimismo, de la mayor o menor cantidad de materia orgánica y por lo tanto, ha de ser reconocido que la naturaleza física del propio suelo, los factores climáticos, las condiciones que afectan el drenaje y las técnicas de manejo del suelo que se adopten son los elementos que

al regular los niveles de la materia orgánica definen el contenido del nitrógeno del suelo.

En México, la mayor parte de las tierras cultivadas, por efecto del clima y de un inadecuado manejo, tienen un contenido de materia orgánica muy bajo, variado entre el 1 y 2 por ciento.

Tamhane et al, citados por Rodríguez (33) en 1967, mencionaron las funciones físicas, químicas y biológicas de la materia orgánica (M.O).

Físicas

Físicamente la M. O. interviene en la floculación y dispersión del sistema coloidal del suelo; siendo las principales funciones físicas del material orgánico las siguientes:

- Incrementar la capacidad de retención de agua, esto no necesariamente implica un aumento en la humedad aprovechable en todos los casos, pero si es definitivo en suelos arenosos y limosos.
- Disminuye las pérdidas de agua por corrediza reduciendo la erosión hídrica, además consolida los suelos, disminuyendo la erosión eólica.
- Favorece la agregación en los suelos muy sueltos (arenosos), y la dispersión en los suelos muy compactos (arcillosos), -- en esta forma se mantiene en condiciones favorables de aeración y permeabilidad o infiltración.

- Las coberturas orgánicas reducen las pérdidas de agua por evaporación, disminuyen la temperatura del suelo en el verano y conservándola en el invierno.
- La hojarasca con pedacería gruesa en la superficie del --suelo, reduce la erosión eólica.

Químicas.

- Químicamente la M. O. mejora el suelo sirviendo como depó--sito o fuente de abasto de elementos nutritivos para las plantas, ya que libera estos nutrimentos en forma gradual.

Desde el punto de vista de la fertilidad del suelo, los elementos químicos más importantes de la M. O. son: carbono, nitrógeno, --fósforo, hierro, calcio, potasio y magnesio, así como otros elementos en más bajas concentraciones. Las principales funciones químicas del abono orgánico son:

1. Actúa como un almacén de elementos químicos que son esenciales para el crecimiento de las plantas, incluyéndose hormonas y anti--tibióticos.

2. En la descomposición de la materia orgánica se producen ácidos orgánicos y CO_2 , los cuales actúan como agentes disolventes, y de esta forma muchos minerales del suelo se transforman en formas más asimilables para las plantas.

3. Aumenta el poder amortiguador de los suelos, retardando los procesos por los cuales se producen los cambios de reacción (pH).

4. Ayuda a corregir las condiciones tónicas del suelo causadas por el uso excesivo de fertilizante químico o por la presencia de residuos de aspersiones.

5. Posee una habilidad potente para absorber o retener los componentes de los fertilizantes químicos y nutrimentos minerales del suelo, haciendo disminuir de esta manera el flujo de pérdidas por percolación; originándose de esta forma un aumento en la capacidad de intercambio catiónico.

6. Los ácidos orgánicos liberados de la descomposición de la materia orgánica ayudan a reducir la alcalinidad de los suelos.

7. Bear (5) consignó en 1964 que la materia orgánica fresca tiene una función especial en los suelos ácidos, que es la de liberar más rápidamente el fósforo aprovechable.

Biológicas.

La aplicación de materia orgánica en el suelo no solamente constituye un almacén de alimentos para las plantas, sino también para los microorganismos del suelo. Millar et al, (25) explicaron en -- 1975 esta función de la siguiente manera: "El suelo puede ser considerado como una fábrica en operación produciendo nutrimentos vegetales.

La microflora del suelo puede considerarse como la fuente impulsora - de esa factoría, y la materia orgánica como el combustible o energía para esta fuerza". La incidencia de abono orgánico en las caracterís ticas biológicas del suelo se resumen de la siguiente manera:

1. Aumentar el contenido y cantidad de microorganismos del suelo que son los que proporcionan vida a éste; además, sirve como -- fuente energética para la mayoría de ellos.

2. El número de microorganismos en el suelo controla la can tidad de alimentos disponibles, por lo tanto un suelo bajo en alimen - tos disponibles tiene pocos microorganismos y un suelo fértil es rico en éstos.

Señalan que el suelo contiene un número enorme de compues - tos orgánicos en varios estados de descomposición y que humus es la pa labra empleada para referirse a la materia orgánica que ha sufrido una descomposición extensiva y que es bastante resistente a cualquier al - teración posterior, concluyendo que los residuos orgánicos agregados - al suelo no se descomponen como un todo, sino que los constituyentes químicos se descomponen independientemente entre sí.

En la formación de humus a partir de los residuos vegeta-- les, hay una rápida reducción de los constituyentes solubles en agua, de las celulosas, y de las hemicelulosas; un aumento relativo en el porcentaje de lignina y complejos de lignina; y un incremento en el contenido de proteínas. Se cree que la nueva proteína se forma en su mayor parte a través de las actividades de síntesis de los microorga-

nismos. La lignina en el humus se origina principalmente de los residuos vegetales quizá con ciertas modificaciones químicas.

El elevado contenido de lignina y proteína en el humus o materia orgánica del suelo es de particular importancia. Normalmente, - las proteínas se descomponen con facilidad en los suelos, y el aumento en proteínas durante la formación del humus se puede explicar por el - hecho de que los complejos nitrogenados se vuelven resistentes a una descomposición rápida posterior. Los mecanismos exactos involucrados no se conocen, pero se han propuesto dos:

a) Existe razón para creer que las moléculas de proteína -- puedan ser absorbidas en la superficie de los minerales arcillosos y presentar resistencia a la descomposición; y b) las enzimas que des - componen a las proteínas también pueden ser absorbidas por los mine - rales arcillosos de manera que las proteínas sean menos susceptibles a la descomposición.

Los propios autores consignaron en 1975 que la gran mayoría de las bacterias, actinomicetos y hongos son saprófitos y trabajan co - mo destructores de la materia orgánica. Estos organismos efectúan la hidrólisis y la oxidación de compuestos orgánicos a través de las en - zimas. Se forman compuestos cada vez más sencillos hasta que, al fin, el carbono, el hidrógeno y el oxígeno aparecen como dióxido de carbo - no y agua. Otros nutrientes que se encuentran en la M. O. también -- aparecen en forma inorgánica. La conversión de nutrientes orgánicos a la forma mineral inorgánica se llama mineralización.

Mientras digieren los residuos vegetales, los microbios utilizan algo de carbono, energía y otros nutrimentos. Todos los grupos de microbios pueden desdoblar y utilizar carbohidratos y proteínas, pero los hongos son más eficientes en descomponer la lignina. En su oportunidad los tejidos microbianos sintetizados mueren y llegan a ser el sustrato para posterior descomposición.

La "inmovilización" de nutrimentos se refiere al uso e incorporación de nutrimentos en materia viviente, tanto por la microflora como por las plantas superiores. Los nutrimentos inmovilizados son otra vez mineralizados cuando los organismos mueren. Con el tiempo, aún los materiales más resistentes, sucumben al ataque enzimático de la microflora. El efecto neto es la liberación de energía como calor, formación de dióxido de carbono y agua, y la aparición de nitrógeno -- como amonio (NH_4^+), azufre como sulfato (SO_4), fósforo como fosfato (PO_4) y muchos otros nutrimentos como Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , etc. La mayoría de estas formas son asimilables a los organismos vivientes para otro ciclo de crecimiento.

La recirculación anual de nutrimentos resultante de la descomposición de la mayor parte de los residuos vegetales en el transcurso de un año, significa que una considerable cantidad de nutrimentos absorbida por las plantas superiores se puede volver a utilizar cada año para el crecimiento. La recirculación anual de nutrimentos resultante de la descomposición de la mayor parte de los residuos vegetales en el transcurso de un año, significa que una considerable cantidad de nutrimentos absorbidas por las plantas superiores se puede volver a utilizar cada año para el crecimiento. La recirculación de nutrimen-

tos no únicamente interesa en suelos muy estériles, sino también en los muy fértiles.

Sheffer citado por Selke (35) manifestó en 1968 que las sustancias orgánicas muertas, existentes en el suelo, no son cuerpos químicos bien definidos. Al lado de restos orgánicos frescos, vegetales y animales se observan formas muy diferentes de descomposición y transformación. Estas se agrupan bajo el concepto de "humus". Según su importancia para las cualidades del lugar, Scheffer las dividió en dos grupos que se dejan distinguir bastante bien mediante bromuro de acetilo.

1. Humus Nutritivo. Es la parte de la materia orgánica fácilmente soluble en bromuro de acetilo. Como alimento bacteriano es la base de la actividad biológica del suelo y fuente principal del dióxido de carbono proveniente del mismo. Las materias nutritivas liberadas por su descomposición son una fuente importante de nutrimentos, especialmente el nitrógeno amoniacal que es resultado de la descomposición del material proteínico.

2. Humus estable. Así se denominan los grupos del humus que oponen una resistencia mayor a la descomposición microbiana. Son complejos coloidales que se comportan físico-químicamente en forma parecida a las partículas arcillosas e incluso las pueden superar sensiblemente en cuanto a su capacidad de intercambio de absorción. Para esta última se indican a los diferentes coloides del suelo por 100 gramos de sustancia los siguientes valores en miliequivalentes (meq).

caolinita 5 a 10, grupo de mica 20 a 30, grupo de montmorillonita 8 a 100, humus 100 a 300. Se le considera por tanto, al humus estable como especialmente apto para mejorar la fertilidad del suelo.

Martínez (19) indicó en 1975 que un suelo se considera fértil cuando la materia orgánica contenida en la capa arable es del 5 por ciento o más del peso de la tierra y asociada a aquella, una abundante flora microbiana. La materia orgánica y la microflora son las sustancias activas del suelo.

Alrededor del 85 por ciento de los suelos de cultivo de -- México, padece deficiencias de materia orgánica y son frecuentes los -- casos en que el contenido es de 0.5 por ciento o menor. Como consecuencia, los índices de flora microbiana están muy por abajo de lo normal.

De los "fertilizantes" químicos debe decirse que no son fer-tilizantes. Su calidad es nutritiva, lo que los hace insustituibles pe-ro no contribuyen a la conservación de la fertilidad del suelo.

El volumen reducido de estiércoles que se producen se apli-can en estado fresco y de semiputrefacción, los cuales pueden portar -- hongos y microorganismos nocivos al suelo y a la vida animal.

El costo de explotación debe incluir dos renglones de gas -- tos invirtiendo el orden de preferencia. Primero ha de ser el de con--servación o recuperación del suelo y después el de nutrición de las co--sechas ya que los productos químicos no operan sino en la medida en que

lo hacen la fertilidad natural y la capacidad de transformar los nutrimientos y ponerlos a disposición de las plantas en forma asimilable.

Aseveró que para obtener una mayor producción se deben mejorar las condiciones del suelo, acondicionando materia orgánica cada vez que los nutrimentos químicos por sí solos no eleven la producción.

Waksman, citado por Martínez (19) en 1975, consignó que -- entre los factores que contribuyen a la fertilidad del suelo, ninguno ocupa un lugar más prominente que la materia orgánica, ya que tiene un efecto cuádruple.

1. Sirve como almacenamiento de nutrimentos de las plantas y debido a la lenta pero gradual descomposición de la materia orgánica para los microorganismos, da como resultado una liberación de una corriente continua de bióxido de nitrógeno disponible en forma de amoníaco que de pronto se transforma a nitratos, fosfatos y otros elementos esenciales para el crecimiento de las plantas.

2. Tiene importantes efectos físicos en el suelo, ya que mejora su estructura, proporciona mejor aireación, tiene un efecto de agregación sobre las partículas del suelo, aumenta la capacidad de retención del agua, le ayuda al suelo a absorber más calor y aumenta la capacidad amortiguadora del mismo, evitando los caminos rápidos en -- acidez o alcalinidad.

3. Tiene ciertos efectos químicos sobre los constituyentes del suelo, tales como los de transformación de fósforos y otros elementos en forma más soluble y neutraliza sustancias que tienden a ser tóxicas para las plantas; también tiene alto poder de retención de bases.

4. Tiene un efecto importante sobre el estado biológico del suelo, ya que propicia un medio favorable para el desarrollo de los sistemas radiculares de las plantas y para el crecimiento de microorganismos esenciales para los procesos del suelo.

La circulación del aire en el suelo es indispensable para el buen crecimiento, tanto de las raíces como de la planta, los suelos que reciben abonos orgánicos están menos sujetos a variaciones estacionales que los que reciben únicamente fertilizantes químicos.

Las enfermedades de las plantas deficientes de nutrimentos, normalmente son menos intensas en suelos bien abastecidos de materia orgánica, no sólo debido al mayor vigor de las plantas, sino también por los efectos antagónicos de varios microorganismos del suelo que hacen más activa su presencia con la aplicación de materia orgánica.

Asentó que los estiércoles de bovinos y equinos contienen las menores cantidades de nutrimentos esenciales de todos los estiércoles animales; una tonelada de estiércol fresco lleva aproximadamente de 180 a 270 kilogramos de material seco. Una gran parte de la materia orgánica en los estiércoles se descompone rápidamente y por

lo tanto, tiene un período relativamente corto de efectividad. Además, las heces de aves y de ovinos con frecuencia se usan como fertilizantes orgánicos y no como fuente de materia orgánica para el suelo.

Según la definición de Turc. citado por Guzmán y Monjarás (13) en 1982, mencionada en 1949, la materia orgánica "libre" es la que acaba de ser incorporada al suelo y se encuentra en proceso de descomposición. A diferencia de la materia orgánica "vinculada", los tejidos vegetativos pueden indentificarse con un microscopio. Tanto la materia orgánica "libre" como "vinculada" son componentes del humus del suelo (en un sentido general). La M. O. libre se distingue de la vinculada por su densidad, que es inferior a 2.0 cuando se les separa con líquidos pesados.

Chaminade citado por Guzmán y Monjarás (13) en 1982 indicó que el IRAT llevó a cabo en 1958 una serie de experimentos en tientos y en el campo para estudiar los efectos de la materia orgánica sobre el rendimiento de los cultivos. En los experimentos básicos se compararon las curvas de reacción de las gramíneas a los fertilizantes nitrogenados minerales en presencia o en ausencia de material vegetal incorporada al suelo.

El objetivo era no sólo medir el efecto específico de la M.O. sobre el rendimiento, sino también estudiar las posibilidades de un almacenamiento biológico del nitrógeno en los suelos y los efectos de adiciones simultáneas de carbono en este almacenamiento biológico del nitrógeno en los suelos y los efectos de adiciones simultáneas de

carbono en este almacenamiento. Los tipos de materia vegetativa incorporada fueron: paja, compuesto de paja, materia verde, y estiércol. Se añadieron grandes cantidades de nutrimentos minerales para que no constituyan factores limitativos del rendimiento.

2.3. Mezclas de abonos orgánicos e inorgánicos

Teuscher y Adler (37) consignaron en 1965 que las mezclas de fertilizantes consistían principalmente de productos de desperdicios, tales como desperdicios de rastros, sangre, huesos, harina de semilla de algodón y desechos comerciales con super fosfato y/o sales de potasa.

Además dichos autores señalaron que todas las sustancias químicas pueden dividirse en dos clases generales, orgánicas e inorgánicas. El término orgánicas se empleaba originalmente para sustancias producidas por seres vivientes a diferencia de las inorgánicas pertenecientes al reino mineral.

Los materiales orgánicos se clasifican como aquéllos que tienen carbono (no de carbonato) como ingrediente esencial; la mayoría de los compuesto orgánicos son químicamente más complejos que los inorgánicos.

Los mismos autores mencionan dos grupos de personas con ideas antagónicas en cuanto a la elección del tipo correcto de fertilizante, ya que un grupo considera que al aplicar fertilizantes artificiales al suelo, se satisface el requisito más importante para obtener altos rendimientos en los cultivos, porque esto representa un medio real

e inmediato de restituir al suelo los elementos nutritivos como nitrógeno, fósforo, potasio, etc., que le fueron quitados por el cultivo, y cuál razonamiento es correcto porque se ha podido demostrar al duplicar y triplicar los rendimientos en muchos países desde el advenimiento de los fertilizantes artificiales.

El grupo opuesto asegura que la aplicación al suelo de -- sustancias químicas producidas artificialmente no sólo es innecesario sino que podría ser perjudicial. Este grupo basa su confianza en los llamados fertilizantes naturales como el estiércol de cuadra, las mezclas de estiércol, cal y residuos vegetales y los abonos verdes. El santo y seña de esta facción, frecuentemente emitido con fanático ardor, en una especie de "vuelta a la naturaleza".

La fertilidad del suelo se conservará de manera eficiente si se emplean simultáneamente los fertilizantes artificiales y los naturales, aplicándolos en las correctas proporciones obtenidas por determinación analítica frecuente de las necesidades del propio suelo.

Además indicaron que el nivel al cual puede aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, añadiendo estiércol, mezclas, abonos o ambos, no depende de la cantidad que se ha añadido sino más bien de las condiciones climáticas, ya que la temperatura media es el factor principal cuando se establece el nivel de contenido de humus, a causa de su influencia en la velocidad de descomposición de la materia orgánica.

Por otra parte, asentaron que el uso incorrecto de los fertilizantes artificiales, no existiendo de antemano un análisis químico del suelo, puede reducir la productividad de éste, especialmente cuando se elige un solo tipo de fertilizantes, el cual se utiliza libremente o en forma insistente. Se ha demostrado que cuando el fertilizante artificial solo, se emplea correctamente, esto es, basándose en los resultados de un previo análisis del suelo, hace aumentar el contenido de humus del propio suelo.

Manifestaron que la mitad del ácido nítrico equivalente del nitrógeno orgánico natural, tiene efecto en la reacción del suelo. Los nitratos son sales neutras químicamente, pero en el suelo la parte nitrato de la sal es absorbida por las plantas más rápidamente que la parte básica. Esto hace al suelo más básico o menos ácidos.

Señalan que el estiércol producido en una localidad determinada servirá para restituir cuando menos en parte los elementos menores que fueron quitados al suelo, manifestando además que el uso combinado de fertilizantes orgánicos e inorgánicos será siempre el procedimiento más seguro para incrementar la producción de los cultivos.

Rodríguez (32) manifestó en 1965 que la planta aprovechada en el primer año sólo el 50 por ciento de la riqueza de elementos nutritivos del estiércol y resulta que 20 toneladas métricas de este material por hectárea proporcionan a la planta unos 50 kilogramos de nitrógeno, cantidad que se debe tener en cuenta si se aplicó estiércol, al calcular las dosis de abono inorgánico.

Señaló que al observar las curvas de producción de maíz en experimentos efectuados en España, el aumento de las dosis de nitrógeno expresados en nitrógeno "químicamente puro" de 75 a 150 kilogramos por hectárea, los aumentos de producción son del orden de 300 a 850 kilogramos de grano y que la dosis máxima que conviene aplicar es de 225 kilogramos por hectárea, ya que al exceder esta dosis la cosecha no aumenta, sino que disminuye.

Además consignó que se deben aplicar 100 kilogramos de abono nitrogenado del 20.5 por ciento de nitrógeno por cada 1000 kilogramos de cosecha de grano esperada y que en la mayoría de los casos en que se pretende obtener la máxima cosecha que los híbridos son capaces de dar y cuando se cuidan con esmero todos los factores de la producción, las dosis de abono nitrogenado más rentables están entre los 800 a 900 kilogramos por hectárea.

Informó que la influencia del abonado sobre el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, en las diversas partes de la planta de maíz es variable. Además, la acción del fertilizante potásico sobre el contenido de nitrógeno en el grano de maíz se hace notar cuando, existiendo una alimentación nitrogenada correcta, los rendimientos se hayan limitados por una falta de potasa.

Indicó que las necesidades de producción de maíz que se pretende obtener serán según la cantidad de fertilizantes que se apliquen, ya que de extracciones de nutrimentos que se efectuaron para 1000 kilogramos de grano de maíz, se dedujeron las necesidades totales de --

elementos nutritivos para obtener mayores rendimientos; o sea que a mayor dosis de fertilización mayor producción.

Primavesi (13) citado por Guzmán y Monjarás, señaló en 1968 que las condiciones que prevalecen en las zonas tropicales, sobre todo en las húmedas, fomentan una rápida descomposición de la materia orgánica, de tal manera que al paso del tiempo deben agregarse cantidades suficientes para obtener las propiedades físicas, químicas y biológicas deseadas, para mantener los niveles de humus del suelo y para suministrar los nutrimentos necesarios. Por esta razón, es necesario efectuar estudios para determinar y sistematizar las cantidades de material orgánico que debe agregarse al suelo para aumentar el rendimiento. No debe agregarse materia orgánica en exceso, puesto que esta práctica puede originar daños al cultivo; por lo que es necesario dar recomendaciones al respecto. Quizás resulte económico combinar fertilizantes químicos con materias orgánicas a fin de obtener los mejores rendimientos posibles.

El momento para agregar materias orgánicas al suelo todavía no se ha determinado. En ciertas ocasiones es mejor aplicar la cobertura después de la cosecha, pero se necesitan informaciones más precisas en este sentido. Cuando se hacen ensayos para conocer el momento más oportuno para la enmienda con residuos, es necesario tener presente el efecto de los patógenos de las plantas y de la inmovilización microbiana de los nutrimentos.

El mismo autor estableció en 1968 que en las condiciones de suelos ácidos de las zonas tropicales húmedas surge un problema. El

entierro del material en capas edafológicas anaeróbicas origina la -- producción de ácidos, con lo cual el suelo adquiere más acidez y se -- dispone de una mayor cantidad de ciertos nutrimentos, y de menor cantidad de otros. La aplicación en la superficie o en un suelo bien ventilado puede traducirse en una descomposición completa y no llega a formarse al humus.

Echegaray, citado por Barrera (4) en 1968, dividió al humus de la forma siguiente:

1. Substancias no húmicas. Son substancias que presentan características químicas reconocibles, las cuales son biodegradadas por la microfauna y fauna del suelo, y mineralizadas.

2. Substancias húmicas. Son substancias que se encuentran en estado coloidal, amorfas, polielectrolíticas, hidrofílicas, ácidas, de peso molecular elevado, de color variable (de café a negro), bastante resistentes a la biodegradación microbiana, forman sales estables que pueden ser solubles o insolubles en agua con los metales forman complejos (quelatos), etc.

2.4. Nitrógeno y fertilizantes nitrogenados

Pelletier (30) señaló en 1967 que el nitrógeno aplicado al suelo, a través de portadores apropiados, y al ser aprovechado por las plantas, les produce efectos rapidísimos en su crecimiento, a lo cual se debe agregar un acentuado color verde oscuro en el follaje; aumenta notablemente el tamaño y el número de las hojas y, cuando la cosecha produce de estas últimas, también mejora la calidad y en los cereales eleva su nivel proteínico.

Además, indicó el autor, que el nitrato de amonio es el resultado de la reacción directa entre el amoniaco anhidro y el ácido nítrico. Para producir una tonelada se necesita aproximadamente 210 kilogramos de amoniaco anhidro y 790 de ácido nítrico.

El nitrato de amonio pocas veces se encuentra en forma cristalina, porque relativamente a baja temperatura, pierde esta característica. Su presentación más común es en forma de perdigones o gránulos blancos de diversos tamaños. Es moderadamente higroscópico y su manejo debe ser objeto de ciertos cuidados; además, en la clasificación de los materiales fertilizantes, basada en los riesgos de incendio y explosión, le ha sido asignada la clase C. es decir, se le considera peligroso.

Por su alta concentración (33.5% de N) y por contener partes iguales de nitrógeno amoniacal y de nitrógeno nítrico (el nitrógeno amoniacal se conserva largamente en el suelo sin perderse y se le califica de efectos lentos, el nítrico se pierde con relativa-facilidad pero es de efectos inmediatos) es altamente apreciado por los agricultores.

Además, de su uso como material fertilizante, se emplea para la fabricación de dinamita y otros explosivos de gran potencia; mezclado con petróleo se obtiene un efectivo sustituto de la dinamita. Se le emplea como agente oxidante y como materia prima para la preparación de óxido nitroso que tiene propiedades anestésicas.

Las principales propiedades del nitrato de amonio son las siguientes: fórmula química, $\text{NH}_4 \text{NO}_3$; peso molecular, 80.048; color, - - blanco; densidad, 1.725; punto de fusión, 170.4°C ; solubilidad a 0°C , 118 gramos/100 g. de agua; solubilidad a 100°C , 843 gramos/100 g. de agua.

Laird et al (31) consignó en 1969 que la decisión más importante que los agricultores necesitan tomar, desde el punto de vista económico, al usar los abonos químicos, estriba en seleccionar la práctica más adecuada de fertilización que deban emplear.

Si dicha práctica incluye un nutrimento vegetal innecesario o una dosis, mayor que la óptima, el agricultor no percibirá la máxima ganancia posible sobre su inversión en fertilizantes y, en cambio, puede sufrir pérdidas. Por otra parte, si aplica una cantidad menor que la óptima económica, sólo explotará parcialmente la posibilidad de aumentar su ingreso.

La determinación de las dosis óptimas de fertilización es una de las funciones más importantes de la investigación agrícola aplicada. Es particularmente difícil determinar cuáles son dichas dosis óptimas de fertilización para las diversas condiciones específicas de productividad que existen en el campo, debido a que la respuesta del cultivo a los fertilizantes depende de la índole de éste, de las características del suelo y del clima del lugar, y de las prácticas de manejo empleadas en el cultivo de que se trate. Una variación significativa en cualquiera de los factores (cultivo, suelo, clima y prácticas de

manejo), puede modificar marcadamente la respuesta del cultivo a la fertilización. Por ejemplo, la dosis óptima de fertilización nitrogenada, puede depender, tanto de la precipitación pluvial o de las características de retención de humedad del suelo, como de la naturaleza del cultivo o del nivel de nitrógeno asimilable por las plantas presentes en el suelo.

Idealmente se requieren dos tipos de información para formular recomendaciones específicas de fertilización: a) la ecuación general de rendimiento para el cultivo, con el rendimiento expresado como una función matemática de las variables de fertilizantes aplicados y los factores de productividad; y b) los niveles de los factores de productividad para las condiciones específicas en donde se desea hacer una recomendación de fertilización. Desafortunadamente no existen procedimientos bien definidos que puedan seguirse para obtener una ecuación general de rendimiento, ni para caracterizar los factores de productividad, por lo cual los resultados obtenidos en experimentos de campo se promedian ordinariamente a través de áreas geográficas extensas para formular recomendaciones generales de fertilización.

Blondel citado por Guzmán y Monjarás (13) en 1982, consignó que en 1971 llevó a cabo un estudio en dos etapas para comprobar una hipótesis en la cual se pensaba que la M. O. libre desempeñaba un papel importante en la mineralización del nitrógeno en los suelos del Senegal. La primera etapa consistió en una investigación de campo en la que se utilizaron correlaciones entre los contenidos de la M. O. libre de los suelos y ensayos para determinar la nutrición nitrogenada de los cereales.

Se encontraron correlaciones positivas e importantes. La segunda etapa consistió en un experimento en el cual se compararon suelos "normales", con suelos enriquecidos con M. O. libre y suelos de los que se había eliminado toda la materia orgánica libre.

Los suelos no eran cultivados; se procedió a efectuar un análisis de las muestras y se hicieron mediciones del nitrógeno mineral -- después de 0, 8 y 15 días. Los resultados obtenidos indican que la mineralización del nitrógeno aumentó con la adición de M. O. libre.

En otro suelo, los aumentos del nitrógeno mineral fueron más que proporcionarles a la cantidad de M. O. libre añadida. En un segundo experimento, suelos normales y enriquecidos con M. O. libres fueron sembrados, in vitro con mijo negro.

Las mediciones se realizaron después de 0, 8 y 15 días; los niveles de nitrógeno mineral fueron bajos en todos los tratamientos estudiados; sin embargo, los resultados obtenidos indican que la mineralización del nitrógeno fue inducida por las propias plantas y que la -- adición de M. O. aumentó considerablemente la mineralización, en un 36 por ciento en un suelo y 20 por ciento en otro. Esta fracción del humus parece ser especialmente importante para la mineralización del nitrógeno y la nutrición nitrogenada de los cultivos en los suelos franco-arenosos a gruesos de la zona tropical árida.

Okigbo e IITA, citados por Guzmán y Monjaráz (13) en 1982, manifestaron que deben hacerse investigaciones sobre transformaciones del nitrógeno en el suelo, incluida la fijación biológica del-nitrógeno, nitrógeno en precipitación, mineralización, nitrificación, desnitrificación, fijación en la materia orgánica y minerales arcillosos, - que sean resultado de la adición de diferentes materias orgánicas. Estas investigaicones deberían incluir la utilización del nitrógeno-15 (N - equilibrio).

En la utilización de materias orgánicas fertilizantes se debe determinar concretamente cuáles son los factores económicos y sociales locales que obstaculizan el desarrollo de la agricultura. Esto exige un estrecho contacto entre los organismos de investigación y los -- agricultores, tanto directamente como por conducto de los servicios de extensión agrícola.

Ortiz (27) señaló en 1975 que las funciones esenciales del-- nitrógeno en las plantas son:

1. Es un constituyente esencial de todos los seres vivien--tes y forma parte de las proteínas y de la clorofila.
2. Imparte un color verde obscuro a las plantas
3. Promueve el desarrollo de hojas y tallos
4. Produce un crecimiento rápido en el primer ciclo del desarrollo.

5. Aumenta el contenido de proteínas en los cultivos alimenticios y forrajeros

2.5. Actividad biológica en el suelo.

Rodale, citado por Martínez (19) en 1975, señaló que si las condiciones del suelo se desequilibran a causa de la introducción de ciertos productos químicos, o por falta de alimentos adecuados, cambios climáticos, etc., la relación de microorganismos se modifica y en ese caso resulta más difícil cultivar las plantas en forma natural.

La población microbiana del suelo como las bacterias actinomicetos, hongos, levaduras, protozoarios, algas y otros organismos diminutos, son los verdaderos elaboradores de alimentos de las plantas y no sólo lo hacen sino que en algunos casos (las micorrizas) los suministran a las plantas.

Indicó que la fertilización con compost estimula el crecimiento de micorrizas en el suelo, la cual es una razón poderosa para insistir en su uso, pues los cultivos sembrados en compost o en cantidades abundantes de estiércol siempre presentaron un desarrollo máximo de micorrizas, en contraste con aquellos cultivos abonados químicamente.

Consignó que el poder de digestibilidad de un suelo guarda relación directa con la cantidad de microbios y otros seres vivos que contiene. Los productos químicos destruyen esta vida bacteriana, ya que disminuyen este poder de digestibilidad y hacen menos fértil el suelo.

Asimismo, Shell citado por Martínez (19) en 1975 manifestó - que los experimentos efectuados por especialistas en suelos, indica que la presencia de materia orgánica es un requisito indispensable para que haya una actividad biológica adecuada en los suelos, cuya presencia estimula el crecimiento de las plantas, especialmente de las raíces. Se ha probado que éstas crecen más rápido cuando se aumenta la cantidad de materia orgánica.

Pascuali y Gómez (28) consignaron en 1980 que la mineralización de la materia orgánica origina liberación de elementos nutritivos, lo cual incrementa la fertilidad del suelo; sin embargo, al destruir la vegetación y no devolver al suelo los residuos de cosecha disminuye la fertilidad, y en consecuencia se origina la erosión que ataca a la rizósfera que constituye el horizonte biodinámicamente activo y ocasiona pérdida del suelo.

Pichot y Roche, citados por Guzmán y Monjarás (13) en 1982, indicaron que Bhat y Oliver consignaron que la mayor parte de los microorganismos del suelo dependen de la materia orgánica en descomposición que contenga el suelo. Esto es especialmente importante en las capas superficiales en los suelos franco arenosos o gruesos de la zona tropical árida, en los cuales el número de microorganismos es relativamente bajo y los equilibrios entre las poblaciones parecen muy frágiles.

Blondel citado por Guzmán y Monjarás (13) en 1982 señaló que los efectos específicos del estiércol sobre la actividad microbiana en los suelos franco-arcillosos a gruesos tiene una influencia positiva so

bre el equilibrio de la población y actividad microbiana, lo cual tiene importantes consecuencias agronómicas.

Guzmán y Monjarás (13) consignaron en 1982 que debido a la escasez mundial y el brusco aumento de los precios de las materias primas para la producción de energía, se ha traducido en una escasez y costos más elevados de los fertilizantes químicos.

Es ahora de suma importancia y urgencia incrementar la utilización de desechos agrícolas urbanos y ciertos desechos químicos industriales como fuente de nutrimentos para las plantas, en especial de nitrógeno. Por consiguiente, es indispensable que los países en desarrollo adopten y organicen inmediatamente métodos adecuados y seguros para la recolección, elaboración y utilización de sus materiales orgánicos de desecho.

En algunos países abundan estos materiales, pero escasean en otros, por ejemplo en los países de las zonas áridas del trópico. Donde los materiales son escasos, será necesario utilizar materiales elaborados o compuestos, complementados con un uso más eficaz de los fertilizantes inorgánicos.

En todo caso, es muy importante que los gobiernos de los países en desarrollo fomenten la utilización más provechosa de materiales orgánicos en combinación con fertilizantes inorgánicos; de esta manera--
podrán contar con un buen sistema integrado de suministros de nutrimentos al menor costo posible. Esta empresa exigirá, mediante actividades

de extensión y orientación rural, la difusión de recomendaciones en lo que respecta a las cantidades y proporciones correctas de materias orgánicas e inorgánicas que han de aplicarse a la tierra a fin de aumentar la eficiencia de los cultivos y así incrementar sus rendimientos.

III. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS

3.1. Objetivos

Como objetivos del presente trabajo se han definido los siguientes:

3.1.1. Generar información sobre mezclas de abonos orgánicos, tales como estiércoles de gallina, bovino y caprino, en bajas dosis con fertilizantes inorgánicos que conduzcan a un mejor aprovechamiento de estos recursos en el cultivo de sorgo.

3.1.2. Determinar la dosis óptima de los materiales mencionados con base en los resultados de experimento.

3.1.3. Contribuir a mejorar los suelos de la región con la aplicación de dichos materiales.

3.1.4. Observar si algunos de los estiércoles logra una degradación más rápida o si se manifiestan efectos de ella en un ciclo vegetativo de sorgo.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

3.2. Hipótesis.

3.2.1. Los diferentes estiércoles combinados con fertilizantes químicos tienen distinta eficiencia para incrementar la producción.

3.2.2. La aplicación de la mezcla de gallinaza con nitrato de amonio producirá mayor cantidad de granos, lo cual redundará en el aumento de peso de las panojas debido a que dichas heces contienen más nitrógeno, fósforo y potasio que los de bovino y caprino; estos nutrimentos - influyen principalmente sobre la producción de grano.

3.2.3. Los abonos orgánicos e inorgánicos mezclados que se apliquen en bajas dosis son más eficientes que cuando se utilizan solos.

3.2.4. La utilización de fertilizantes químicos y estiércoles combinados en bajas dosis significa un mayor aprovechamiento de estos - materiales, principalmente para los productores de sorgo.

3.3. Supuestos

3.3.1. La aplicación de bajas dosificaciones de nitrógeno -- ayuda a descomponer con mayor rapidez las dosis bajas de estiércoles.

3.3.2. Las mezclas de materiales orgánicos con fertilizantes químicos producen mejores rendimientos que cuando se aplican solos.

3.3.3. Para obtener diferencias significativas en el rendimiento de sorgo al aplicar diferentes dosis de estiércoles combinados con diversos niveles de fertilizantes químicos es conveniente experimentar cuando menos durante dos ciclos vegetativos del cultivo.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización del área de estudio

La presente investigación se realizó en la parcela del agricultor Casiano Corona Delgadillo, localizada en el potrero La Tuna a un kilómetro al sur del pueblo de Juanacatlán, Jalisco, por el camino rural exhacienda de Zapotlanejo, actualmente denominado camino rural - "Juanacatlán - Miraflores".

El área donde se estableció el experimento se sitúa entre - las coordenadas geográficas 20°29' de latitud norte y 103°de longitud oeste, y a una altitud sobre el nivel del mar de 1,500 metros.

Los linderos del municipio de Juanacatlán son: al norte el municipio de Tonalá, al noreste los municipios de Zapotlanejo y Zapotlán del Rey; al sur los municipios de Poncitlán, Chapala e Ixtlahuacán de los Membrillos, y al oeste el municipio de el Salto. La extensión territorial que tiene el municipio de Juanacatlán es de: 15,346 hectáreas López (18).

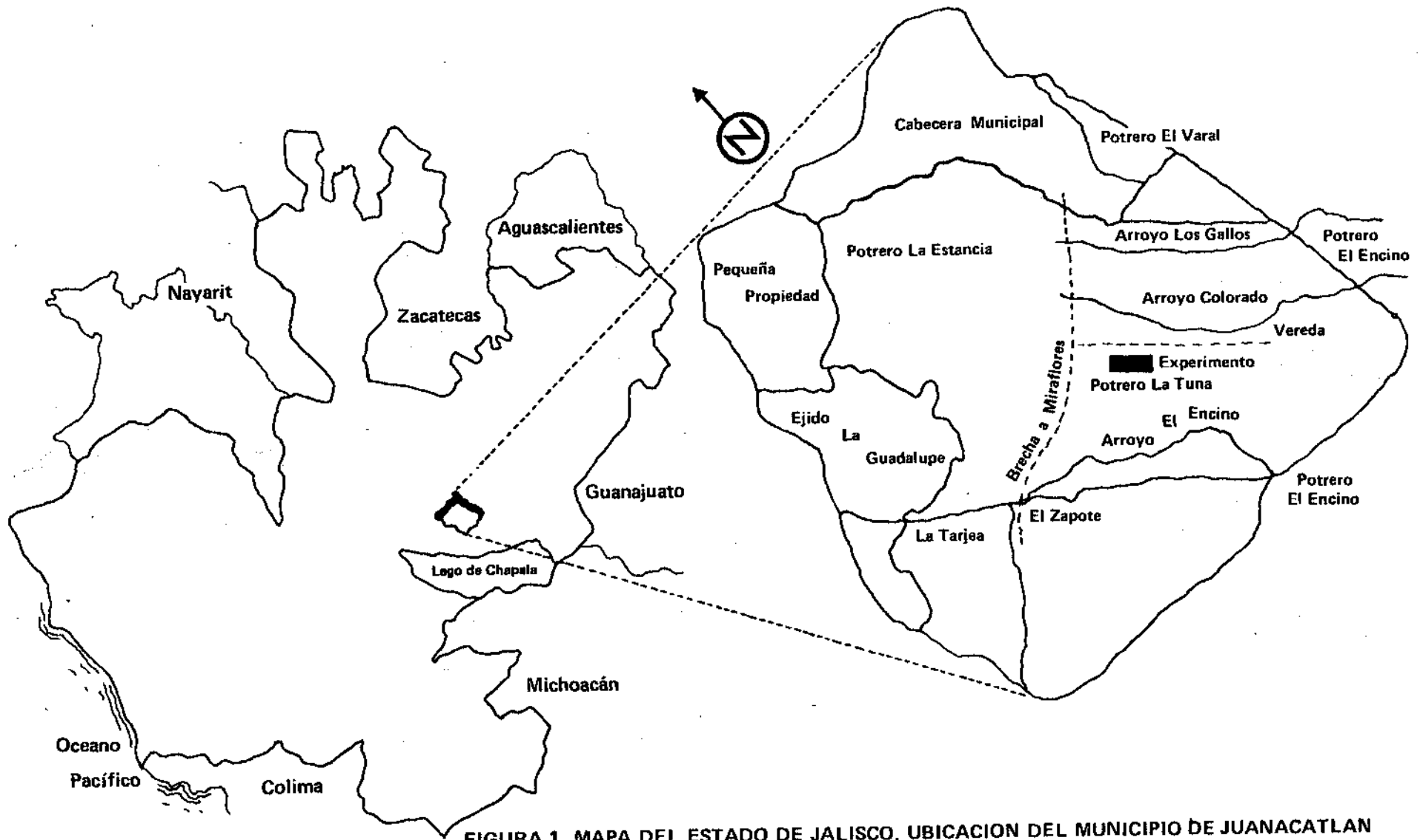


FIGURA 1. MAPA DEL ESTADO DE JALISCO, UBICACION DEL MUNICIPIO DE JUANACATLAN Y DEL POTRERO DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO DE SORGO

FUENTE: Plano catastral del municipio de Juanacatlán, Jalisco

La comunicación terrestre con que cuenta el municipio de Juanacatlán se hace por la carretera Guadalajara-Chapala, con desviación en el kilómetro 23; posteriormente sigue un ramal que conduce a la población de El Salto, con 11 kilómetros de extensión asfaltada. De este poblado a Juanacatlán existe una distancia de un kilómetro, también pavimentado.

Entre las brechas o caminos más importantes se encuentran: la de Juanacatlán-Miraflores, con terraplén hasta la exhacienda de Zapotlanejo; sin embargo, sólo se puede transitar hasta Miraflores, con vehículo, en la temporada del estiaje; se puede comunicar también con la carretera Santa Rosa-La Barca, a la altura de Atequiza, al cruzar el río a través de una panga. Además, comunica los poblados siguientes: La Estancia de Guadalupe, Casa de Teja y el Jabalí.

Esta última comunicación es de suma importancia para el municipio, ya que en su trayecto se encuentra la mayor parte de su población y el área agrícola más importante.

4.2. Características climáticas

Las características del área de estudio, según la clasificación climática de Koppen modificada por García (11) en 1973 son:

- (A) C (wo) (w) a (e) g, cuyo significado se consigna a continuación.
 (A) C = semicálido subhúmedo con lluvias en verano y con lluvia invernal menor de 5 por ciento.

(wo) = con canícula, sequía de medio verano o sequía interestival,
 a = verano cálido con temperatura media del mes más cálido mayor
 de 22°C.

(e) = extremoso con oscilación entre 7° y 14°C.

g = el mes más cálido se presenta antes de junio.

La precipitación pluvial se inicia en junio y termina en septiembre; en algunos casos comienza en mayo y termina en octubre. Suelen presentarse las cabañuelas o lluvias de invierno, aunque en forma esporádica. En general la temperatura ha llegado a un mínimo de 0°C y un máximo de - 37°C con promedio de 20°C.

Como generalmente sucede en todo el estado, la distribución de las lluvias, es de la siguiente forma: en julio se presenta la mayor precipitación, y luego en orden descendente en junio, agosto y septiembre y aún en octubre. Los meses restantes se caracterizan por la escasez de las lluvias; en ocasiones se presenta en forma extrema. Ello sucede durante dos o tres días y nuevamente se retira. Por lo general, la distribución de la lluvia es irregular y mal distribuida.

Dentro del período conocido como temporal, es común que la mayor precipitación se registre entre el 15 de junio y el 15 de agosto, o sea, durante 60 días, por lo que en muchos casos se dificulta hacer las labores de cultivo; por esta razón al terminar las plantas su ciclo vegetativo les hace falta agua.

Los vientos dominantes son del este y sureste. Las heladas -- se presentan durante enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre, con un promedio anual de 9 heladas. Las granizadas se presentan con mayor incidencia en julio y agosto, y en ocasiones causan daños considerables a los cultivos en pie.

4.3. Descripción del suelo.

En el estado se tienen los grupos de suelos chernozem, prairie, rojo, ferroso o ferralítico, cafés, café rojizos y ferralitas, cuyas -- características generales son similares a las de aquellos suelos de otras regiones de México y de otros países del mundo donde prevalecen las mismas condiciones climáticas.

La superficie de Juanacatlán está limitada por dos grupos de -- suelos: chernozem en toda la parte de riego, y ferroso en la parte temporalera y de cerril o agostadero.

Se tomaron muestras del terreno a 20 centímetros de profundidad; y se realizó un análisis físico y químico del suelo en el laboratorio de Análisis de Suelos de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadajajara, cuyos resultados se señalan a continuación.

CUADRO 4. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO EN DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO. 1982.

Reacción (pH)	6.0
Nitrógeno nítrico	Medio 50
Fósforo	Medio 25
Potasio	Alto 400
Calcio	Alto 4,000
Magnesio	Bajo 15
Manganeso	Medio 25
Textura	Franca

4.4. Metodología

Para el establecimiento del experimento se utilizó la variedad de sorgo NK-282, de ciclo tardío, se sembró bajo condiciones de temporal, tomando en cuenta que en la región es la de mayor aceptación por los productores.

Se estudiaron cinco niveles (2, 4, 6, 8, y 10 toneladas por hectárea) de tres estiércoles: gallinaza, caprino y bovino. Cada nivel se combinó con dos dosis de nitrógeno (80 y 120 kilogramos por hectárea), en cuyo caso se utilizó como fuente nitrogenada al nitrato de amonio (33.5%). La mitad del nitrógeno se aplicó al momento de sembrar y la otra mitad en la segunda escarda.

La siembra se realizó en surcos a 60 centímetros de separación, y la semilla se depositó a chorrillo, la densidad de siembra fue la que los productores acostumbran, que es de 18 kilogramos por hectárea.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones; ello significa que los 15 tratamientos de estiércol se multiplicaron por las dos dosis de nitrógeno y se obtuvieron 30 tratamientos; estos multiplicados por las tres repeticiones, resultaron 90 parcelas, cuyas medidas fueron de 8 metros de largo por 3 de ancho (ver cuadro 7).

Posteriormente se incluyó un testigo en cada repetición con el tratamiento de fertilización tradicional que los productores de sorgo aplican en la región, el cual es de 100 kilogramos de urea y 150 kilogramos de nitrato de amonio, y un tratamiento en el cual no se aplicó nada.

Además se aplicaron 40 unidades de fósforo en todo el experimento, utilizando como fuente fosfórica al superfosfato de calcio triple, ya que el tratamiento de fertilización para el cultivo de sorgo en la región es el 100-40-00.

Por otra parte, se aplicó un kilogramo de herbicida Atrater 50, la mitad en preemergencia y la otra mitad a los 15 días de nacidas las plantas de sorgo. Además, se aplicó un kilogramo de insecticida Sevín 80% P.H. a fin de controlar las plagas que atacaron al cultivo.

Finalmente se cosechó sólo la parcela útil de cada tratamiento, lo cual consistió en eliminar las plantas de un metro por cada extremo de los surcos, y las de un surco por cada lado.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en tres fechas, con relación a las alturas de plantas durante su desarrollo vegetativo indican que para el caso del 18 de julio, (Cuadro 9 y Figura 2), los mejores tratamientos fueron 28, 18, 30 y 14 con una altura media de 22.3, 21.9, 20.7 y -- 20.6 centímetros respectivamente, en cuyos casos se aplicaron 120 kilo - gramos de nitrógeno como se indica en el Cuadro 7; Además, se agrega - ron las dosis de 8 toneladas de estiércol caprino, 8 toneladas de galli - naza, 10 toneladas de estiércol de caprino y 4 toneladas de gallinaza respectivamente.

Visualmente en el terreno sí se apreciaron diferencias entre tratamientos, pero en el análisis de varianza se muestra una ligera sig - nificancia sólo al 10 por ciento.

En el caso del 25 de julio, (Cuadro 11 y Figura 3), los me - jores resultados se obtuvieron en los tratamientos 30, 28, 4 y 14 cuyas alturas medias fueron 44.1, 42, 41.2 y 40.3 centímetros respectivamen - te, habiéndose aplicado también 120 kilogramos de nitrógeno y 10 tonela - das de estiércol de caprino, 8 de caprino, 4 de bovino y 4 de gallina - za respectivamente.

Por su parte el análisis de varianza indica que hubo significancia entre tratamientos, pero solo al 10 por ciento.

Finalmente, los datos obtenidos el 1º de agosto (Cuadro 13 y Figura 4), consignan que los mejores tratamientos fueron el 14, 21, 4 y 6 cuyas alturas fueron de 63.4, 62, 61.7 y 61.2 respectivamente; en estos casos se aplicaron 4 toneladas de gallinaza, 2 de caprino, 4 de bovino y 6 de este mismo estiércol respectivamente.

Por otro lado, el análisis de varianza menciona que hubo significancia ligera entre tratamientos, o sea que sólo para las dos primeras fechas, los tratamientos 14, 28 y 30 se mantuvieron a la vanguardia en altura de plantas, lo cual significa que las dosis tanto de nitrógeno como de los materiales orgánicos aplicados se manifestaron en su rápido desarrollo, así como en la coloración verde oscura de sus hojas.

Con relación a la excursión, (altura que existe de la hoja - bandera a la base de la panoja) los tratamientos que presentaron mayor dimensión en esta característica fueron el 7, 5 y 29 cuya longitud media fue de 33.7, 32.5 y 32.3 centímetros respectivamente; en este caso se aplicaron 8 toneladas de estiércol de bovino, 6 de bovino y 10 de caprino respectivamente. Sin embargo, en el análisis de varianza se indica que no hubo diferencias significativas.

La información obtenida en cuanto al tamaño medio de panoja menciona que los mejores tratamientos fueron 15, 18 y 3; sólo en los nones se aplicaron 80 unidades de nitrógeno y para el par 120. Ade-

más se agregaron 6 toneladas de gallinaza, 8 de este mismo abono y 4 de vaca respectivamente. Sin embargo, el análisis de varianza indica que no existieron diferencias significativas.

En lo concerniente al rendimiento obtenido de sorgo, (Ver Figura 7) los mejores tratamientos fueron 3,26,1,17 y 15 en cuyos casos se aplicaron 80 kilogramos de nitrógeno con excepción del tratamiento par, el cual se fertilizó con 120 kilogramos de nitrógeno; -- además se agregaron 4 toneladas de estiércol de bovino, 6 de caprino, 2 de bovino, 8 de gallinaza y 6 gallinaza respectivamente.

Sin embargo, el análisis de varianza muestra que no hubo diferencias significativas, debido a que en un ciclo de experimentación con materiales orgánicos y fertilizantes químicos no es suficiente para obtener diferencias evidentes en el rendimiento entre -- tratamientos, ya que los estiércoles tienen un efecto residual en el suelo.

Ahora bien, en posteriores ciclos se reduciría la aplicación de abonos químicos, ya que según la revisión de literatura que al -- respecto se hizo, su uso resulta caro, afectan el balance natural de nutrimentos del suelo y también contaminan. Además, con relación al uso de los estiércoles sólo la gallinaza se vende al público por metro en las granjas productoras de huevo. En este caso, cada metro tiene un costo de 300.00, el cual contiene aproximadamente 50 kilogramos; sin embargo los de bovino y caprino se regalan en los luga-

res de confinamiento de estas especies con tal de mantenerlos higiénicamente.

Por otro lado, el efecto residual de los materiales orgánicos sustituiría en gran parte la aplicación de los químicos, lo cual redundaría en un mejoramiento constante en los rendimientos de grano, en la fertilidad del suelo, así como en las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo, y finalmente se reduciría la erosión tanto eólica como hídrica.

De lo anterior se deduce que al disminuir la cantidad de fertilizantes químicos, el agricultor obtendrá mayores utilidades debido al efecto residual que tienen los materiales orgánicos en el terreno para el desarrollo óptimo del cultivo de sorgo en la región.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos para cada variable, se concluye que son necesarios como mínimo dos años para efectuar experimentación con mezclas de materiales orgánicos y fertilizantes químicos.

Lo anterior se debe al efecto residual que tienen los primeros, ya que en un solo ciclo de cultivo no se obtienen resultados evidentes en los cuales existan diferencias muy significativas entre tratamientos.

Por otro lado, si se observan los (Cuadros 7 y 19), así como la Figura 7, las dosis aplicadas tanto de estiércol como de nitrógeno en los 2 tratamientos que produjeron los mejores rendimientos de grano fueron: en el primero, 4 toneladas de estiércol de bovino con 80 kilogramos de nitrógeno y en el segundo 6 toneladas de estiércol de caprino con 120 kilogramos de nitrógeno.

Se concluye que los mejores rendimientos se lograron con los tratamientos en los cuales se utilizaron dosis bajas de estiércol de bovino y dosis bajas de nitrógeno; ello puede resultar lógico debido a que probablemente los 80 kilogramos de nitrógeno ayudaron a descomponer con mayor rapidéz las 4 toneladas de estiércol de bovino (el proceso de mineralización se aceleró cuando había estas cantidades y fue más lento al haber mayores cantidades de estiércol con la misma cantidad de nitrógeno).

La incorporación de los estiércoles de dichas especies en el suelo no ocasiona mayores gastos, ya que generalmente se regalan en los establos de la región y sólo aumentaría el costo del cultivo por cuestiones de acarreo y aplicación.

Finalmente, no se observó una claridad en los resultados, ya que la literatura señala que la aplicación de estiércoles ocasiona efectos positivos pero a partir de dos ciclos agrícolas posteriores a su aplicación, especialmente cuando se utilizan altas dosificaciones.

VII. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos de la investigación con el uso de estiércoles mezclados con fertilizantes químicos, se sugiere aplicar de 4 a 6 toneladas de estiércol de bovino con 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea, por considerarlo de mayor disponibilidad al productor. La aplicación de estas cantidades debe realizarse cada 3 años de cultivo, ya que los materiales orgánicos se descomponen paulatinamente en el suelo, hasta convertir los nutrimentos que contienen en forma asimilable por las plantas.

Los estiércoles aplicados al suelo, ayudan a disminuir la cantidad de fertilizantes químicos y en consecuencia los costos de cultivo en años posteriores, con rendimientos similares a los obtenidos en el primer ciclo o posiblemente mejores.

Por otra parte, la aplicación de materiales orgánicos mejora la capacidad de retención de humedad del suelo, aumenta la fertilidad del mismo y evita parcialmente la acción erosiva de los vientos y de las corrientes de agua que se originen en las áreas de cultivo durante la época de lluvias.

Finalmente, conviene insistir a las autoridades correspondientes, a fin de promover la continuación de investigaciones sobre mezclas de estiércoles con fertilizantes químicos, que ayuden a obtener las dosis adecuadas de estos materiales en diversas regiones de México.

VIII LITERATURA CITADA

1. Arístides Santana, C. 1975. El estiércol fertilizante y mejorador del suelo. Tesis Ing. Agr. Guadalajara, Jalisco. México Universidad de Guadalajara, Escuela de Agricultura.
2. A. Pino, J. 1958. Aprovechamiento de la gallinaza, México. Agríc. Téc. Méx. (6): pp. 26 y 47
3. A. Rojas, B. 1980. Diseño de experimentos de fertilizantes. Agrociencia, (México) Núm. 40, pp. 191-202.
4. Barrera, R. 1978. Materia orgánica: Seminario, Chapingo, México. Colegio de Postgraduados, Rama de Suelos.
5. Bear, F. E. 1964. Chemistry of the soil. New York, 2nd. edit. Reinholds public. Co.
6. Buckman, H. O y Brady, N. C. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona, Trad. de R. Salord Barceló. Ed. Montaner y Simón, S. A.
7. Buting, A. H. 1963. Experiment on organic manures 1942-1949 . J. Agric. Sci. 60: 121-140.

8. Cabido Hinojosa, V. M. 1982. Utilización de los fertilizantes la agricultura. México. Centro Nacional de Productividad (Mimeografiado).
9. FAO. 1976. Materias orgánicas fertilizantes. Bol. Núm. 27 pp. 148-165.
10. Friedrich, K. H. 1968. Coffe banana holdings at Bukoba. In small holder farming and small holder development in Tanzania. Ed. H. Ruthenberg. IFO-Institute Fur Wirtschafts-Forschung Munchen. Africa-Studien 24.
11. García E. 1973. Clasificación climática de Koppen modificada por Enriqueta García. México, D. F. Ed. UNAM.
12. Guillén Pérez, V. M. y Portillo Vázquez, M. 1980. Asignación óptima de insumos en el cultivo de sorgo en Tamaulipas. -- Agrociencia (México) Núm. 41, pp. 87-94
13. Guzmán E., C. y Monjarás Alvarado, F. 1982. La materia orgánica en el suelo. La Huerta, Jalisco, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Campo Agrícola Experimental Costa de Jalisco.

14. Indian Council for Agricultural Research (ICAR). 1971. Organic manures. Tech. Bul. (Agric). No. 32.
15. India. Ministerio de Agricultura de la India. 1974. Brochure on organic manures. (Departamento de Agricultura).
16. Jacks, G.V; W. D. Brind and R. Smith 1955. Mulching Technical communication. Núm. 49. Comm. Agric. Bureaux. Farnham Royal, Bucks England.
17. Laguna, J. 1972. Bioquímica. México. Prensa Médica Mexicana
18. López Miramontes, L. 1973. Estudio agropecuario de Juanacatlán Tesis Ing. Agr. Guadalajara, Jalisco,. México, Universidad de Guadalajara. Escuela de Agricultura.
19. Martínez Meza, E. 1975. El compost, su valor como material orgánico y la importancia de su aplicación en suelos agrícolas. Tesis Ing. Agr. Guadalajara, Jalisco, México . Universidad de Guadalajara. Escuela de Agricultura.
20. Mc. Connell, D. J. 1972. The place of livestock in the farming system of sind. (Mirwah) farms.

21. México. 1976. Fertilización mediante el aprovechamiento agrícola de subproductos orgánicos. Bol. No. 73. Guanos y Fertilizantes de México.
22. México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 1983. Información científica y tecnológica. Vol. 5., Núm. 78. Todo lo que usted siempre quiso saber sobre las proteínas, pero no tuvo a quien preguntar. pp. 18 y 19.
23. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1981. El azufre elemento vital para la agricultura. NOTISARH No. 11.
24. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1981. Sistema Alimentario Mexicano, Sector Agropecuario y Forestal: Informe de resultados de la producción agrícola, ganadera y forestal 1981. NOTISARH, No. 12
25. Millar, C. E.; Turk, L. M. y Foth, H. D. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. México, primera edición. Ed. Continental.
26. Nye, P. H. and D. J. Greenland. 1960. The soil under shifting cultivation. Tech. Commun. No. 51. Commonwealth Bur. Soils Harpenden. England.

27. Ortiz Villanueva, B. 1975. Edafología. Chapingo, México.
Escuela Nacional de Agricultura. P. 268
28. Pascuali, J. y Gómez, D. 1980. Reciclaje de materias orgánicas en la agricultura. FAO. 61 p.
29. Pelletier C. P. 1960. El nitrógeno, nutriente vegetal. México D. F. Boletín Núm. 24 de Guanos y Fertilizantes de México.
30. Pelletier C. P. 1967. Nuestros Fertilizantes. México, D. F., Boletín Núm. 50 de Guanos y Fertilizantes de México. pp. 14 31.
31. R. J., Laird et al. 1969. Análisis combinado de resultados de experimentos con fertilizantes y obtención de una ecuación general que permite estimar recomendaciones específicas para prácticas de fertilización. México, D. F. Secretaría de -- Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 59 p.
32. Rodríguez A. 1965. Abonado del maíz. Serie Técnica No. 15, -- Madrid. Servicio de Extensión Agrícola.

33. Rodríguez P, M. A. 1967. Efecto de las adiciones de estiércol vacuno sobre algunas propiedades físicas del suelo en la cuenca del Valle de México. Tesis de M. C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
34. Scharrer, K. 1960. Química Agrícola. México Tomo 1. Trad. al español por María Teresa Toral. UTEHA.
35. Selke, W. 1968. Los abonos. León España, Cuarta edición, pp. 44 y 45. Editorial Academia.
36. Singh, A. 1976. Materias orgánicas fertilizantes. Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y Alimentación. Bol. No. 27: pp 19-31.
37. Teuscher, H. y Adler, R. 1980. El suelo y su fertilidad. México, CECSA.

IX. APENDICE

CUADRO 5. PRECIPITACION PLUVIAL REGISTRADA PARA JUANACATLAN (ESTACION EL SALTO)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTBRE	OCT.	NOV.	DIC.	T O T A L E S
1956	0.0	0.0	0.0	3.8	100.8	198.5	326.5	119.0	89.0	14.9	13.3	6.5	872.3
1957	0.0	0.0	2.3	0.0	15.1	69.8	199.2	170.5	208.7	72.5	0.0	0.0	738.1
1958	14.0	1.0	0.0	0.0	0.3	311.4	233.1	97.4	259.6	99.1	38.0	16.0	1069.9
1959	3.8	0.0	0.0	71.8	16.9	150.6	341.5	220.3	101.3	85.1	0.0	0.0	991.3
1960	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	128.9	310.1	235.7	67.9	13.9	40.9	39.7	837.1
1961	38.3	0.0	0.0	2.5	71.1	176.7	235.5	145.9	133.0	22.9	0.0	0.0	825.8
1962	0.0	12.1	0.0	6.2	0.0	127.2	346.4	126.1	137.9	88.6	9.8	0.0	843.5
1963	0.0	1.3	6.6	0.0	37.3	151.8	193.1	147.4	146.0	73.8	0.0	79.6	836.9
1964	50.7	2.8	0.0	2.2	44.3	264.2	151.6	226.6	132.0	62.0	6.4	4.1	947.1
1965	11.8	34.0	0.0	9.0	25.8	161.8	220.6	307.4	147.0	126.5	55.3	31.8	1131.1
1966	25.5	52.7	6.8	49.7	69.7	163.5	127.7	222.6	94.6	67.7	1.3	1.9	883.0
1967	61.9	2.3	5.7	0.0	52.7	182.0	244.2	319.1	287.3	110.4	26.1	7.4	1299.1
1968	5.7	33.2	82.1	0.0	30.5	199.1	273.0	185.5	138.7	16.0	0.0	9.2	973.7
1969	1.8	2.4	0.0	0.0	0.0	50.5	173.4	250.9	172.9	47.5	0.0	8.7	708.1
1970	0.0	17.0	0.0	0.0	5.5	148.1	271.9	155.9	122.0	9.4	30.3	0.0	760.1
1971	10.2	0.0	0.0	0.0	23.6	171.1	250.2	181.6	252.4	100.0	0.0	0.0	989.1
1972	2.3	0.0	0.0	0.0	18.3	233.0	183.4	157.0	132.4	31.5	26.5	1.8	786.2
1973	25.5	5.4	0.0	INAP	29.2	127.1	304.3	307.9	126	105.2	INAP	0.0	1031.0
1974	0.0	INAP	0.0	10.5	112.5	148.8	212.9	148.8	56.0	6.5	1.5	8.2	705.7
1975	9.4	4.3	0.0	0.0	10.9	226.5	305.1	266.0	171.8	0.0	0.0	4.3	998.3
1976	0.0	INAP	0.0	8.9	4.5	93.4	255.6	221.4	106.9	37.4	80.0	9.3	816.5
1977	2.5	0.0	0.0	20.0	50.8	225.5	206.4	132.6	153.7	30.6	12.8	3.2	838.1
1978	INAP	13.9	INAP	2.8	22.8	111.5	267.0	235.7	180.0	104.0	13.1	12.3	963.1
1979	1.5	11.2	2.0	0.0	0.3	97.6	287.9	156.0	66.5	0.0	0.0	29.0	652.0

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTBRE.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTALES
1980	105.0	0.0	0.0	2.5	IN	133.3	250.9	S/R	106.0	34.5	44.5	6.5	683.2
1981	60.0	6.2	2.0	S/R	S/R	S/R	178.2	83.0	152.8	27.5	12.0	5.2	526.9
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	106.5	307.1	228.0	107.5	50.3	62.0	36.2	897

FUENTE: SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION DE HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE HIDROMETRIA, OFICINA DE CLIMATOLOGIA
GUADALAJARA, JAL., MEXICO.

CUADRO 6. PROMEDIO ANUAL DE TEMPERATURA DE JUANACATLAN*

AÑOS	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
1956	36.0	1.0	20.4
1957	37.0	0.0	20.9
1958	37.0	1.0	20.4
1959	35.0	1.0	20.4
1960	36.0	0.0	20.3
1961	36.0	1.0	19.9
1962	35.0	1.0	20.2
1963	35.0	1.0	19.6
1964	35.0	2.0	20.0
1965	35.0	2.0	20.1
1966	35.0	2.0	20.0
1967	31.0	1.0	20.2
1968	36.2	2.1	20.4
1969	34.7	1.7	20.5
1970	32.0	2.0	20.3
1971	36.7	1.5	20.4
1972	38.5	2.0	20.8
1973	38.5	0.0	19.9
1974	37.5	2.5	20.2
1975	36.5	1.5	19.9
1976	38.0	1.0	19.6
1977	35.0	2.5	19.8
1978	35.5	0.5	19.6
1979	37.0	0.0	19.7
1980	36.0	0.0	18.9
1981	32.6	0.5	16.8
1982	33.5	1.0	19.1

*FUENTE: SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION DE HIDROLOGIA
 DEPARTAMENTO DE HIDROMETRIA, OFICINA DE CLIMATOLOGIA
 GUADALAJARA, JAL. MEXICO.

CUADRO 7. DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS (CINCO NIVELES DE TRES ESTIERCOLES COMBINADOS CON DOS DOSIS DE NITRATO DE AMONIO) EN UN DISEÑO EXPERIMENTAL DE BLOQUES AL AZAR. 1982.

24 m							
-3 m -4							
8 m							
T ₁₂ 4.8 G	T ₂₈ 14.4 CH	T ₁₈ 19.2 G	T ₁ 4.8 V	T ₂₇ 19.2 CH	T ₁₁ 4.8 G	T ₂₆ 19.2 CH	T ₂₅ 9.6 CH
T ₃ 9.6 V	T ₂₉ 14.4 CH	T ₃₀ 24 CH	T ₉ 19.2 V	T ₂₈ 24 CH	T ₇ 19.2 V	T ₆ 14.4 V	T ₁₂ 9.6 G
T ₂₀ 24 G	T ₂₂ 4.8 CH	T ₈ 24 V	T ₁₄ 9.6 G	T ₁₉ 14.4 G	T ₂₄ 9.6 CH	TES- TIGO	T ₁₅ 14.4 G
T ₂ 4.8 V	T ₁₀ 24 V	T ₁₇ 19.2 G	T ₁₉ 24 G	T ₂₁ 4.8 CH	T ₆ 14.4 V	T ₄ 9.6 V	NADA
32 m							
1 m							
T ₁₃ 9.6 G	T ₂₃ 9.6 CH	T ₃ 9.6 V	TES- TIGO	T ₁₁ 4.8 G	T ₂₇ 19.2 CH	T ₂₆ 19.2 CH	T ₁₂ 4.8 G
T ₆ 24 V	T ₈ 19.2 V	T ₄ 9.6 V	T ₂₀ 24 G	T ₉ 14.4 V	T ₇ 19.2 V	T ₁₈ 14.4 G	T ₅ 14.4 V
T ₂₄ 9.6 CH	T ₂₆ 14.4 CH	T ₃₀ 24 CH	T ₂₁ 4.8 CH	T ₂ 4.8 V	T ₁₉ 24 G	T ₂₅ 14.4 CH	T ₁₀ 24 V
T ₁₅ 14.4 G	T ₂₉ 24 CH	T ₁₈ 19.2 G	T ₂₂ 4.8 CH	T ₁ 4.8 V	T ₁₄ 9.6 G	T ₁₇ 19.2 G	NADA
96 m							
T ₅ 14.4 V	T ₁₃ 9.6 G	T ₂₂ 4.8 CH	T ₃₀ 24 CH	T ₁₂ 4.8 G	T ₂₆ 14.4 CH	T ₁₈ 19.2 G	T ₂₄ 9.6 CH
T ₂₉ 24 CH	TES- TIGO	T ₁₄ 9.6 G	T ₃ 9.6 V	T ₁₉ 24 G	T ₂ 4.8 V	T ₈ 14.4 V	T ₂₈ 14.4 CH
T ₂₈ 19.2 CH	T ₁₁ 4.8 G	T ₁₇ 19.2 G	T ₁₀ 24 V	T ₁₆ 14.4 G	T ₄ 9.6 V	T ₁ 4.8 V	T ₇ 19.2 V
T ₂₇ 19.2 CH	T ₉ 24 V	T ₈ 19.2 V	T ₂₀ 24 G	T ₂₃ 9.6 CH	T ₂₁ 4.8 CH	T ₁₅ 14.4 G	NADA

EQUIVALENCIAS:

- 4.8 kg = 2 ton/ha
- 9.6 kg = 4 ton/ha
- 14.4 kg = 6 ton/ha
- 19.2 kg = 8 ton/ha
- 24 kg = 10 ton/ha

SIMBOLOGIA

- G = GALLINAZA
- CH = CHIVO
- V = VACA

Nota: A los tratamientos con número non se les aplicó 80 unidades de nitrógeno, a los testigos 100 y a los pares 120 unidades de nitrógeno.

CUADRO 8. INVENTARIO GANADERO EN EL MUNICIPIO DE JUANACATLAN, JALISCO EN 1982*

ESPECIE ANIMAL	CANTIDAD	TONELADAS DE ESTIERCOL. FRESCO X AÑO	TONELADAS DE **		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bovino de carne	13,174	18,545	111.27	31.09	7.72
Bovino de leche	1,721	2,422.6	14.53	4.84	12.11
Bovino doble propósito	989	1,392	8.35	2.78	6.96
Caprinos	1,218	243.6	1.70	.73	2.19
Porcinos	10,814	3,568.6	17.84	10.70	17.84
Gallinas de postura	77,498	1,176.3	12.94	9.41	5.88
Equinos	12,833	5,600	16.80	16.80	33.60

* FUENTE: SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
 SUBSECRETARIA DE AGRICULTURA Y OPERACION
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE TEMPORAL

** SE CALCULO EL PESO DISPONIBLE DE NPK, DE ACUERDO CON EL PORCENTAJE CONTENIDO DE CADA ELEMENTO EN LOS ESTIERCOLES EN FRESCO, COMO SE INDICA EN EL CUADRO 1.

NOTA: SEGUN EL CUADRO 1. UNA VACA PRODUCE 1,407 KILOGRAMOS DE ESTIERCOL FRESCO AL AÑO; UN CHIYO, 200 KILOGRAMOS Y UNA GALLINA 152 KILOGRAMOS.

CUADRO 9. ALTURA MEDIA DE PLANTAS DE SORGO PARA GRANO EN CADA TRATAMIENTO. FECHA: 18 DE JULIO DE 1982.

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N			TOTAL TRATAMIENTOS	\bar{X}	\bar{X}
	I	II	III			
1	26.66	13.33	19.33	59.32	19.77	19.8
2	17.33	12	16	45.33	15.11	15.1
3	16.33	20.66	20.33	57.32	19.10	19.1
4	14	18	20	52	17.33	17.3
5	21.66	17	17.66	56.32	18.77	18.8
6	18	17	17.66	52.66	17.55	17.6
7	21	15.33	19.33	55.66	18.55	18.6
8	17	15.66	20	52.66	17.55	17.6
9	25	18.66	15	58.66	19.55	19.6
10	18	15.33	19	52.33	17.44	17.4
11	12.33	16.33	15	43.66	14.55	14.6
12	15	15	17	47	15.66	15.7
13	15	16.66	17.66	49.32	16.44	16.4
14	17.66	23.33	20.66	61.65	20.55	20.6
15	11.33	9.33	18.33	38.99	12.99	13
16	17	12	16	45	15	15
17	16	16	18	50	16.66	16.7
18	30	20	15.66	65.66	21.88	21.9
19	15	11.33	17.66	43.99	14.66	14.7
20	18.33	14.33	15	47.66	15.88	15.9
21	17.66	19.33	17.33	54.32	18.10	18.1
22	19.33	11	16	46.33	15.44	15.4
23	21.66	16.66	18	56.32	18.77	18.8
24	14	17	11.33	42.33	14.11	14.1
25	17	11.66	18.66	47.32	15.77	15.8
26	21.66	18.33	16	55.99	18.66	18.7
27	15	21.66	19.33	55.99	18.66	18.7
28	20.66	25	21.33	66.99	22.33	22.3
29	14.33	20	20	54.33	18.11	18.1
30	23.33	21.66	17	61.99	20.66	20.7
TESTIGO	16.66	15	11.33	42.99	14.33	14.3
NADA	16	19.33	16.33	51.66	17.22	17.2
TOTAL REPETS.	579.92	533.91	557.92	1,671.75		
\bar{X} DE LAS REPTS.	18.12	16.68	17.43			

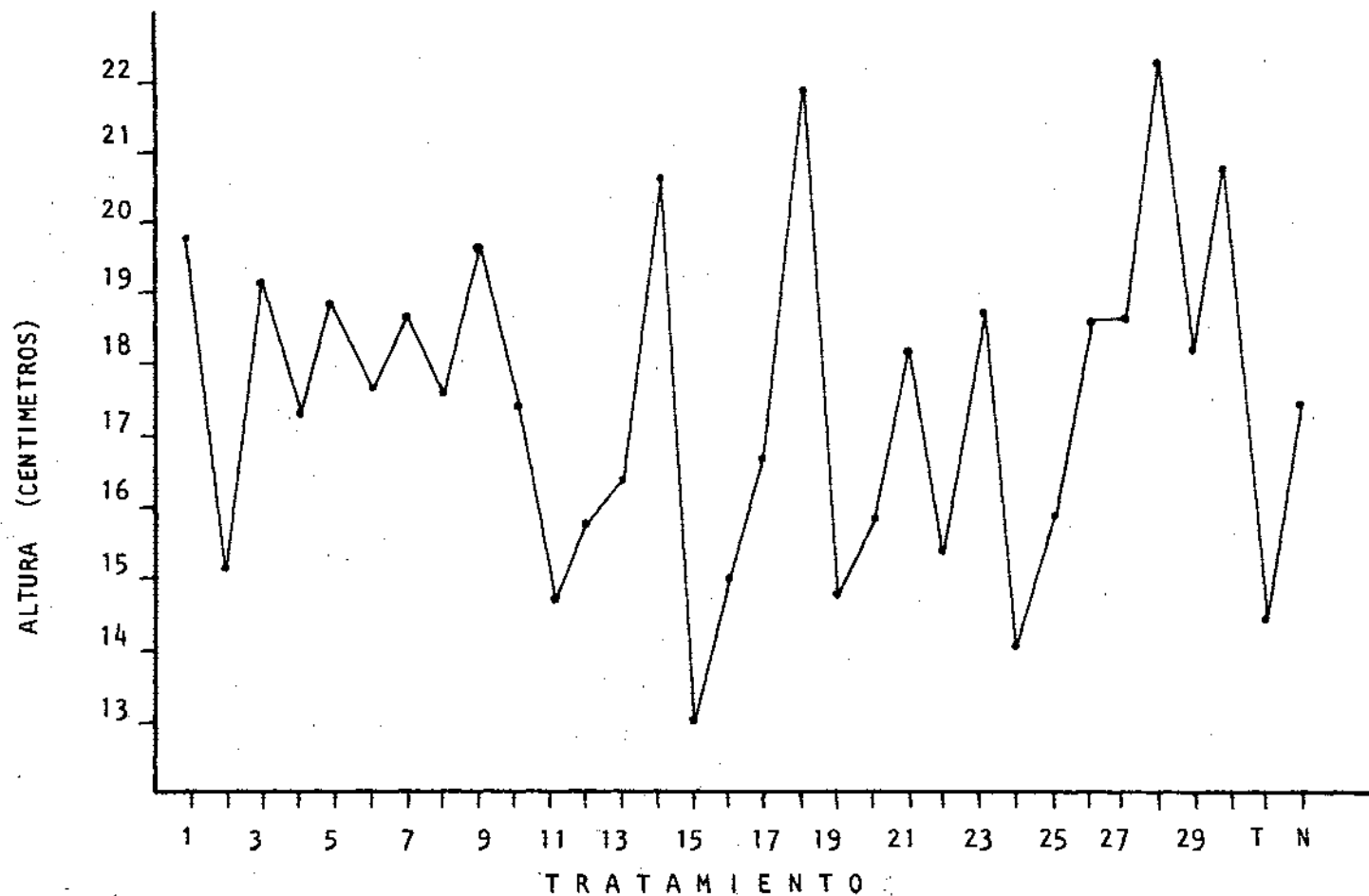


FIGURA 2. ALTURA MEDIA DE PLANTAS DE SORGO PARA GRANO EN CADA TRATAMIENTO.
18 DE JULIO DE 1982.

T = TESTIGO
N = NADA

CALCULO DEL FACTOR DE CORRECCION

$$FC = \frac{(GT)^2}{rn}$$

DONDE

FC = FACTOR DE CORRECCION

GT = GRAN TOTAL

rn = NUMERO DE LAS OBSERVACIONES
DE LAS TRES REPETICIONES

$$FC = \frac{(1,671.75)^2}{96} = \frac{2794748}{96} = 29111.958$$

SUMA DE CUADRADOS TOTALES

$$SCT = SX^2 - FC$$

DONDE

SCT = SUMA DE CUADRADOS TOTALES

$$SCT = 30283.73 - 29111.9$$

 SX^2 = SUMA DE LOS VALORES DE LOS
TRATAMIENTOS AL CUADRADO

$$SCT = 1171.83$$

FC = VALOR DEL FACTOR DE
CORRECCIONSUMA DE CUADRADOS PARA TRATAMIENTOS

$$SCTr = \frac{\sum (X)^2}{r} - FC$$

DONDE

SCTr = SUMA DE CUADRADOS PARA
TRATAMIENTOS

$$SCTr = \frac{88839.04}{3} - 29111.958$$

$$SCTr = 29613.013 - 29111.958$$

$$SCTr = 501.055$$

$S (X)^2$ = SUMA DEL TOTAL DE LOS
TRATAMIENTOS AL CUADRADO

r = NUMERO DE REPETICIONES

SUMA DE CUADRADOS PARA BLOQUES O REPETICIONES

$$SCR = \frac{S (X)^2}{n \text{ Trat.}} - FC$$

DONDE

SCR - SUMA DE CUADRADOS PARA
TRATAMIENTOS

$$SCR = \frac{932641.8}{32} - 29111.958$$

$S (X)^2$ = SUMA DEL TOTAL DE LAS
REPETICIONES

$$SCR = 33.098$$

n Trat. = NUMERO DE TRATAMIENTOS

CUADRO 10.

ANALISIS DE VARIANZA

ALTURA DE PLANTA 18 DE JULIO

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT		
					0.05	0.01	0.10
TRATAMIENTOS	31	501	16.16	1.57	1.65	2.03	1.48
REPETICIONES	2	33	16.5	1.60	3.15	4.98	2.39
ERROR EXPERIMENTAL	62	637	10.27				
T O T A L	95	1171	12.32				

25 DE JULIO DE 1982

CUADRO 11. ALTURA MEDIA DE PLANTAS DE SORGO EN CADA TRATAMIENTO, FECHA: 25 DE JULIO DE 1982.

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N			TOTAL TRATAMIENTOS	\bar{X}	\bar{X}
	I	II	III			
1	40	28.33	48	116.33	38.77	38.8
2	36	27.66	39.33	102.99	34.33	34.3
3	34.66	35	43	112.66	37.55	37.6
4	32.66	38.33	52.66	123.65	41.21	41.2
5	35	38	29	102	34	34
6	34	31.33	44.33	109.66	36.55	36.6
7	34.66	30.33	44.33	109.32	36.44	36.4
8	34.33	31	38.66	103.99	34.66	34.7
9	42.33	38.66	34.66	115.65	38.55	38.6
10	35	32.33	37.66	104.99	34.99	35
11	31	30.33	32.66	93.99	31.33	31.3
12	31.66	29.33	38.33	99.32	33.10	33.1
13	34.33	26.22	36.66	97.32	32.44	32.4
14	35	41	45	121	40.33	40.3
15	29.66	28.66	34	92.32	30.77	30.8
16	34	28.33	33.33	95.66	31.88	31.9
17	35	31	33	99	33	33
18	42.66	37.33	35	114.99	38.33	38.3
19	34.66	22.66	39.66	96.98	32.32	32.3
20	39.33	28.66	34	101.99	33.99	34
21	36.33	43.33	37.33	116.99	38.99	39
22	38.66	26	43.66	108.32	36.10	36.1
23	33.33	29.33	31	93.66	31.22	31.2
24	32.66	35.33	25	92.99	30.99	31
25	35.33	27	37.33	99.66	33.22	33.2
26	39.33	40	38	117.33	39.11	39.1
27	29.33	29	42	100.33	33.44	33.4
28	37	40.66	48.33	125.99	41.99	42
29	33	36.66	43.66	113.32	37.77	37.8
30	45.33	42.33	44.66	132.32	44.10	44.1
TESTIGO	34.66	29.33	25.33	89.32	29.77	29.8
NADA	36	40	30.66	106.66	35.55	35.6
TOTAL REPETS.	1,136.9	1,053.57	1,220.23	3,410.7		
\bar{X} DE LAS REPTS.	35.52	32.92	38.13			

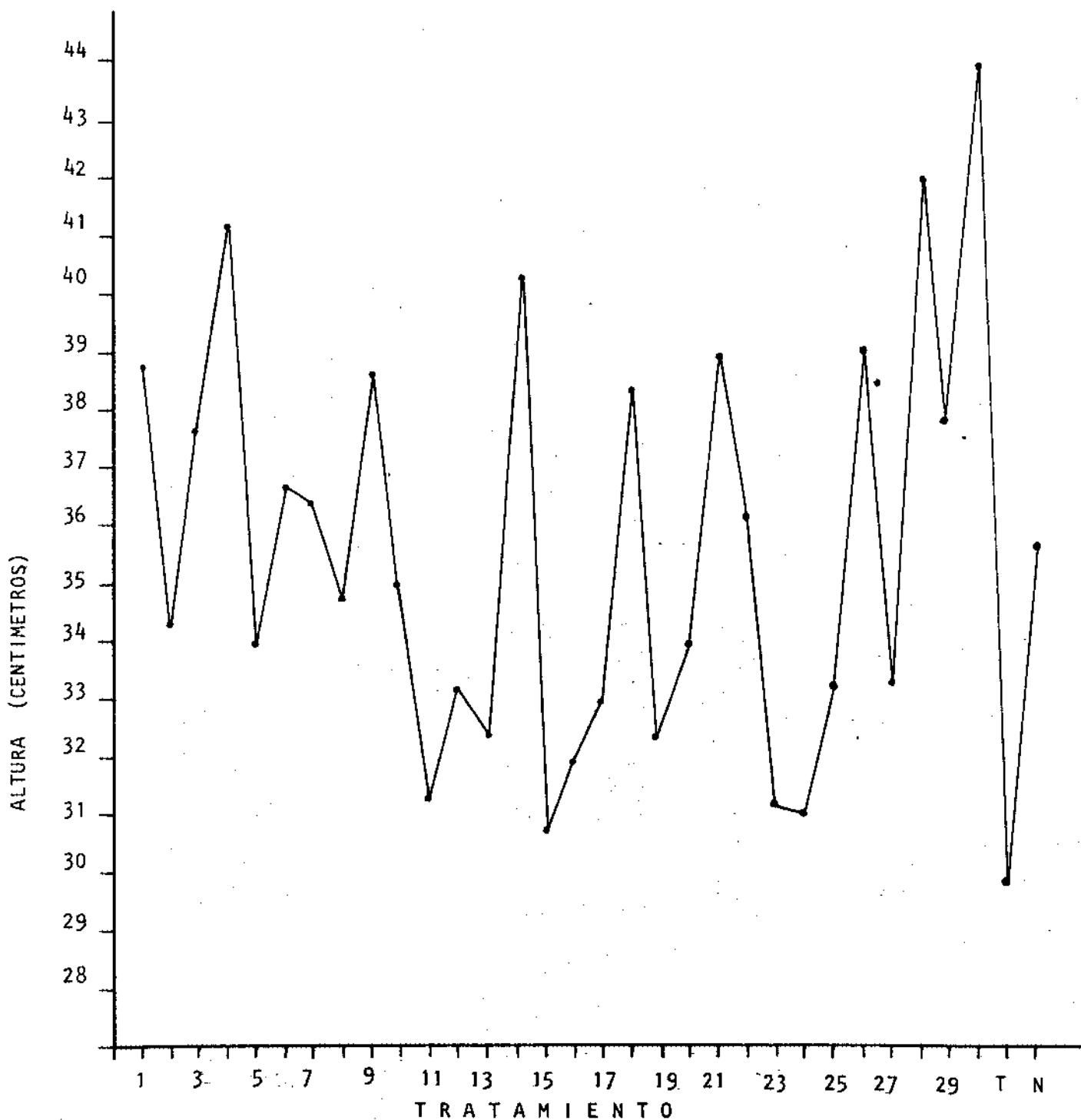


FIGURA 3. ALTURA MEDIA DE LAS PLANTAS DE SORGO EN CADA TRATAMIENTO.
25 DE JULIO DE 1982.

T = TESTIGO

N = NADA

CUADRO 12 ANALISIS DE VARIANZA
 ALTURA DE PLANTA 25 DE JULIO

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT		
					0.05	0.01	0.10
TRATAMIENTOS	31	1 228	39.61	1.64	1.65	2.03	1.48
REPETICIONES	2	434	217	9.00	3.15	4.98	2.39
ERROR EXPERIMENTAL	62	1 494	24.09				
TOTAL	95	3 156	33.22				

1º DE AGOSTO DE 1982

CUADRO 13.. ALTURA MEDIA DE LAS PLANTAS DE SORGO EN CADA TRATAMIENTO.
FECHA: 1 DE AGOSTO DE 1982.

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N			TOTAL TRATAMIENTOS	\bar{X}	\bar{X}
	I	II	III			
1	63	49	68.33	180.33	60.11	60.1
2	61	48.66	57	166.66	55.55	55.6
3	57.66	62.66	58.66	178.98	59.66	59.7
4	65	51.66	68.33	184.99	61.66	61.7
5	62.66	64.66	46	173.32	57.77	57.8
6	62	56.33	65.33	183.66	61.22	61.2
7	61.33	48.66	60.33	170.32	56.77	56.8
8	57.33	52.33	62.66	172.32	57.44	57.4
9	71	54.66	54.66	180.32	60.10	60.1
10	61.66	48.66	60.66	170.98	56.99	60.0
11	47.66	48.66	53	149.32	49.77	49.8
12	62.33	46	48.33	156.66	52.22	52.2
13	54.66	40.66	47.66	142.98	47.66	47.7
14	63.33	67.66	59.33	190.32	63.44	63.4
15	55.66	45.33	56.66	157.65	52.55	52.6
16	59.66	50	56	165.66	55.22	55.2
17	65.66	56.33	53.33	175.32	58.44	58.4
18	64.66	52.66	56.33	173.65	57.88	57.9
19	54.33	41.33	57	152.66	50.88	50.9
20	65.66	48	56.66	170.32	56.77	56.8
21	61.66	63.66	60.66	185.98	61.99	62.0
22	66.66	45.66	56.66	168.98	56.32	56.3
23	65.66	46.66	62.33	174.65	58.21	58.2
24	44.66	45	39.66	129.32	43.10	43.1
25	55.66	38.33	62.33	156.32	52.10	52.1
26	68.66	60	54	182.66	60.88	60.9
27	45.66	57.66	60	163.32	54.44	54.4
28	60	56	64.33	180.33	60.11	60.1
29	44.33	65	53	162.33	54.11	54.1
30	60.33	65.33	57.66	183.32	61.10	61.1
TESTIGO	59	50	43.33	152.33	50.77	50.8
NADA	66	64	53.66	183.66	61.22	61.2
TOTAL REPETS.	1,914.53	1,691.21	1,813.88	5,419.62		
\bar{X} DE LAS REPETS.	59.82	52.85	56.68			

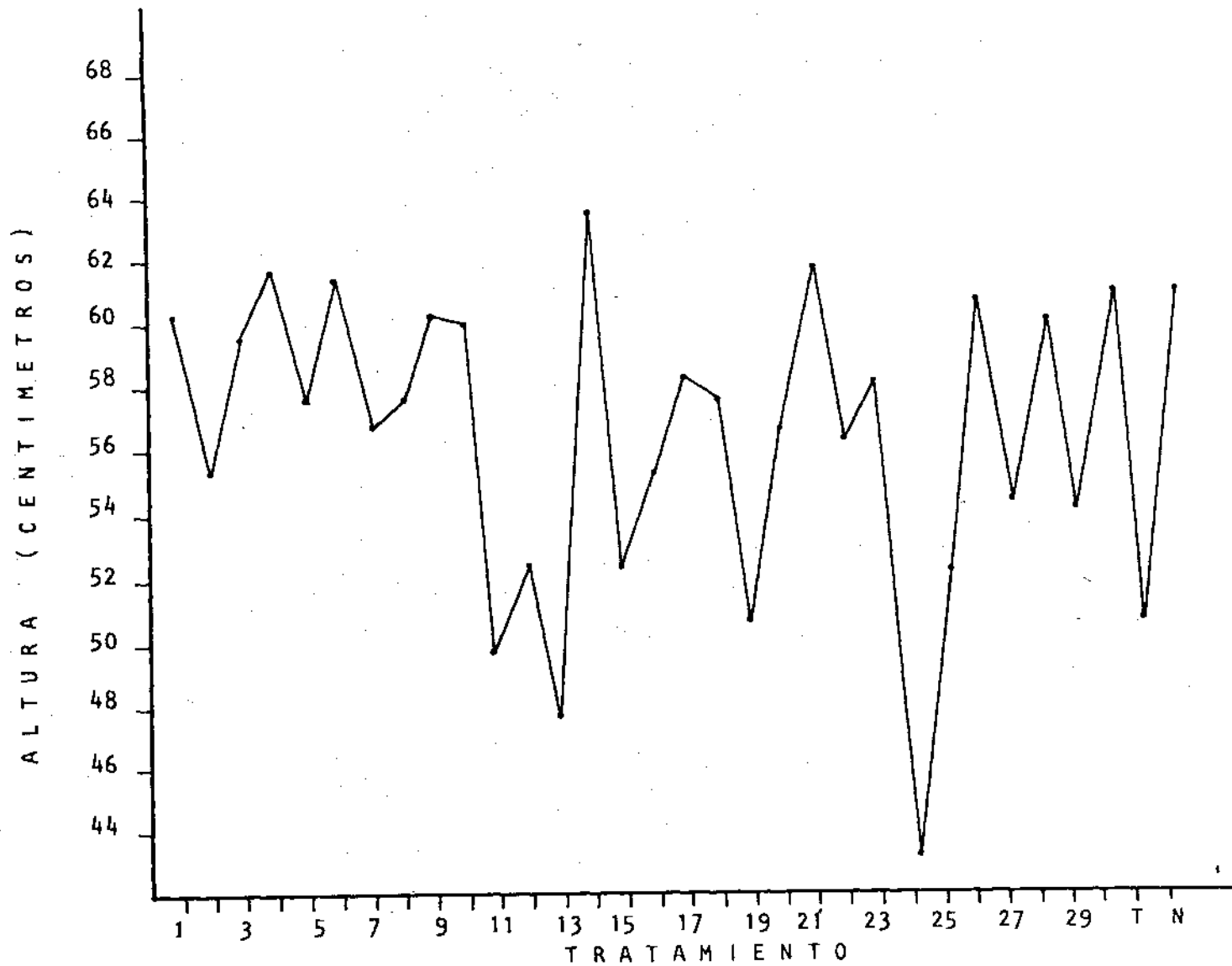


FIGURA 4. . ALTURA MEDIA DE LAS PLANTAS DE SORGO EN CADA TRATAMIENTO. 10. DE AGOSTO DE 1982.

T = TESTIGO

N = NADA.

CUADRO 14. ANALISIS DE VARIANZA

ALTURA DE PLANTA 1º DE AGOSTO

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT		
					0.05	0.01	0.10
TRATAMIENTOS	31	2 047	66.03	1.51	1.65	2.03	1.48
REPETICIONES	2	779	389.5	8.90	3.15	4.98	2.39
ERROR EXPERIMENTAL	62	2 711	43.72				
T O T A L	95	5 537	58.28				

12 DE SEPTIEMBRE DE 1982

CUADRO 15 . EXCERSION MEDIA EN CENTIMETROS EN CADA TRATAMIENTO.
12 DE SEPTIEMBRE DE 1982.

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N			TOTAL TRATAMIENTOS	\bar{X}	\bar{X}
	I	II	III			
1	28.5	29.3	31.5	89.3	29.76	29.8
2	30	27.8	33.3	91.1	30.36	30.4
3	27.5	29.8	25.5	82.8	27.6	27.6
4	29.5	26	30.3	85.8	28.6	28.6
5	29.3	33.8	33.8	96.9	32.3	32.3
6	32	31.5	32.25	95.75	31.91	31.9
7	31.8	33.8	35.5	101.11	33.7	33.7
8	19	27.5	32.5	79	26.33	26.3
9	30.8	33.5	22.8	87.1	29.03	29
10	29.8	24.8	29	83.6	27.86	27.9
11	31.85	33	29.8	94.65	31.55	31.6
12	28.5	33.3	33.3	95.1	31.7	31.7
13	33.3	22.8	29	85.1	28.36	28.4
14	30.8	29.3	27.8	87.9	29.3	29.3
15	31.5	25	30.5	87	29	29
16	30	31.8	30.5	92.3	30.76	30.8
17	23.3	29	25.8	78.1	26.03	26
18	23.5	30	29.8	83.3	27.76	27.8
19	30.25	30	25.5	85.75	28.58	28.6
20	30.5	20	30	80.5	26.83	26.8
21	28.5	33	28.8	90.3	30.1	30.1
22	30.8	27	26.5	84.3	28.1	28.1
23	29.3	23.8	28.3	81.4	27.13	27.1
24	27.8	31	31.8	90.6	30.2	30.2
25	28	26.8	36	90.8	30.26	30.3
26	26.5	30.8	30	87.3	29.1	29.1
27	28	32.3	26.3	86.6	28.86	28.9
28	33	31	30	94	31.33	31.3
29	33.25	31.8	31.8	96.85	32.28	32.3
30	34	29.8	30	93.8	31.26	31.3
TESTIGO	31.5	28.5	23.5	83.5	27.83	27.8
NADA	34	33.5	22.5	90	30	30
TOTAL REPETS.	946.35	941.3	943.95	2,831.61		
\bar{X} DE LAS REPETS.	29.57	29.41	29.49			

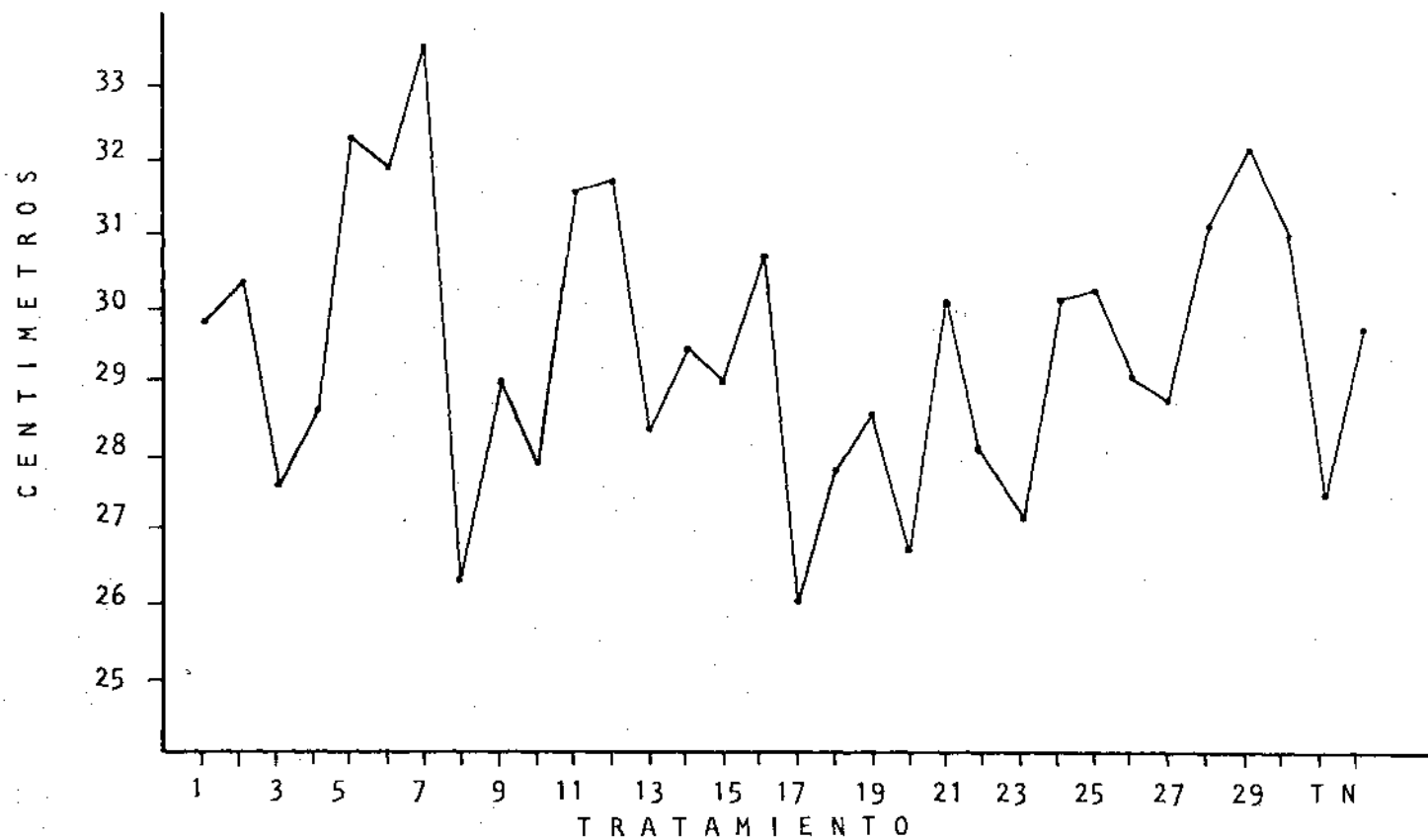


FIGURA. 5. EXCERSION MEDIA EN CADA TRATAMIENTO 12 DE SEPTIEMBRE DE 1982.

T= TESTIGO

N = NADA.

CUADRO 16. ANALISIS DE VARIANZA

EXCERSION

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT		
					0.05	0.01	0.10
TRATAMIENTOS	31	329	10.61	.937	1.65	2.03	1.48
REPETICIONES	2	1.08	.54	.047	3.15	4.98	2.39
ERROR EXPERIMENTAL	62	702	11.32				
T O T A L	95	1 032	10.86				

31 DE OCTUBRE DE 1982

CUADRO 17. TAMAÑO MEDIO DE PANOJA EN CENTIMETROS EN CADA TRATAMIENTO,
31 DE OCTUBRE de 1982

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N			TOTAL TRATAMIENTOS	\bar{X}	\bar{X}
	I	II	III			
1	18.5	16.25	19.5	54.25	18.08	18.1
2	17.75	16.75	14.75	49.25	16.41	16.4
3	17.25	19	21.5	57.75	19.25	19.3
4	16	16.5	19.75	52.25	17.41	17.4
5	19	19.5	15.75	54.25	18.08	18.1
6	16.25	16	19	51.25	17.08	17.1
7	16.5	19.25	19.75	55.5	18.5	18.5
8	17.5	20.25	18.25	56	18.66	18.7
9	20.25	15	16.5	51.75	17.25	17.3
10	18.75	20.25	17.75	56.75	18.91	19
11	17.5	16.75	20.25	54.5	18.16	18.2
12	15.25	19.5	17.75	52.5	17.5	17.5
13	17	15.5	17.75	50.25	16.75	16.8
14	18.75	16.5	17.75	53	17.66	17.7
15	21	18.5	20	59.5	19.83	19.8
16	17	15.5	20.75	53.25	17.75	17.8
17	17.25	17.5	16.75	51.5	17.16	17.2
18	18	20.5	20.25	58.75	19.58	19.6
19	19.25	17.75	17.5	54.5	18.16	18.2
20	17	16.75	18.25	52	17.33	17.3
21	17	16.75	19	52.75	17.58	17.6
22	20	16	17.75	53.75	17.91	18
23	17.25	17.5	16.5	51.25	17.08	17.1
24	18.25	17.5	17.5	53.25	17.75	17.8
25	18	14.75	18.5	51.25	17.08	17.1
26	18.75	17	18.25	54	18	18
27	18	16.25	16.75	51	17	17
28	18.25	19.5	15.5	53.25	17.75	17.8
29	18.25	17.75	14.25	50.25	16.75	16.8
30	17.25	16.5	18.75	52.5	17.5	17.5
TESTIGO	16.25	16	19.25	51.5	17.16	17.2
NADA	20.25	19	18	57.25	19.08	19.1
TOTAL REPETS.	573.25	558	579.5	1,710.75		
\bar{X} DE LAS REPETS.	17.91	17.43	18.10			

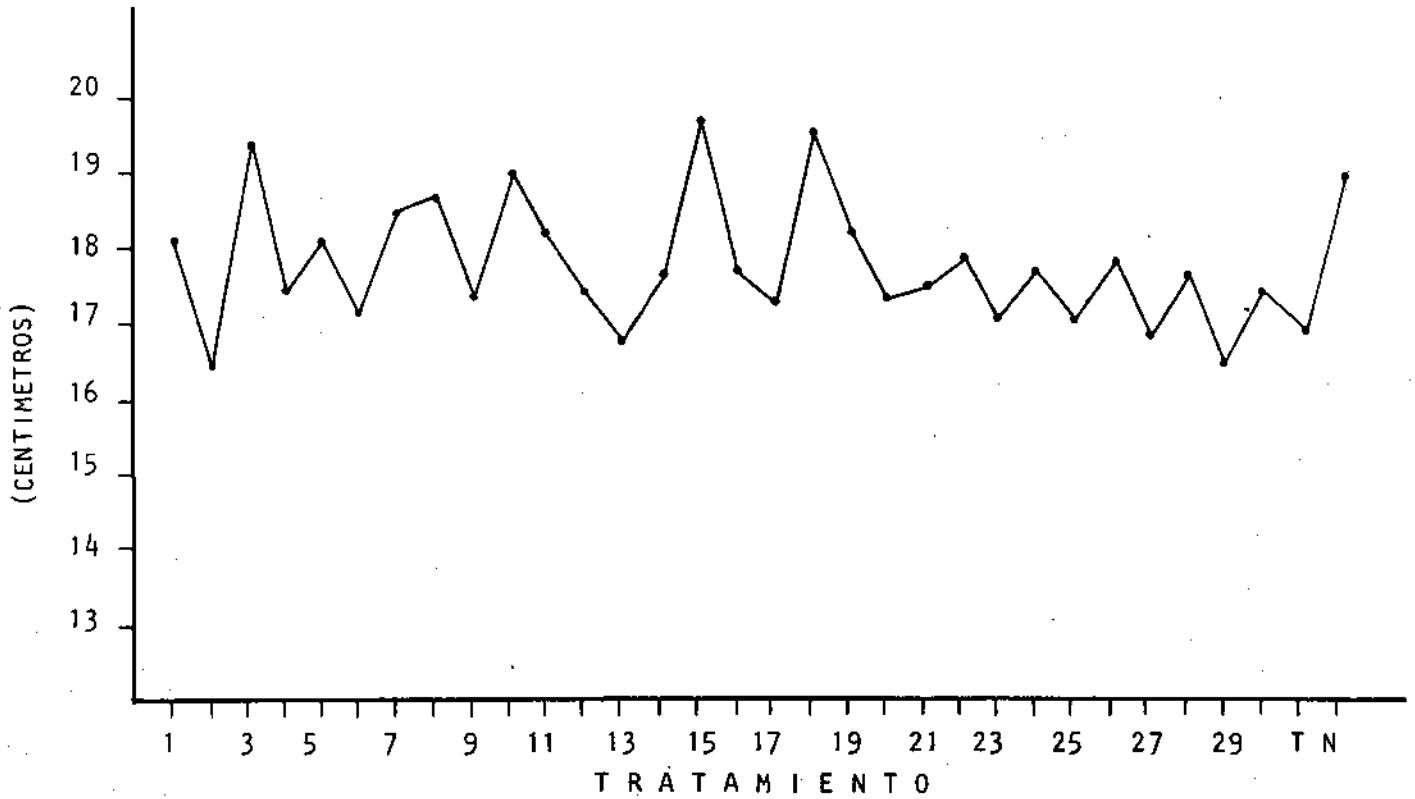


FIGURA 6. TAMAÑO MEDIO DE PANOJA EN CADA TRATAMIENTO. 31 DE OCTUBRE DE 1982.

T = TESTIGO

N = NADA

CUADRO 18. ANALISIS DE VARIANZA
TAMAÑO DE PANOJA

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT		
					0.05	0.01	0.10
TRATAMIENTOS	31	65.83	2.12	.81	1.65	2.03	1.48
RÉPETICIONES	2	5.77	2.88	1.10	3.15	4.98	2.39
ERROR EXPERIMENTAL	62	162.23	2.61				
T O T A L	95	233.83	2.46				

CUADRO 19. RENDIMIENTO OBTENIDO DE SORGO PARA GRANO (CONVERTIDO A KILOGRAMOS POR HECTAREA AL 12% DE HUMEDAD) EN CADA TRATAMIENTO. 1982

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N			TOTAL TRATAMIENTOS	\bar{X}	\bar{X}
	I	II	III			
1	12 045.647	13 837.033	12 952.133	38 834. 813	12 944.937	12 945
2	13 966.383	9 295.395	12 315.760	35 577.538	11 859.179	11 859
3	13 854.991	12 919.624	13 896.281	40 670.896	13 556.965	13 557
4	8 095.096	9 349.453	12 776.907	30 221.456	10 073.818	10 074
5	7 237.799	15 573.048	9 212.733	32 023.58	10 674.526	10 675
6	11 224.360	11 316.352	12 742.368	35 283.08	11 761.026	11 761
7	9 101.958	12 526.987	12 253.662	33 882.607	11 294.202	11 294
8	12 455.238	9 131.203	9 610.837	31 197.278	10 399.092	10 399
9	8 063.190	10 439.602	9 432.634	27 935.426	9 311.8086	9 312
10	12 846.031	10 658.908	11 096.004	34 600.943	11 533.647	11 534
11	10 298.684	13 738.105	11 996.732	36.033.521	12 011.173	12 011
12	11 953.150	11 227.969	12 320.874	35 501.993	11 833.997	11 834
13	8 732.320	11 727.997	9 631.813	30 092.13	10 030.71	10 030
14	8 891.887	13 041.494	13.009.352	34 942.733	11 647.577	11 648
15	10 763.119	12 344.487	13 538.577	36 646.183	12 215.394	12 215
16	8 730.651	10 283.762	12 409.047	31 423.46	10 474.486	10 474
17	12 681.731	12 085.889	12 389.954	37 157.574	12 385.858	12 386
18	12 793.703	10 693.179	9 081.960	32 568.842	10 856.28	10 856
19	13 075.745	8 578.301	14 215.330	35 869.376	11 956.458	11 956
20	10 490.003	11 443.055	10 548.116	32 481.174	10 827.058	10 827
21	12 989.150	10 875.562	9 966.429	33 831.141	11 277.047	11 277
22	10 468.220	11 053.864	10 245.109	31 767.193	10 589.064	10 589
23	9 606.959	14 347.688	10 603.512	34 558.158	11 519.386	11 519
24	8 187.527	11 557.805	10 478.437	30 223.769	10 074.589	10 075
25	13 879.251	8 207.412	11 083.736	33 170.399	11 056.799	11 057
26	13 485.122	13 212.892	12 939.352	39 637.366	13 212.455	13 212
27	11 229.303	12 589.999	9 483.104	33 302.406	11 100.802	11 101
28	8 947.688	10 549.637	11 771.402	31 268.727	10 422.909	10 423
29	10 552.963	10 890.864	8 883.243	30 327.07	10 109.023	10 109
30	11 642.544	11 498.861	10 812.449	33 953.854	11 317.951	11 318
TESTIGO	8 259.960	12 997.834	11 837.045	33 094.839	11 031.613	11 032
NADA	11 062.187	12 855.759	11 120.299	35 038.245	11 679.415	11 679
TOTAL REPTS.	347 612.48	370 849.89	364 655.08	1083 117.4		
\bar{X} DE LAS REP.	10 862.89	11 589.059	11 395.471			

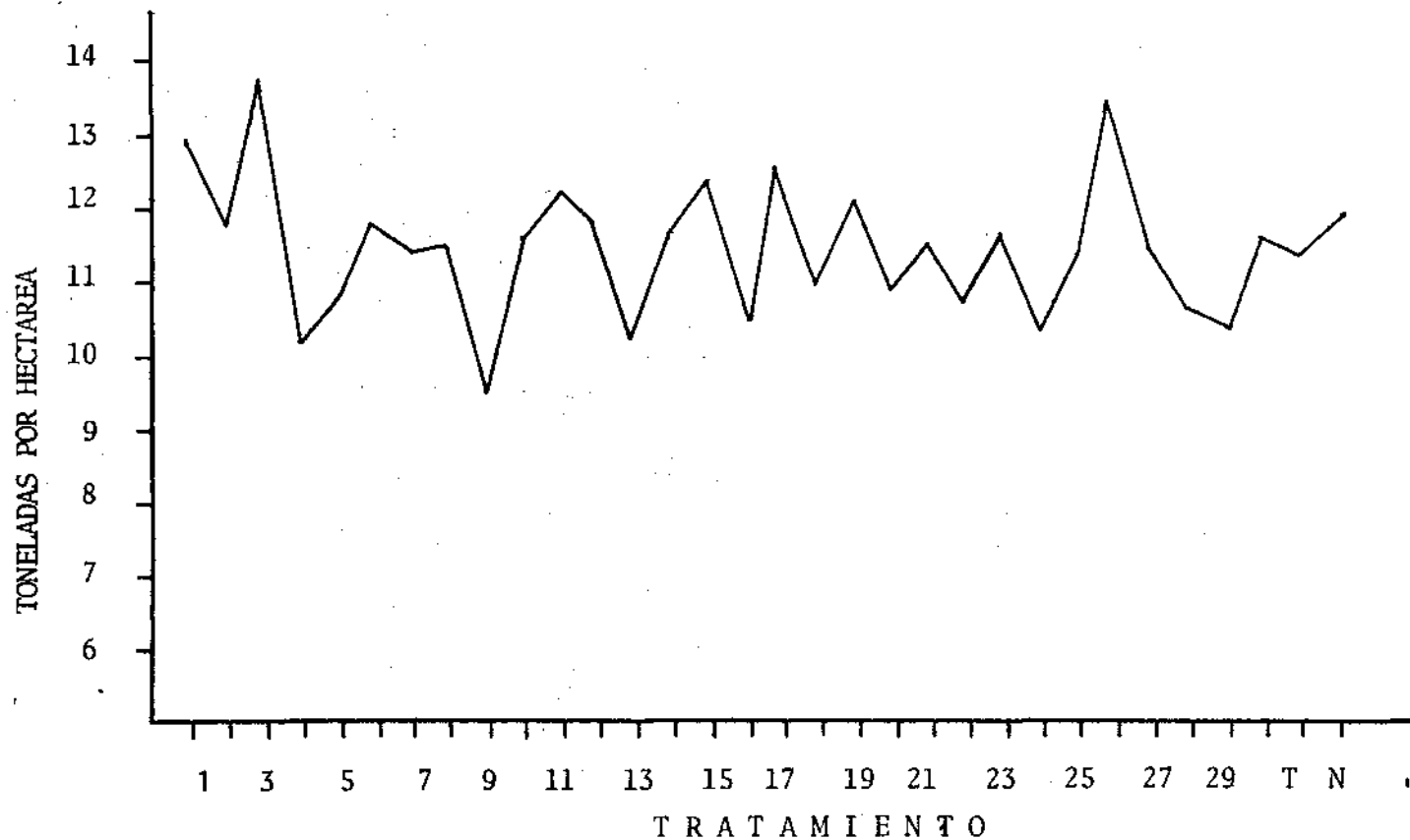


FIGURA 7. RENDIMIENTO MEDIO OBTENIDO DE SORGO PARA GRANO EN CADA TRATAMIENTO (CONVERTIDO A TONELADAS POR HECTAREA). 1982

T = TESTIGO

N = NADA

CUADRO 20. ANALISIS DE VARIANZA
 RENDIMIENTO EN KG/ HA
 AL 12% DE HUMEDAD

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	FT		
					0.05	0.01	0.10
TRATAMIENTOS	31	87953706	2837216	.883	1.65	2.03	1.48
REPETICIONES	2	9050068	4525034	1.408	3.15	4.98	2.39
ERROR EXPERIMENTAL	62	199198273	3212875				
T O T A L	95	296202047	3117916				

CUADRO 21. ESTIMACION DEL COSTO DEL CULTIVO DE SORGO PARA GRANO POR HECTAREA PARA EL MUNICIPIO DE JUANACATLAN, JALISCO. 1982.

ACTIVIDAD	COSTO DE INSUMOS O MAQUILAS	COSTO MANO DE OBRA JORNAL	IMPORTE	COSTO TOTAL
1. Preparación del suelo				
1. 1. Barbecho	725.00			725.00
1. 2. Rastreo	385.00			385.00
1. 3. Empareje	330.00			330.00
2. Siembra				
2. 1. Semilla	2,290.00			2,290.00
2. 2. Fertilizantes (1)	2,437.36			2,437.36
2. 3. Siembra		1	385.00	385.00
2. 4. Primera fertilización		1	220.00	220.00
2. 5. Segunda fertilización		1	220.00	220.00
2. 6. Acarreo		1	150.00	150.00
3. Labores de cultivo				
3. 1. Primera escarda		1	220.00	220.00
3. 2. Segunda escarda		1	220.00	220.00
4. Control de plagas y maleza				
4. 1. Insecticida	834.00			834.00
4. 2. Aplicación de insecticida		1	220.00	220.00
4. 3. Herbicida	570.00			570.00
4. 4. Aplicación de herbicida		1	220.00	220.00
5. Cosecha				
5. 1. Trilla	500.00			500.00
				TOTAL \$9,926.36

(1) El costo de fertilizantes que aquí se consigna se calculó con base en el tratamiento de fertilización 120-40-00, en cuyo caso se emplearon 358 kilogramos de Nitrato de amonio con un valor de \$2,004.8 y 87 kilogramos de Super fosfato triple de calcio con un costo de \$432.56.