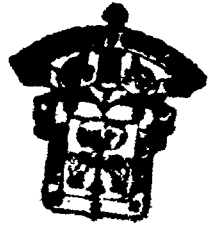


EE4

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

APLICACION DE MATERIALES NITROGENADOS PARA LA
DESCOMPOSICION DE RESIDUOS DE MAIZ EN EL MUNICIPIO
DE ZAPOPAN, JALISCO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALIDAD SUELOS

PRESENTA:

EDUARDO GARCIA ARELLANO

GUADALAJARA, JALISCO, 1983

1001
1983



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

17 de Marzo de 1981

EXPEDIENTE

NUMERO 1240

C. PROFESORES:

ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ, Director
ING. ROGELIO HUERTA ROSAS, Asesor
ING. LUIS ALBERTO RENDON SALCIDO, Asesor

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

" PROBAR LA ADICION DE MATERIALES NITROGENADOS AL SUELO, PARA LA DESCOMPOSICION MEJOR Y MAS RAPIDA DE LOS RESIDUOS DE COSECHAS-DE MAIZ, EN EL MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL.

presentado por el Pasante EDUARDO GARCIA ARELLANO 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.

A T E N T A M E N T E

"PIENSA Y TRABAJA"

EL SECRETARIO

ING. JULIAN BARCEIZ GONZALEZ

srđ.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Mayo 31, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

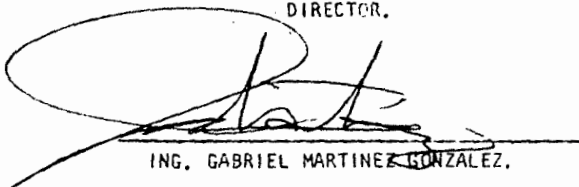
Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

EDUARDO GARCIA ARELLANO titulada,

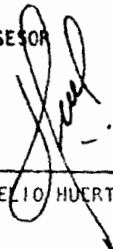
"APLICACION DE MATERIALES NITROGENADOS PARA LA DESCOMPOSICION DE RESIDUOS DE MAIZ EN EL MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JALISCO."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

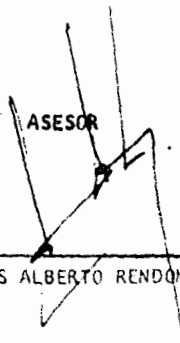
DIRECTOR.


ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ.

ASESOR


ING. ROGELIO HUERTA ROSAS

ASESOR


ING. LUIS ALBERTO RENDON SALDANA

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

A mis padres: Antonio García Anaya e Isabel Arellano de García, con amor y gratitud por hacer posible mi profesión.

A mi esposa Irma Evelia.

A mis hijos Laura Angélica y Eduardo.

A mis hermanos Bertha, Ramón, Antonio, Ma. Guadalupe, Laura y Rodolfo.

A mis tíos: Ing. Manuel Rodríguez Caballero y Ma. Isabel García de Rodríguez.

A los Ingenieros GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ, -
ROGELIO HUERTA ROSAS y LUIS ALBERTO RENDON -
SALCIDO, por su dirección y asesoramiento al
presente trabajo.

A la Universidad de Guadalajara.

A la Escuela de Agricultura.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.	
DESCRIPCION DE LA ZONA.	4
Localización.	4
Climatología.	7
Suelos.	12
CAPITULO II.	
REVISION DE LITERATURA	18
Generalidades sobre la materia orgánica.	18
CAPITULO III.	
OBJETIVOS E HIPOTESIS.	31
Objetivos.	31
Hipótesis.	31
CAPITULO IV.	
MATERIALES Y METODOS.	32
Análisis físico-qco. y microb. de muestras.	32
Manejo de suelos.	36
Propiedades de los materiales empleados.	37
Diseño experimental.	39
Conducción del experimento.	40
CAPITULO V.	
RESULTADOS Y DISCUSION.	46
CAPITULO VI.	
RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	65
CAPITULO VII.	
APENDICE.	68
BIBLIOGRAFIA.	69

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

Cada vez que abrimos un libro que trata sobre temas de - agricultura, al leer la introducción, y como regla obligada, nos enteramos que el crecimiento en la población cada día supera con mucho los índices de producción agrícola.

Podríase pensar que aquellas personas que producimos algún material sobre el tópico -en su mayoría Agrónomos-, queremos de alguna manera alarmar al lector, esperando que eso contribuya a reducir los índices de natalidad y ser más mesurados en el consumo de alimentos, sobre todo los básicos. Lo cierto es que nuestra intención es exactamente esa, pues si -poniendo ese antecedente no se logra bastante, resultaría mucho peor no hacerlo.

Lo anterior es de sumo interés para la población en general, pero lo es más para quienes de algún modo incidimos en el proceso productivo agrícola, Es necesario sentirnos y hacernos útiles para cooperar en la solución de múltiples problemas que aquejan a los campesinos de nuestra Patria, y así hacer del campo una verdadera empresa agrícola a cualquier escala, que como resultado arraigue al productor a su tierra y obtenga beneficios económicos que le permitan alcanzar satisfactores que muchas veces busca en las ciudades equivocadamente.

Zapopan, un municipio totalmente temporalero sujeto a -- las eventualidades climáticas, representando ello un alto --- riesgo para la producción, se ha mantenido no obstante, como el productor de maíz con mayores volúmenes aportados al país; se tecnifica cada vez más.

Era común observar 5 o 6 años atrás, en la época de cose

cha, los monos de maíz -montones de plantas de maíz maduro en forma de cono invertido- una forma típica de efectuar la cosecha, sabiendo que una vez colectado el grano, el rastrojo les sería dado a los animales para su alimentación.

Ahora, el empleo de cosechadoras mecánicas está ampliamente adoptado. Esta máquina entra al terreno para efectuar la pizca, encontrando a las plantas en pie sin aun ser rozado ni cortado; hace el corte aproximadamente a 20 cms. del suelo introduciendo totalmente la planta hacia el interior, en donde separa y almacena el grano expulsando los residuos de planta ya fragmentados, quedando éstos depositados al suelo.

Todo ese material era quemado, so pretexto que penetraran los discos del arado y rastra y que murieran semillas de malezas del ciclo agrícola anterior impidiendo el nacimiento de éstas al ciclo siguiente. Aunque se logran atenuar esos problemas, no se compara con los beneficios edáficos y económicos que representa el permitir el natural desarrollo de microorganismos existentes en sus suelos, pues en la quema mueren.

La mayoría de los productores de maíz del municipio de Zapopan se han concientizado sobre los beneficios que acarrea la incorporación de los residuos al suelo. Algunas de las ventajas que se obtienen al haber una cantidad razonable de Materia Orgánica son, entre otras, no menos importantes, mayor retención de humedad (tómese en cuenta que aproximadamente --- 27,000 Has. del Mpio. son de humedad residual), disponibilidad efectiva de nutrientes, (la fórmula de fertilización actual es la 200 - 80 - 00), reducción en la pérdida de nutrientes por lixiviación, por medio de mayor cohesión estabiliza la estructura del suelo (la textura predominante en el Mpio. es la de migajón arenoso).

Pues bien, ya que los agricultores se muestran interesados en incorporar al suelo los residuos de sus cosechas de maíz, sería conveniente intentar introducir en sus prácticas la adición de un fertilizante "extra" que ayude a la población microbiana a una mayor y rápida descomposición de tales materiales.

Es evidente que siendo el maíz una gramínea, contenga en sus tejidos una cantidad muy pequeña de Nitrógeno, misma que no es suficiente para los microorganismos del suelo cuando -- llevan a cabo los procesos bioquímicos durante la degradación de la Materia Orgánica, lo que hace necesario complementar -- tal cantidad de Nitrógeno mediante la adición de materiales -- Nitrogenados de carácter químico.

Como ya lo mencionaba, los suelos se cultivan bajo el "Sistema Zapopano", esto es, una preparación de suelos adecuada que permite arropar la humedad que deja el temporal de lluvias. Si hay suficiente Materia Orgánica presente, habrá mayor humedad residual y de esta forma poder usar variedades de ciclo largo que nos reditúen altos rendimientos.

C A P I T U L O I

DESCRIPCION DE LA ZONA

Localización.

El área donde se llevó a cabo el presente experimento se encuentra ubicada aproximadamente en el meridiano 103 27' y - 20 48' latitud norte, escasos 1600 metros al este del pueblo de Tesistán, municipio de Zapopan. Algunos de los aspectos físicos de mayor importancia para el Mpio. son los siguientes:

Localización.

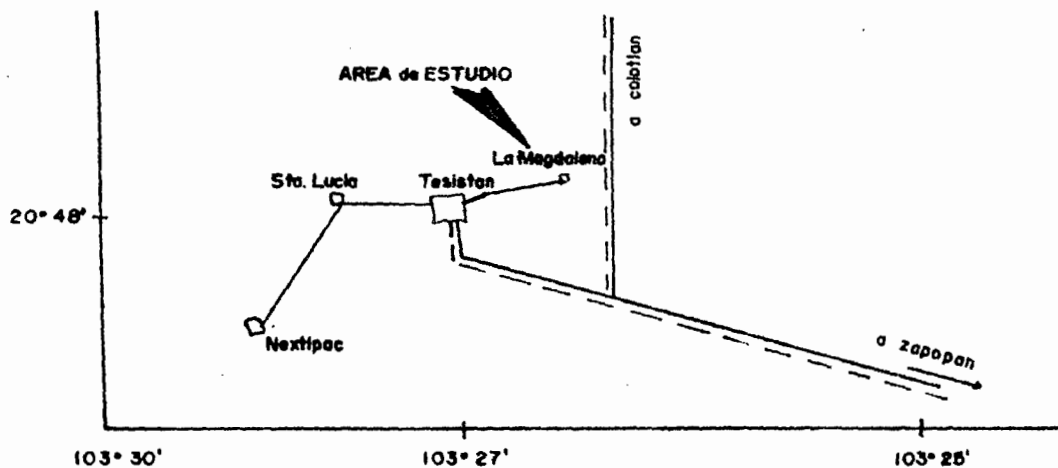
El municipio de Zapopan de acuerdo con la regionalización del Estado de Jalisco, se localiza al oeste de la sub-región Guadalajara, que a su vez se ubica en la parte central de la entidad. Las coordenadas extremas que limitan su territorio son respectivamente: Por el norte y el sur las latitudes de aproximadamente 21 00' y 20 35' y por el oriente y poniente las longitudes aproximadas de 103 18' y 103 39'. La cabecera se localiza al sureste del municipio, a 1,580 m.s.n.m., con latitud norte de 20 43' y longitud oeste de 103 23'.

Limita al norte con los municipios de Tequila y San Cristóbal de la Barranca, al sur con Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque, al este con Ixtlahuacán del Río y Guadalajara y al oeste con Amatitán, Arenal y Tala.

Queda enclavado en la sub-cuenca hidrológica No. IV "Alto Santiago" (que comprende la cuenca directa del Río Santiago, - de la presa de Porcilitán a la confluencia del Río Bolaños), todo ello dentro de la cuenca Lerma Chapala Santiago.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

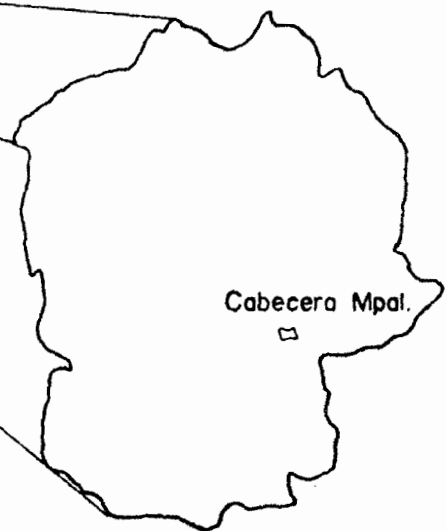
ESCUELA DE AGRICULTURA



EDO. DE JALISCO



MPIO. DE ZAPOPAN



Cabecera Mpal.



Orografía y Altimetría.

El municipio se localiza en la altiplanicie jalisciense, predominando en casi toda su extensión altitudes entre 1,000- y 2,000 m.s.n.m., con excepción de unas porciones de su límite en el este y el noroeste, que coinciden con el profundo --cauce del Rfo Santiago, con altitudes entre 600 y 1,000 m.s.-n.m.

Orográficamente el Mpio. es muy accidentado, pues está ocupado por las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, entre cuyas elevaciones destacan en el sur del municipio, el bosque de la Primavera con elevaciones de hasta 2,100 y el cerro del Colli con 1,960 m.s.n.m. Al norte otros macizos sin nombre con elevaciones de 2,100. Al sureste del Mpio. se localizan las tierras planas, que ocupan aproximadamente una quinta parte de su extensión, con elevaciones entre 1,500 y 1,700 m.s.n.m.

Climatología.

Presento el clima para el municipio, de acuerdo a las --clasificaciones de W. Koppen y de C.W. Thornthwaite, apoyado en un período de observaciones de los últimos 15 años en la --estación meteorológica de Zapopan.

De acuerdo a la clasificación de W. Koppen, el clima ---anual del municipio está definido por las literales Cw h a, --cuyo significado es el siguiente:

Cw Es clima templado. La temperatura media del mes más frío es menor de 18 C. La lluvia media anual (en cm.) es mayor que 2 ($t=14$), donde t es la temperatura media anual. Las lluvias son en verano.

- h La temperatura media anual es mayor de 18°C
 a La temperatura media del mes más cálido es mayor de 22°C.

Según la clasificación de C.W. Thornthwaite, al municipio de Zapopan le corresponde el clima anual definido por las literales C (oi) B₁ (b'), que significan el grado de humedad y la distribución de la lluvia anual, así como el grado de temperatura y el tipo de variación de ésta.

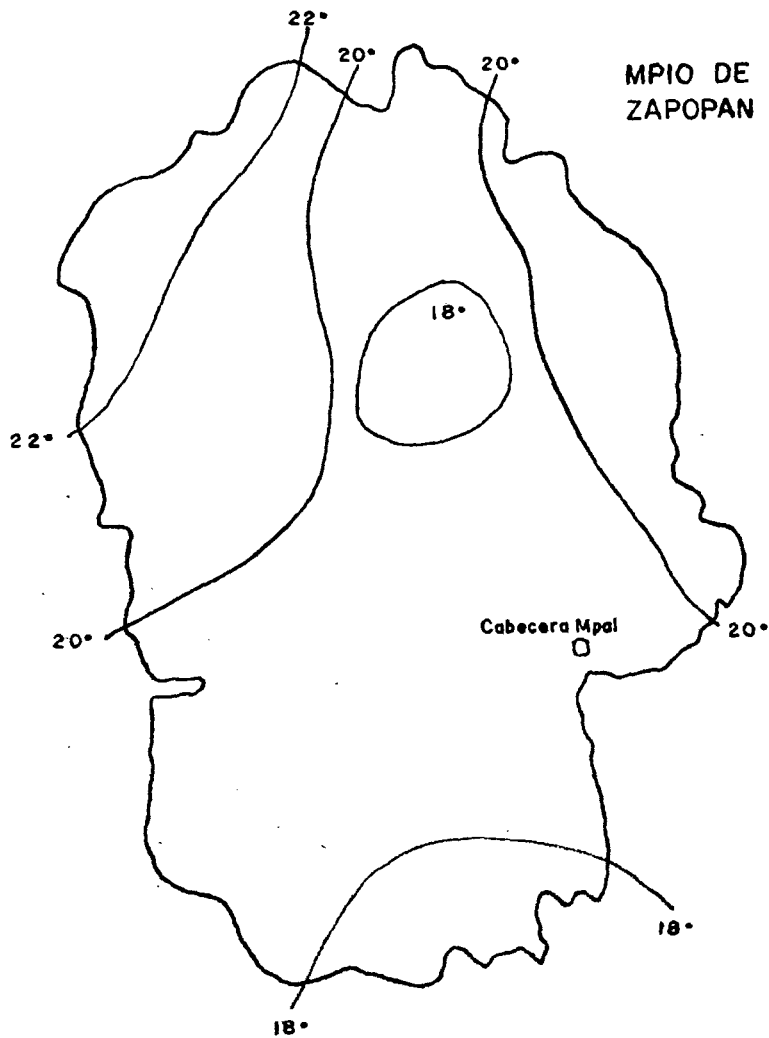
A continuación se muestra un resumen del clima municipal, según C.W. Thornthwaite.

CUADRO No. (1)
 RESUMEN DEL CLIMA SEGUN C.W.THORNTHWAITE*

M e s	Humedad	Con relación a la Estación	Con relación a la Temperatura	Temperatura Media
Enero	Muy Seco	Invierno	Semi-Frfo	14.6
Febrero	Muy Seco	Invierno	Templado	15.8
Marzo	Muy Seco	Invierno	Templado	18.1
Abril	Muy Seco	Primavera	Semi-Cálido	20.2
Mayo	Muy Seco	Primavera	Semi-Cálido	22.2
Junio	Húmedo	Primavera	Semi-Cálido	23.0
Julio	Muy Húmedo	Verano	Semi-Cálido	21.2
Agosto	Muy Húmedo	Verano	Semi-Cálido	20.8
Septiembre	Húmedo	Verano	Semi-Cálido	20.1
Octubre	Seco	Otoño	Templado	18.3
Noviembre	Muy Seco	Otoño	Templado	16.4
Diciembre	Muy Seco	Otoño	Semi-Frfo	14.3

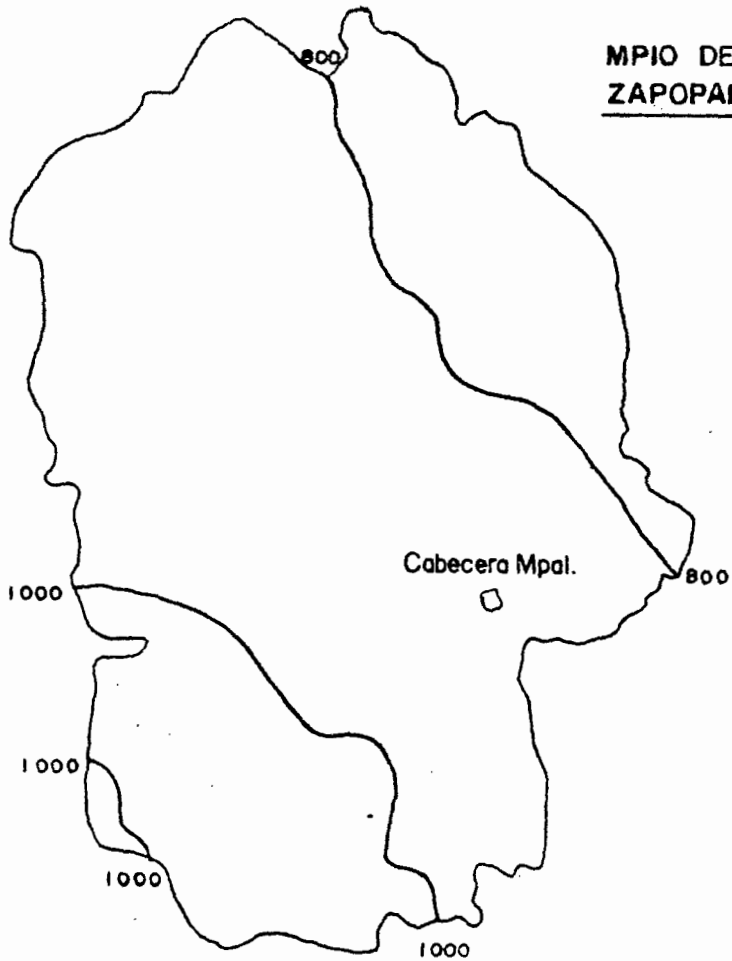
* Clima Anual = C (oi) B₁ (b') donde:

ISOTERMAS



ISOYETAS

MPIO DE
ZAPOPAN



- C Semi-Seco
(of) Otoño e Invierno secos
B₁' Semi-Cálido
(b') Con Invierno benigno

Temperatura.

La temperatura media anual para el municipio es de 23.5-
C. Los meses más cálidos son los de Mayo, Junio y Julio, con-
temperaturas máximas hasta de 41°C. Los meses más fríos son -
los de Diciembre y Enero presentándose temperaturas mínimas -
hasta de - 1.0°C.

Granizadas.

Ocurren principalmente en el mes de Junio, su frecuencia
es de 4.2 días promedio anual.

Vientos.

Dominan los vientos procedentes del este, con velocidad-
promedio de 8 kilómetros/hora.

Precipitación.

La precipitación pluvial media anual es de 906.1 mm., -
siendo el período de lluvias más importante del mes de Mayo -
al de Octubre. El mes más abundante en lluvias es el de Julio,
con un promedio de 224.9 mm. La precipitación máxima anual es
de 1,419.2 mm., y la mínima de 409.5 mm.

CUADRO No. (2)
DISTRIBUCION DE LA LLUVIA EN EL MPIO. DE ZAPOPAN

M E S	Lluvia en mm.	%
Mayo	44.8	4.69
Junio	198.8	20.84
Julio	224.9	23.57
Agosto	215.5	22.59
Septiembre	190.6	19.98
Octubre	31.5	3.30
Sumas:	906.1	95.00

Suelos.

La información al respecto, se apoya básicamente en el estudio de dos fuentes: las cartas de *DETENAL, y la información cartográfica proporcionada por **PLAT, correspondientes al Mpio. de Zapopan.

Se dan a conocer las características de acuerdo a los grupos del sistema de clasificación FAO-UNESCO, y a la calidad de ellos en función de su capacidad productiva.

Revela la carta edafológica de DETENAL, para los suelos del municipio de Zapopan, Jal., grupos predominantes como: -- Faeozem háplico, Litosol, Fluvisol Eutrico, Regosol Eutrico, Luvisol Crómico, con asociaciones entre ellos. También se presentan grupos tales como Cambisol Crómico, Cambisol Eutrico y Andosol ócrico.

(*) Dirección de Estudios del Territorio Nacional (Srfa. de --
Gov.)

(**) Plan Lerma Asistencia Técnica (Secretaría de Rec. Híd.)

En relación a las texturas, las predominantes son las medias y gruesas. En cuanto al pH, éste varía considerablemente de ácido a neutro.

Una definición o descripción de las características que presenta cada grupo de suelos, son las siguientes:

Faeozem háptico (Hh). Los suelos tienen un horizonte A melánico y horizonte B cámbico, argilúvico, gíbsico o cálcico; no tienen horizonte calcareo en los primeros 100 cms. de espesor y su secuencia de horizontes es normal. Con frecuencia, los suelos se presentan en forma asociada con suelos de los grupos Regosol éutrico de textura gruesa y media (Re/1-2), Litosol de textura media (L/2), Luvisol crómico de textura media (Lc/2) y Cambisol crómico de textura media (Bc/2).

Los suelos se encuentran en algunas lomas y cerros alternando o colindando con Regosoles. En las áreas cerriles presentan un lecho rocoso entre los 10 y 50 cms. de profundidad. El suelo es delgado, de texturas medias predominantemente y de baja calidad agrícola, excepto en los terrenos planos o ligeramente ondulados.

Litosol (I). El litosol es un suelo de espesor delgado menor de 25 cm. limitado por roca continua; se encuentra en las laderas muy inclinadas y erosionadas de algunos cerros y del cañón del Río Santiago, siempre asociado con Faeozem háptico de textura media o con Regosol éutrico de textura media y/o Cambisol crómico de textura media. Abarca suelos muy delgados, de texturas medias, se encuentran sobre terrenos accidentados; su calidad es muy baja y resulta inaprovechable agrícolamente.

Fluvisol éutrico (Je). Suelos derivados de materiales

aluviales recientes, no tienen horizontes de diagnóstico, --- excepto un horizonte A pálido; el pH en cloruro de potasio es mayor de 4.2 en los primeros 50 cm. de espesor. Los suelos -- ocupan angostas fajas de terreno en las vegas de los arroyos -- donde el terreno es plano y de escasa pendiente. El suelo es de espesor mediano profundo, de texturas gruesa y media y de buena calidad agrícola.

Regosol éutrico (Re). Suelos derivados de materiales no consolidados, sin horizonte A pálido; el pH en cloruro de potasio es mayor de 4.2 en los primeros 50 cm. de espesor. Los suelos de esta unidad se presentan en forma independiente o formando asociaciones con los grupos Cambisol éutrico de textura gruesa (Be/1), Andosol óctrico de textura gruesa (To/1), Cambisol crómico de texturas gruesa y media (Bc/1-2), Faeozem háptico de texturas gruesa y media (Hh/1-2) Litosol de textura gruesa (I/1) y Luvisol crómico de textura gruesa (Lc/1). En los terrenos planos el suelo es medianamente profundo, de texturas gruesa y media, color café claro, pH ligeramente ácido y buena calidad agrícola; en tanto que en las zonas cerriles el suelo es delgado, pedregoso y de baja calidad agrícola.

Luvisol crómico (Lc). Estos suelos cuando no están erosionados tienen un horizonte A pálido o sómblico, endurecido cuando está seco, tienen un horizonte B argilúvico de color café intenso a rojo, la capacidad de intercambio catiónico de mayor de 24 me/100 gr. de arcilla y la saturación de bases es mayor de 25% por lo menos en la parte baja; no tienen horizonte plúntico dentro del espesor de 125 cm.

Aún cuando el Luvisol se encuentra como unidad independiente, generalmente se presenta asociado con Faeozem háptico de textura media (Hh/2) y con Regosol éutrico de textura media (Re/2).

Calidad de los suelos.

Para la clasificación de las 7 categorías de suelos establecidas por la carta de suelos de PLAT se tomaron en cuenta principalmente sus características y condiciones edáficas, -- que afectan y favorecen la capacidad de uso.

La superficie correspondiente a cada una de las 7 clases se muestran en el cuadro siguiente.

CUADRO No. (3)
CLASES DE SUELOS

Clases de Suelos	Superficie	%
Suelos de primera clase	4 393	3.7
Suelos de segunda clase	12 698	10.8
Suelos de tercera clase	6 748	5.7
Suelos de cuarta clase	11 765	10.0
Suelos de quinta clase	37 993	32.2
Suelos de sexta clase	37 070	31.4
Suelos de séptima clase	4 256	3.6
Terrenos urbanos	<u>3 022</u>	<u>2.6</u>
	117 945	100.0

El significado de cada una de las clases es el siguiente:

Suelos de primera clase. Son aquellos sin limitación alguna para su aprovechamiento, si existe alguna se corrige fácilmente y sin riesgo de que reaparezca. Pueden utilizarse -- prácticamente para desarrollar cualquier tipo de cultivo, son suelos profundos, sin peligro de inundaciones. Un uso adecuado y racional en su explotación nos asegura su productividad.

Suelos de segunda clase. Presentan limitaciones leves pero se pueden corregir aunque con posibilidades de que reaparezcan. Su profundidad es menor que en los suelos de primera clase. La erosión es moderada; si hay problemas de inundamientos se corrigen fácilmente con sistemas de drenaje. Es necesario elegir los cultivos a instalar, pero generalmente cualquiera puede prosperar quedando únicamente condicionados al clima.

Suelos de tercera clase. Los suelos de esta clase presentan ligeras limitaciones que restringen el desarrollo de los cultivos a establecer, requieren de prácticas de conservación especiales. Algunas de las limitaciones son las siguientes:

- a) Pendientes fuertes
- b) Moderada susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica
- c) Inundaciones frecuentes
- d) Poca profundidad efectiva
- e) Pedregosidad

Suelos de cuarta clase. Presentan limitaciones muy severas para el desarrollo de cultivos agrícolas, prosperan solo algunos de ellos. Son muy necesarias las prácticas de conservación. El espesor del suelo es delgado; pendientes inclinadas.

Suelos de quinta clase. Las restricciones que muestran este tipo de suelos son demasiado fuertes para tratar de superarlos. Se ubican en esta clase los suelos de primera clase que contando con un factor adverso resultaría muy costoso corregirlo. No es posible el desarrollo normal de cultivos comunes, por lo que mediante un manejo adecuado es posible establecer pastizales o darles un uso forestal. Algunas limitaciones entre otras son: fuertes pendientes, delgados y pedregosos.

sos, impropios para la agricultura.

Suelos de sexta clase. Definitivamente los suelos son impropios para usos agrícolas debido a las severas limitaciones que presentan, pudiendo prosperar pastizales, bosque o vida silvestre. Para mantener los niveles de productividad del terreno se requieren verdaderamente prácticas de conservación adecuadas.

Suelos de séptima clase. Sus condiciones son tan adversas que resulta impráctico pretender tomar medidas de rehabilitación, además de que sus limitaciones no pueden ser totalmente corregidas. Comprende terrenos montañosos desprovistos prácticamente de suelo. La conservación de estos terrenos es indispensable para evitar daño a los terrenos vecinos.

C A P I T U L O I I

REVISION DE LITERATURA

GENERALIDADES SOBRE LA MATERIA ORGANICA

Definición.

La literatura de apoyo para el presente trabajo es prácticamente nula, por lo que decidí auxiliarme de temas tan comunes como las características generales y fundamentos sobre el más amplio concepto de la materia orgánica.

Se define a la materia orgánica, como aquel componente orgánico de la fase sólida del suelo constituida por los restos de plantas y organismos vivientes y muertos del suelo. -- Las aportaciones más importantes de materia orgánica al suelo, las hacen los restos vegetales como hojas, tallos, flores y frutos que una vez depositados en el suelo sufren degradaciones mecánicas y bioquímicas.

Cada elemento de los mencionados tiene composición química diferente que al ser biodegradados nos dan como resultado formas químicas conocidas, como son los carbohidratos, proteínas, grasas, ácidos orgánicos, etc.

Existe una parte de la materia orgánica sujeta a procesos de descomposición, transformación y resíntesis que dan como resultado compuestos químicos más complejos, como son los ácidos húmicos. A esta fracción de la materia orgánica, material estable, activo, amorfo de color castaño a negro, se le define como humus y es el responsable de conferir a los suelos que lo contienen, características deseables para la conservación y fertilidad natural de los mismos.

COMPONENTES QUIMICOS DE LAS PLANTAS

Los residuos de las plantas y animales representan la materia prima para la alimentación de los microorganismos que - intervienen en la producción de la materia orgánica.

Los diferentes constituyentes más comunes de los restos-vegetales y animales son:

Proteínas:

Se constituyen de aminoácidos, entre los que destacan la lisina, alanina, glicocola, cisteína, triptofano, histeína, prolina, arginina. En general son de fácil descomposición.

Ligninas.

Están compuestas por grupos fenilpropano sustituidos enlazados. Es un componente básico de tejidos leñosos y -- constituye el tejido de sostén de las plantas.

Carbohidratos.

Constituyen principalmente las sustancias de reserva de las plantas. Existen tres grandes grupos que son, monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Ejemplos de los primeros lo son glucosa y ribosa, también xilosa; de los segundos, sacarosa, maltosa, lactosa, etc. El almidón, - fuente de carbohidratos más importante en la alimenta---ción del hombre, la celulosa, hemicelulosa, pectina, insulina, etc., son ejemplos de los últimos.

De un total de 10 muestras de forraje de maíz, recolectadas por este autor, tomadas de diferentes rumbos del municipio de Zapopan y enviadas al laboratorio regional de suelos - y apoyo técnico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hi

dráulicos, los datos que se recogen del análisis bromatológico de rastrojo reportan un alto contenido de fibra cruda; en la que se encuentra principalmente celulosa, hemicelulosa, -- ligninas, etc. También se observa un elevado contenido de extracto no nitrogenado, como son los carbohidratos (azúcares - simples) almidones digestibles, etc.. En virtud de que los suelos del municipio de Zapopan son pobres en población microbiana que acelere los procesos de biodegradación y que los -- compuestos hallados son de fácil descomposición, pone en evidencia las bondades del rastrojo de maíz en ese aspecto.

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS

Generalmente, para la determinación de la materia orgánica se utiliza el método de Walkley y Black o de combustión húmeda, que se basa en la determinación del carbono orgánico, - cuyo valor se multiplica por el factor convencional de van Vmmelen de 1.724.

Los valores así determinados incluyen restos animales como vegetales recién depositados, la fracción húmica en su proceso de mineralización, así como en el proceso de humificación.

Es muy variable el contenido de materia orgánica en el perfil del suelo. En un estudio realizado por Hans W. Fassbender y colaboradores (5), en suelos de América Latina, se encontró que la materia orgánica varía desde trazas hasta un -- 90% o más.

La proporción de materia orgánica de un suelo aumenta a medida que aumenta la frecuencia con que se añaden los residuos vegetales al suelo; depende también de la manera en que son incorporados a él. El contenido de materia orgánica --

en el horizonte A de suelos bajo explotación agrícola, varía desde 0.1 hasta 10%.

En las capas superficiales del suelo los niveles de materia orgánica son mayores que en los horizontes subsuperficiales, pues sobre la superficie caen las partes aéreas y en ella se concentra la mayor parte de las raíces de hierbas y plantas cultivadas.

Los suelos se clasifican en función del contenido de materia orgánica en bajos (menos del 2%), medios (del 2 al 4%), altos (del 4 al 10%), y muy altos (mayor del 10%).

En estudios realizados en América Central se ha encontrado que la variación del contenido de materia orgánica, considerando el horizonte superficial, fluctuaba entre 0.4 y 12.2% de carbono en promedio 2.96%, del total de muestras estudiadas el 57% tenían valores entre 1 y 2.5% del carbono, alrededor del 10% con valores de carbono menores de 1%, y el 14% tenían más del 5% de carbono.

Entre los factores que más intervienen en el contenido de materia orgánica en los suelos, destacan entre otros no menos importantes, la cantidad y naturaleza del material de origen orgánico que se adiciona al suelo, la humedad del medio ambiente y del suelo, la calidad y tipo de suelo, la temperatura del suelo, el porcentaje de espacio vacío que condiciona la aereación del suelo, topografía y relieve de la región, área o zona y algo muy importante, el manejo de los suelos.

Sería conveniente tratar de introducir en las prácticas del manejo de los suelos, ya fueran de temporal o de humedad-residual, para el municipio de Zapopan, el establecimiento de cultivos de invierno como avena, centeno, garbanzo, sobre to-

do leguminosas, que fueran sembradas aproximadamente dos meses antes de que se efectuara la cosecha (esto es posible, -- pues generalmente al maíz lo mantiene libre de malezas el uso de herbicidas efectivos), para después ser incorporados al -- suelo junto con los residuos de la cosecha, pues resulta lógico que cuando el suelo se cultiva con plantas muy espaciadas, como el maíz, que recibe labores de cultivo entre líneas muy considerables el nivel de materia orgánica disminuye mucho -- más rápidamente. No ocurre así con cultivos muy espesos, por ejemplo el trigo que no recibe ninguna.

El nivel de humedad que se sacrificaría para el total de desarrollo del maíz, que realmente es muy bajo, se vería recuperado e incrementado al incorporar todo ese material al suelo.

Lo anterior trae a colación la importancia que reviste -- la rotación de cultivos, pues el maíz se ha convertido en el monocultivo para ese municipio.

En un estudio realizado por Ascencio (2), se encontró -- que al haber una incorporación de residuos orgánicos trae como consecuencia un aumento en el contenido de materia orgánica, y este contenido es gradual al aumentar el tiempo. Como -- ejemplo, a los diez días de incorporado el abono verde al suelo la cantidad de materia orgánica reportada en el análisis -- fue de 1.79% promedio, contra 1.28% antes de ser incorporada la alfalfa. A los 20 días este valor fue de 2.98 y al final -- del trabajo o sea a los 30 días el valor fue de 2.51% lo cual quiere decir que al inicio de la incorporación el material -- acumulado no se mineraliza y sus residuos son bajos, aumentando al paso del tiempo para después decrecer y reducirse si no hay posteriores incorporaciones.

Otro factor edáfico muy importante lo es la textura del-

suelo. Está reconocida la estrecha relación entre la textura de los suelos y el contenido de materia orgánica, pues en --- aquellos de textura fina la materia orgánica es más abundante que en los suelos de textura gruesa o arenosa. En base a lo anterior se observa que los niveles de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo suelen ser más altos en los suelos arcillosos que en los arenosos, definiéndose así la productividad de los mismos.

En los suelos arenosos se observa un grado mayor de descomposición de la materia orgánica, lógicamente si ella no se mantiene en un nivel adecuado la acumulación disminuye.

En un trabajo realizado por Acosta (1), en el que se estudia la relación de la textura de los suelos con el contenido de materia orgánica en el Estado de Jalisco, se encontró que predominan las texturas ligeras con altos contenidos de arena. También encontró que el promedio general de materia orgánica es del orden de 2.04%. Este factor aunado a las texturas dominantes permite asegurar que la productividad de los suelos es baja.

Otro pequeño estudio representativo de una área de 6,000 hectáreas en el valle de Tesistán, municipio de Zapopan, realizado por este autor nos permite deducir niveles de materia orgánica que varían desde 0.4 hasta 2.2% lo que resulta aún más abajo del promedio Estatal encontrado por Acosta.

IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGANICA COMO MEJORADOR DE SUELOS

Los suelos agrícolas del municipio de Zapopan, que comprenden una superficie aproximada de 27,000 hectáreas de humedad residual y 3,000 hectáreas de temporal, pertenecen a los-

grupos de suelos regosol, faeozem y luvisol, siendo el primero de ellos el que ocupa la mayor extensión de las cifras indicadas.

Los suelos del grupo regosol se caracterizan por tener una baja fertilidad, ocasionada por su reducida capacidad de intercambio de cationes, es un suelo de texturas gruesas y medias, muy poroso y por esto muy permeable, carece de horizontes endurecidos. Si a lo anterior se le añaden cargas de hasta 70,000 plantas de maíz por hectárea, mayor cantidad relativa de movimientos del suelo en la etapa de preparación de los mismos, una irregular frecuencia y cantidad de lluvia, en numerosos casos un excesivo uso de fertilizantes de carácter ácido, la carencia prácticamente total de materia orgánica y por último los suelos no reciben una adecuada rotación de cultivos. Dados todos estos factores en contra, es evidente que la fertilidad natural de los suelos se ha visto fuertemente mermada.

Los suelos de los otros dos grupos, faeozem y luvisol -- presentan similares características, a diferencia que cuentan con mayor capacidad de intercambio de cationes y de retención de agua.

Entre las funciones más importantes de la materia orgánica para mejorar las condiciones del suelo tenemos:

Regulación del pH. Es conocido el índice de acidez que priva en los suelos del municipio de Zapopan. Se debe en parte a la pérdida paulatina de las bases cambiables por calcio, magnesio, potasio y sodio, y su reemplazo por iones como hidrógeno y aluminio. La pérdida es ocasionada por una parte, debido a la percolación del agua a través del perfil del suelo lixiviando numerosos iones de calcio, magnesio, potasio y

sodio disueltos en la fase líquida del suelo.

Ya hablábamos anteriormente de la gran permeabilidad reinante en los suelos, lo que favorece este arrastre de cationes hacia horizontes inferiores del suelo, la extracción de estos elementos por las plantas es muy intensa, tomando en cuenta densidades de siembra de 22 a 25 kgs. de semilla de maíz por hectárea, que nos dan poblaciones de 50,000 a 75,000 plantas por hectárea.

Por último y no por ello menos importante, una de las causas más importantes en la acidificación de los suelos lo es el uso immoderado de fertilizantes de reacción ácida, tales como el $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ sulfato de amonio, y el $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ nitrato de amonio.

Las bondades de la materia orgánica para corregir el pH es algo de sumo interés, pues aumenta la capacidad tampón o buffer del suelo, es decir lo hace más resistente al cambio de pH debido a la adición de correctores.

Como se menciona, lo anterior reviste singular importancia pues los productores de maíz del municipio de Zapopan, poseedores de predios con suelos ácidos han adoptado la práctica del uso de correctores como $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hidróxido de calcio o bien CaCO_3 carbonato de calcio en cantidades que varían desde 1 hasta 2 toneladas por hectárea, claro, en función del valor del pH.

Disminución de la erosión eólica. Los residuos orgánicos dispuestos en la superficie del suelo impiden el movimiento de las partículas de éste al tratar de removerlas el viento. Es notoria la ausencia de barreras rompevientos en los predios agrícolas del municipio de Zapopan, consecuentemente los

vientos fuertes que aparecen en los meses de febrero, marzo y abril coincidentes con la etapa de preparación de suelos, levantan gran cantidad de suelo. Esto es observable en la ciudad de Guadalajara, pues las tolvaneras que cubren gran parte del sector oeste de la ciudad en esos meses son debidas al -- arrastre de suelo por los vientos, perdiéndose así grandes -- cantidades de suelo fértil.

Es conveniente promover el establecimiento de barreras - rompivientos, pues prácticamente éstas son insignificantes en relación a la superficie cultivable y más que ello, a las características del suelo.

Aumenta la capacidad de retención de agua. Definitivamente, entre muchos otros beneficios algo que se busca insistentemente en los suelos del municipio, a través de la incorporación de la materia orgánica lo es una mayor disponibilidad de humedad en el suelo. El área de estudio es básicamente temporalera, pero se cultiva bajo el método de secano, esto es, -- las siembras se realizan con la humedad residual que las lluvias de un temporal anterior dejaron en el suelo.

Todos los años no son iguales en lo que se refiere a la precipitación pluvial, por lo que vemos que en algunos años la cantidad de lluvia es abundante, pero su distribución no es acorde con las necesidades del cultivo. Suele ocurrir lo contrario, donde no obstante la lluvia no es del todo suficiente, sí lo es en cuanto al período en que el cultivo la demanda.

Al existir una razonable cantidad de materia orgánica en el suelo, la humedad permanece en el suelo en aquellas épocas del año en que ésta es escasa.

La época de estiaje (meses de noviembre a mayo), es muy-prolongada, descendiendo la humedad del suelo a medida que aumenta la evaporación por las altas temperaturas del suelo, de tal forma que al ocurrir las siembras en el mes de abril y mayo el porcentaje de humedad oscila entre un 10 a 30%. A mediados de junio, perfodo en el que regularmente caen las primeras lluvias, el suelo se encuentra prácticamente desprovisto-de agua que siga soportando a las plántulas de maíz ahí esta-blecidas, ocasionando graves pérdidas por sequía.

Si existe suficiente materia orgánica en el suelo, segu-ramente los niveles de humedad serár más altos, de tal manera que las primeras lluvias harían una labor de continuamiento - en el suministro de agua a la planta, y no un trabajo de res-cate, que en última instancia es lo mejor.

Disponibilidad de nutrientes. Proporciona elementos nu-tritivos como nitrógeno, fósforo, calcio, potasio y magnesio, facilitándolos a través de los procesos de mineralización.

Mediante la producción de ácidos orgánicos disuelve mine-rales haciéndolos accesibles a las plantas.

Aumenta la capacidad de intercambio de cationes. Aproxí-madamente la capacidad de intercambio de cationes de los sue-los del municipio de Zapopan oscila entre los 8 y 15 meq/100-grs. En un estudio realizado por Gallardo (6) en suelos del -municipio de Zapopan, para determinar el tipo de arcilla pre-dominante, encontró que ésta es caolinita, del tipo 1:1, con-capacidad de intercambio catiónico alrededor de 10 meq/100gr., lo cual resulta muy baja. Hace resaltar la importancia de la-adición de materia orgánica en esos suelos para elevar la pro-ductividad.

Aumenta la capacidad de intercambio de aniones, tales como sulfatos y fosfatos.

Regula la temperatura del suelo, aumentándola en la temporada invernal y reduciéndola durante el verano.

Mejora la estructura, la cohesión y la plasticidad a través de agregados.

DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

Los cambios que se suscitan en los restos vegetales son fundamentalmente de carácter bioquímico. Participan todos los organismos y microorganismos del suelo. A pH ácidos como el de este caso, no se encuentran organismos tales como hormigas, lombrices, etc., que se encargan de distribuir los restos a través de la superficie, por lo que toca a la microflora esta acción.

Para no mencionar los grupos existentes de ella, baste hacer la diferenciación entre organismos autotróficos y heterotróficos. Los primeros obtienen su carbono del anhídrido carbónico, y su energía de la oxidación de compuestos orgánicos. Los heterotróficos obtienen su carbono de compuestos orgánicos complejos y su energía de oxidación de los mismos.

De los dos grupos los hay aerobios y anaerobios. En nuestro suelo muestra, se detecta la presencia de los dos grupos.

La acción de la microflora del suelo da lugar a dos procesos bien importantes. La mineralización y la humificación.

El proceso de mineralización se puede resumir en el esquema simplificado siguiente: materia orgánica nitrogenada

da \longrightarrow aminoácidos y amidas \longrightarrow sales de amonio \longrightarrow nitritos \longrightarrow nitratos.

Los cambios desde las sales de amonio a nitritos y de nitritos a nitratos, son debidos a la acción de las bacterias - Bacillus nitrosomas y Bacillus nitrobacter respectivamente. - El proceso de la amonificación es el resultado de la intervención de numerosos microorganismos, tanto hongos como bacterias.

El proceso de la humificación es más complejo, se entiende como una resíntesis de los productos resultantes de la mineralización. Entre los productos humificados tenemos a los ácidos hematomelánicos y ácidos húmicos.

RELACION CARBONO NITROGENO

Las demandas de nitrógeno por la microflora del suelo, durante la descomposición de los residuos orgánicos es evidente.

Se ha comprobado que cuando se incorporan sustancias vegetales con bajas cantidades de nitrógeno, esto es, con una relación C/N muy amplia (como el maíz o paja de trigo) en presencia de sales de amonio, parte de él es absorbido y convertido en compuestos de nitrógeno orgánico. Si este material contiene más de 1.8% de nitrógeno (alfalfa, trébol, etc.), -- parte de él se convierte en amoniaco durante el proceso.

Esto indica que aquellos materiales incorporados al suelo, pobres en nitrógeno, disminuyen la riqueza de nitrógeno mineral, o sea iones amonio y nitrato.

En un trabajo efectuado por Waksman y F.G. Tenney, cita-

do por Russel (9), en el que a 12.70 kgs. de suelo añadieron raices trituradas de maiz, conteniendo 0.79% de nitrógeno, observaron que al término del estudio, o sea a los 90 días, las pérdidas de nitrato por el suelo fue de 436 miligramos.

Lo anterior ilustra el por qué del presente trabajo. No es concebible que habiendo una mínima población microbiana en los suelos del municipio de Zapopan, se le incorporen hasta - 40 tons. de rastrojo de maiz con el 0.57% de nitrógeno, sin ningún complemento nitrogenado.

Es por ello que una cantidad suficiente de nitrógeno, - ayuda a la microflora a efectuar los ataques y procesos bioquímicos, a una velocidad de descomposición mayor y sin detrimento del nitrógeno mineral.

CAPITULO III

OBJETIVOS E HIPOTESIS

El objetivo del presente trabajo es comparar el comportamiento de las diferentes fuentes de nitrógeno con sus respectivos niveles, incluyendo un testigo; para la mineralización del rastrojo de maíz, en área de temporal y durante el invierno, época de la preparación de suelos en el municipio de Zapopan.

Obviamente, uno de los factores ambientales limitantes - para este estudio es el calor, pues los fertilizantes son incorporados en el mes de diciembre, con temperatura promedio de 14.6°C; permanecen en el suelo trabajando microbiológicamente, aumentando su actividad a medida que la temperatura ambiental y del suelo se incrementan, en la época de verano.

Los factores de respuesta fueron dados por las producciones medias de maíz, ciclo primavera-verano, '81-'81, y además avalados o apoyados por un recuento microbiológico, así como también por análisis físico químico del suelo.

Hipótesis

La hipótesis nula (H_0). No habrá respuesta en rendimiento a los materiales nitrogenados añadidos al suelo para acelerar la descomposición del rastrojo de maíz.

La hipótesis alterna (H_1). Habrá respuesta positiva a la adición.

C A P I T U L O I V

MATERIALES Y METODOS

El lugar donde se condujo el presente experimento se encuentra localizado 500 metros al norte del pueblo La Magdalena, situado a 1,500 metros al este del pueblo de San Francisco Testistán, municipio de Zapopan. Los datos geográficos y -- climáticos más relevantes para el municipio aparecen en el capítulo No. I, resultando representativos para este sitio.

Se colectó una muestra de suelo representativa del área donde se desarrolló el trabajo, previa al estudio, se procedió al análisis para evaluar sus características de tipo químico como físico las cuales aparecen reportadas en el siguiente cuadro.

CUADRO No. (4)

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO

DETERMINACION	VALORES	UNIDADES
Densidad real	2.31	g/cm ³
Densidad aparente	1.27	"
<u>Textura.</u>		
Arena	62.52	%
Arcilla	18.20	"
Limo	19.28	"
Clasificación textural	Migajón arenoso	
C I C	11.40	meq/100 g

Cationes Intercambiables:

Calcio	3.45	meq/100 g
Magnesio	2.30	"
Sodio	0.41	"
Potasio	0.30	"

Materia Orgánica

1.17 %

Salinidad y sodicidad:

Conductividad eléctrica 0.28 mmhos/cm

Iones solubles:

Calcio	1.40	me/l
Potasio	—	—
Magnesio	0.20	"
Sodio	1.20	"
Carbonatos	—	—
Bicarbonatos	0.60	"
Cloruros	0.60	"
Sulfatos	1.60	"
P S I	0.80	
pH ext. de saturación	6.20	

Fertilidad(Morgan):

Calcio	bajo	840 kg/Ha
Potasio	rico	440 " "
Magnesio	bajo	12 " "
Manganeso	medio-alto	25 " "
Fósforo	bajo	12 " "
Nitrógeno nítrico	medio	6 " "
Nitrógeno amoniacal	medio	35 " "
Aluminio	alto	125 " "

Del cuadro No. 4 la primera observación que nos interesa es el porcentaje de materia orgánica, cuyo valor es muy bajo, siendo éste de 1.17% lo cual recalca más la importancia del presente trabajo.

El pH es de 6.20, que representa apenas leves problemas de acidez. Este valor cercano a la neutralidad nos asegura, no obstante diferir considerablemente de los suelos del mismo municipio, la presencia de bacterias y hongos que resulta en beneficio de la descomposición del rastrojo, pues en suelos ácidos predominan los hongos.

La capacidad de intercambio catiónico es del orden de -- 11.40 meq/100 g; resulta lógico pues el porcentaje de arcilla es de apenas 18.2 %, poniendo así de manifiesto la pobreza -- del suelo en este renglón, que se verá incrementado por la -- presencia de materia orgánica.

Se abrió un perfil de suelo de 1 mt² por 2 de profundidad, cuyos resultados se observan en el cuadro No. 5 .

CUADRO No. 5

DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO

Serie..... Zapopan
 Localización La Magdalena, Zapopan
 Fecha 10/I/'82

HORIZONTE	A	AC	C
Profundidad (cm)	0 - 30	30-150	150-200

	A	AC	C
Color	café claro.	blanquecino	blanco
Húmedo	café	café claro	blanco
Cantidad	_____	_____	_____
Manchas			
Color	_____	_____	_____
Textura	fa	fa	A
Forma	bloque subang.	granular	_____
Estruc <u>o</u> Tamaño	medio	fino	_____
tura Grado	semi desarrolla.	débilmente desarrolla.	_____
Seco	duro	suelto	_____
Consis <u>te</u> Húmedo	blando	suelto	_____
ncia Mojado	no adherente	no adherente	_____
Cementación	_____	_____	_____
Cantidad	abundante	abundan.	_____
Poros			
Tamaño	macroporos	macroporos	_____
Permeabilidad	eficiente	rápida	exc. rap.
Pedregosidad	_____	_____	_____
Concreciones	_____	_____	_____
Cutanes	_____	_____	_____
Cantidad	abundante	escasas	_____
Rafce <u>z</u> Tamaño	fino	fino	_____
Orientación	horiz. y vert.	vert.	_____
Rea <u>cc</u> ión H Cl	_____	_____	_____

También se colectó una muestra de rastrojo de maíz un día antes de la cosecha, previa al estudio, se eliminó el grano pues es la única parte de la planta que no se incorpora al suelo. El análisis se reporta en el cuadro No. 6.

CUADRO No. 6

CARACTERISTICAS QUIMICAS DE MUESTRA RASTROJO DE MAIZ

DETERMINACION	VALORES
Humedad	14.5 %
Cenizas	5.9 "
Proteínas crudas	3.6 "
Fibra cruda	42.8 "
Extracto etéreo	0.6 "
Extracto no nitrogenado	32.6 "
Materia seca	85.5 "

Peso de la muestra 200 grs.

MANEJO DE SUELOS

La parcela experimental desde hace ya varios años, ha estado sembrada con maíz, atendiéndosele de manera adecuada en la preparación de suelos; esto es un paso de rastra para "desbordar", o "borrar surco", inmediatamente después de la cosecha. Después se efectúa un paso de arado, para después pasar cuatro veces la rastra, y por último un "tabloneo o empareje".

En el mes de abril se realiza la siembra, para que al cabo de 50 días ya se hayan efectuado las dos escardas tradicionales, simultáneamente con las dos fertilizaciones. La fórmula de fertilización bajo recomendaciones técnicas se viene aplicando desde 1975 con la fórmula 120-40-00, para que a la

fecha se utilice la 180-60-00.

Se combaten oportunamente las plagas, tanto del suelo como del follaje, así como las malezas con herbicidas selectivos y efectivos para hojas ancha y angosta.

Todo lo anterior no corresponde estrictamente a la narración de manejo de suelos, pero da idea del proceso productivo que al fin de cuentas involucra al manejo de suelos.

En lo que respecta a la regeneración de la fertilidad -- del suelo, mediante mejoradores como aplicaciones de compost, o de basura, o bien, a través de incorporación de residuos de cosecha, ésta ha sido nula, pues lo primero nunca se ha llevado a cabo y de lo segundo se prefiere quemar todo el material vegetal depositado en el suelo; aunque para efectos del presente trabajo dejaron intacto esos residuos para incorporarlos íntegramente al suelo.

Tampoco la parcela se ha visto beneficiada con correctores como cal agrícola, para mejorar el pH del suelo.

En síntesis, se eligió una parcela que fuera representativa del área, tanto en características climáticas y edáficas como en el manejo de suelos.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES NITROGENADOS EMPLEADOS

Se escogieron el sulfato de amonio, nitrato de amonio y urea, principalmente por la facilidad relativa con que se les encuentra disponibles en el mercado, también por su forma física que no requiere de implementos costosos para su aplicación.

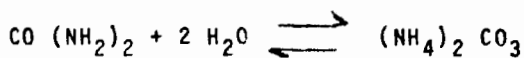
Sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$. Contiene 20.5% de nitrógeno-

no y 23.4% de azufre. Su apariencia física es la de un cristal blanco o pardo. Es de residuo ácido. Para su síntesis se conocen dos métodos, uno de ellos aprovecha el gas amoniacal de los hornos de coque, cuando es sometido a elevadas temperaturas, desprendiendo gases, entre ellos el NH_3 que después es combinado con el H_2SO_4 , para dar lugar al sulfato de amonio. Otro método es aquel en el que se combinan el H_2SO_4 con el NH_3 sintético.

Cuando se aplica al suelo el ion amonio es retenido por la fracción coloidal, sometido al proceso de mineralización hasta dejarlo en forma disponible como nitrato. Es de reacción más ácida que el nitrato de amonio. Son necesarias aplicaciones periódicas de cal para contrarrestar el efecto de acidez.

Nitrato de amonio NH_4NO_3 . Su aspecto físico es el de un gránulo blanco opaco, esta forma granular obedece a que es un material higroscópico, ello impide la absorción del agua. Contiene 33.5% de nitrógeno, del cual la mitad se encuentra en forma nítrica y el 50% restante en forma amoniacal.

Urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Contiene 46% de nitrógeno. Su apariencia corresponde al de un grano blanco translúcido. Su síntesis involucra la reacción del amoniacal anhidro y el CO_2 a elevadas presiones y temperaturas. Aplicado al suelo, la reacción producida es:



este compuesto resultante, debido a su inestabilidad, se descompone en NH_3 y CO_2 . En presencia de humedad el NH_3 cambia a NH_4OH ; el NH_4 es absorbido y seguidamente nitrificado.

CUADRO No. 7

PROPIEDADES DE LOS FERTILIZANTES

	SULFATO DE AMONIO	NITRATO DE AMONIO	U R E A
Color	bco. cristalino	bco. cristalino	bco. cristalino
Peso molecular	132.14	80.05	
Densidad a 20°/4°C	1.769	1.725	0.67
Solubilidad a 0°C	70.6 g/100 g agua	118 g/100 g agua	muy fácil
a 100°C	103.8 g/100 g agua	843 g/100 g agua	muy fácil
Punto de fusión	512.2°C	170.4°C	132.7°C

DISEÑO EXPERIMENTAL USADO

El diseño experimental empleado fue el de parcelas divididas arregladas en bloque al azar y con cuatro repeticiones. En la parcela principal o mayor se probaron tres distintos materiales fertilizantes nitrogenados, y en la subparcela, 3 niveles de los mismos acompañados de un testigo.

Opté por la elección de este diseño, pues me interesa más de la precisión en los efectos promedio de las subparcelas, aunque sacrifique la precisión para los tratamientos de las parcelas principales; esto es, que me parece más importante precisar respuestas en niveles y sacrificar precisión en cuanto a fuentes de nitrógeno.

Lo anterior obedece al hecho de que el error experimental para las parcelas principales, es mayor que el error experimental usado para comparar tratamientos de subparcela y permite detectar diferencias entre medias de tratamiento de menor magnitud.

Se emplearon, el sulfato de amonio, el nitrato de amonio y la urea, en niveles de 0, 60, 80, 100 kgs. de nitrógeno por hectárea. Un diagrama del diseño experimental utilizado se observa en la figura No. 1.

CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.

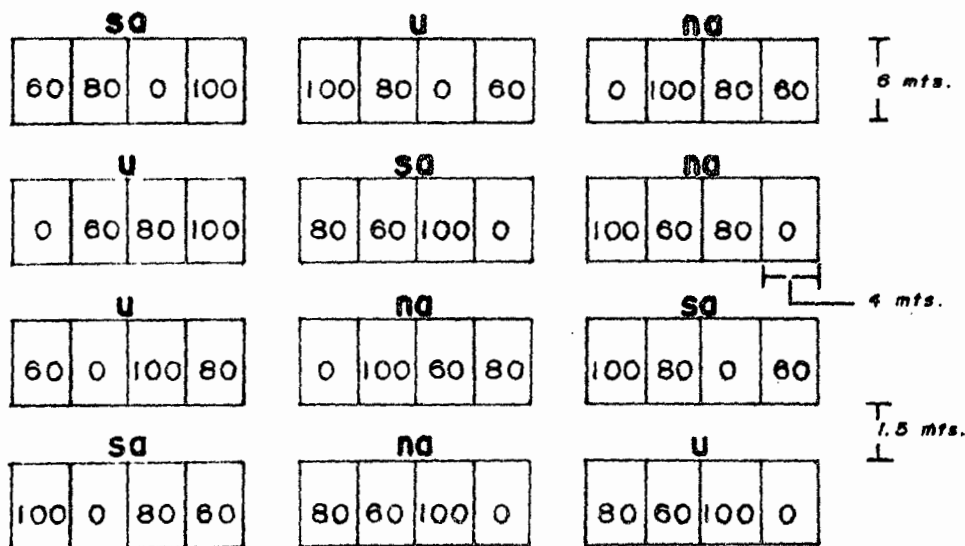
El día 3 de diciembre de 1980 se realizó la cosecha de maíz, con pizcadora mecánica combinada, en el potrero San José, Tesistán, municipio de Zapopan, la variedad fue la B-666-de Dekalb, con rendimiento promedio de 6,500 hgs./ Ha. El tratamiento de fertilización fue el de 180-60-00 empleando urea y fosfato de amonio.

Se procedió a dar un paso de rastra, de 20 discos de 18-pulgadas de diámetro, jalada por un tractor de 70 caballos de fuerza; eso fue el día 5 de diciembre.

Se proyectó físicamente el diseño sobre el terreno, auxiliados de cinta métrica, estacas e hilos entre otras cosas, quedando con las siguientes dimensiones; la parcela principal contaba con 16 mts. de largo por 6 mts. de anchura, las subparcelas con 6 mts. de largo por 4 mts. de ancho. La amplitud de los callejones entre parcelas grandes fue de 1.5 mts. Alrededor del conjunto se dejaron 4 mts. sin cultivar, para que permitiese todo tipo de maniobras.

El maíz contiene de acuerdo con el análisis de laboratorio para nitrógeno total (método Kjeldhal), únicamente 0.57% de nitrógeno, nosotros estamos incorporando realmente sólo 57 kgs. de nitrógeno por hectárea.

Para cubrir las necesidades microbiológicas se necesitan



sa sulfato de amonio 0
na nitrato de amonio 60
u urea 80
 100

NIVELES DE NITROGENO

FIGURA No. (1) DISEÑO EXPERIMENTAL : PARCELAS DIVIDIDAS

140 kgs. de nitrógeno, así es que 83 kgs. de nitrógeno es lo que constituye nuestro déficit.

Se tomó como punto de partida, 80 kgs. de nitrógeno por hectárea, disminuyendo y aumentando 20 kgs. de nitrógeno por hectárea, para construir el espacio de exploración, teniendo también un testigo sin nitrógeno.

Los cálculos generales se pueden ver en el apéndice.

Se pesaron exactamente las cantidades proporcionales para cada tratamiento, procediendo a esparcir manualmente los fertilizantes sobre las subparcelas. Lo anterior el día 15 de diciembre de 1980.

El día 16 se le dio un paso de arado, 4 discos de 24 pulgadas de diámetro, movidos por un tractor de 140 caballos de fuerza, para dejar completamente incorporado el rastrojo al suelo, junto con los fertilizantes nitrogenados añadidos el día anterior.

Durante los meses de enero, febrero, marzo y abril de 1981 el suelo recibió 3 pasos de rastra, y por último, día 5 de abril, el paso de un tablón para emparejar el terreno.

La siembra se realizó el día 20 de abril, la variedad de maíz fue la B-670 de Dekalb, con una densidad de 22 kgs. por hectárea. Simultáneamente se efectuó la primera fertilización, con urea y fosfato de amonio a razón de 166 y 152 kgs. por hectárea respectivamente, añadiendo también Oftanol 5%g., 20 kgs. por hectárea, pues se encontró gallina ciega (*phyllophaga* spp.) y gusano de alambre (*dalotius* spp.) en incidencias leves.

Cabe hacer notar que todas las cantidades que se han venido mencionando, fueron cuidadosamente calculadas y aplicadas proporcionalmente al cuadro experimental.

A los 29 días de emergidas las plantas se realizó la primera escarda, simultáneamente con la segunda fertilización, aplicando 166 kgs. de urea por hectárea. La segunda escarda se efectuó justamente a los 25 días de la primera.

Contrariamente a lo que se esperaba, los brotes de malezas durante los meses de diciembre a abril fueron prácticamente negativos. Mediante las dos escardas al cultivo, se mantuvieron controladas las malezas en ese período. Después de ese tiempo, y dado que el temporal fue benigno, se presentaron malezas como: bleado (*Amarantus dubius*), quelites (*Chenopodium* sp.), oreja de elefante (*Colocacia sculenta*), cadillo (*Cenchrus brownii*), pata de gallo (*Cynodom dactylon*), pitillo (*Ixophorus unisetus*), y algo mínimo de coquillo (*Cyperus rotundus*).

El control fue químico, con productos como el Tordon 101 y Karmex, a razón de 1 lt. y 0.5 kgs./Ha. respectivamente, añadiendo también surfactante.

En resumen, se mantuvo el cultivo limpio de malezas a excepción de cyperus que pese a que persistió, su presencia fue insignificante.

Por lo que respecta a plagas del follaje, únicamente se presentaron, en proporción mínima, gusano cogollero (*spodoptera frugiperda*), aproximadamente a los 40 días de nacidas las plantas, y araña roja (*tetranychus* spp.), en esa misma época; el daño sufrido por el maíz fue realmente mínimo, pues se le combatió oportunamente con Nuvacrón 2.5 g. y Supracid -

40%, respectivamente.

En general, el desarrollo del cultivo fue bueno, atendiendo adecuada y oportunamente, de igual manejo al del municipio de Zapopan. El temporal fue magnífico, no ocurrió ningún tipo de siniestro.

La cosecha fue manual, en canastos. Se separaron las mazorcas producidas por cada subparcela y parcela, en costales debidamente identificados, para luego ser trasladados a Tesis tán en donde se efectuó el desgrane y pesaje. Eso fue a finales del mes de noviembre de 1981, cuando el grano había alcanzado ya su madurez fisiológica, esto es, cuando tuvo el 14% de humedad.

En la gráfica No. 1 se puede observar la calendarización del proceso productivo que tuvo lugar en el presente experimento.

CONCEPTO	1980					1981						
	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
desbarde												
aplicación de fertis. al rastraje												
barbecho												
rastreas												
tabloneo												
siembra												
fertilizaciones												
combate plagas suelo												
combate plagas follaje												
escardas												
combate malezas												
cosecha												
desgrane y pesaje.												

GRAFICA No.(1) Calendarización del proceso productivo del maíz en el experimento

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSION

Los factores de respuesta para el presente experimento - fueron dados básicamente por los rendimientos físicos de producción de maíz, también por el análisis físico-químico y microbiológico de muestras de suelo al término del estudio.

Análisis de suelo.

En el cuadro No. (8) se observan los resultados del análisis físico-químico de una muestra de suelo tomada en el mes de enero de 1982, un mes después de realizada la cosecha. También presenta el cuadro, los valores del análisis de suelo -- del cuadro No. (4), para compararlos. Las muestras de suelos fueron tomadas a una profundidad de 0 - 30 cms.

CUADRO No. 8

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE SUELOS

DETERMINACION	VALORES	
	Antes del exp.	después del exp.
Densidad real	2.31	2.30 g/cm ³
Densidad aparente	1.27	1.26 "
Cap. de Int. de Cat.	11.40	12.2 mq/100 g
Cationes Intercambiables:		
Calcio	3.45	3.60 mq/100 g
Magnesio	2.30	3.00 "
Sodio	0.41	0.40 "
Potasio	0.30	0.50 "
Materia Orgánica	1.17	1.79 "

DETERMINACION	VALORES	
	antes del exp.	después del exp.
Conductividad Elec.	0.28	0.30 mmhos/cm
Iones Solubles:		
Calcio	1.40	1.45 me/lto
Magnesio	0.20	0.30 "
Sodio	1.13	1.10 "
Carbonatos	_____	_____
Bicarbonatos	0.60	_____ "
Cloruros	0.60	0.50 "
Sulfatos	1.50	1.60 "
P S I	0.80	0.80
pH ext. de saturación	6.20	6.80
Fertilidad (Morgan)		
Calcio	bajo	medio
Potasio	rico	rico
Magnesio	bajo	medio
Manganeso	med-alto	medio
Fósforo	bajo	medio
Nitrógeno nítrico	medio	alto
Nitrógeno amoniacal	medio	alto
Aluminio	alto	alto

Del cuadro anterior se observa un incremento en el porcentaje de materia orgánica, de 1.17 a 1.79 que referido al peso y volumen del suelo, considerando los primeros 20 cm. de espesor, nos resulta en 15.74 toneladas de aumento, dato que concuerda aproximadamente con las toneladas de rastrojo incorporado, (véase apéndice).

Es también halagüeño, ver que la capacidad de intercambio catiónico se incrementó en 0.2 meq/100 gr. que no obstante ser inapreciable, corrobora las bondades de la materia or-

gánica en este aspecto.

El valor del pH también sufrió una alteración positiva, del orden de 0.6 unidades, que nos indica la posible sustitución de moléculas de calcio (se incrementó), por moléculas de hidrógeno.

Aunque el método que se emplea para la determinación de nutrientes (método Morgan), no nos reporta cantidades exactas, da idea del contenido de éstos en el suelo. Las variaciones que en el cuadro se consignan, no se consideraron significativas.

La conductividad eléctrica se incrementó en 0.03 mmhos/cm. Es raro, pues la concentración de aniones y cationes en la solución del suelo aumentó, lo anterior lo atribuyo a algún posible error de cálculo, pues el aumento no es de consideración.

Recuento Microbiológico.

El cuadro que abajo aparece, nos muestra los resultados del recuento microbiológico del suelo, efectuado antes y después del estudio.

CUADRO No. 9

RECUESTO MICROBIOLOGICO DEL SUELO

GRUPO	ANTES DEL ESP.	DESPUES DEL EXP.
HONGOS	200,000	220,000
BACTERIAS	1'130,000	1'450,000

Las cifras están dadas en unidades por c.c., y fueron -- cuantificadas en placas de agar nutritivo, dilución 1:10 000.

Las variaciones no son considerables para tomarse en --- cuenta, pues éstas son mínimas, pero sí nos proporciona información de apoyo para evidenciar que, aunque mínimo, el incremento de la microflora del suelo sí se consigue a través de - la adición de materia orgánica.

Rendimientos de maíz.

Los resultados totales de la producción de maíz en el experimento, se observan en el cuadro No.(10), junto con su correspondiente análisis de varianza y su coeficiente de varianción.

Del análisis de varianza se concluye que sólo hubo respuesta altamente significativa para el factor B, niveles de nitrógeno. Para las parcelas principales, fuentes de nitrógeno, no hay diferencias; tampoco para la interacción de ambos.

Efectivamente, las diferencias que existen entre los niveles, se deben al efecto verdadero de este tratamiento, pero nuestra incógnita principal sigue hasta aquí vigente, cuál nivel es el mejor.

Para dar respuesta a nuestro planteamiento, se hará la separación de medias (D M S), así como un análisis económico para decidir sobre el tratamiento más recomendable.

Separación de Medias.

El valor de DMS. para una probabilidad de 0.05 es de -- 1.83. Los promedios del tratamiento B, niveles de nitrógeno, son: (Véase segundo cuadro de la página 51).

CUADRO No. 10

RENDIMIENTOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTOS. EXPRESADO EN Kg/24m²

FACTOR A	BLOQUE	FACTOR B NIVELES				TOTAL Xij
		NIVEL 0	NIVEL 60	NIVEL 80	NIVEL 100	
FERTILIZANTES						
	1	17.1	13.3	20.7	18.3	69.4
	2	15.2	17.1	18.9	19.3	70.5
UREA	3	16.3	15.8	19.9	19.2	71.2
	4	15.3	16.7	21.3	19.6	72.9
TOTAL		63.9	62.9	80.8	76.4	284.0
	1	14.3	15.9	20.9	17.5	68.6
NITRATO	2	16.0	16.1	21.7	17.8	71.6
AMONIO	3	14.9	17.3	18.8	18.4	69.4
	4	14.1	15.7	21.8	16.3	67.9
TOTAL		59.3	65.0	83.2	70.0	277.5
	1	13.1	16.3	19.3	18.0	66.7
SULFATO	2	16.0	14.1	17.9	15.7	63.7
AMONIO	3	15.8	17.0	20.2	19.1	72.1
	4	14.4	14.7	20.5	18.6	68.2
TOTAL		59.3	62.1	77.9	71.4	270.7
TOTAL	X...h	182.5	190.0	241.9	217.8	832.2
TRAS. B						X...

F. V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft .05	Ft .01
Bloques	3	3.24	1.08			
Factor A	2	5.53	2.76	1.76 ^{NS}	4.76	9.78
Ea	6	9.46	1.57			
Factor B	3	104.96	61.65	45.66**	2.96	4.60
A x B	6	8.29	1.38	1.02 ^{NS}	2.46	3.56
Eb	27	36.37	1.35			
TOTAL	47					CV = 13.5%

Niveles de Nitrógeno	Kilogramos
0	15.20
60	15.80
80	20.10
100	18.15

Si establecemos las diferencias entre estos promedios -
tendremos:

Nivel 80-100 = 20.10 - 18.15 = 1.95 Nivel 100-60 = 18.15 - 15.8 = 2.35
 Nivel 80-60 = 20.10 - 15.80 = 4.3 Nivel 100-0 = 18.15 - 15.2 = 2.95
 Nivel 80-0 = 20.10 - 15.20 = 4.9 Nivel 60-0 = 15.8 - 15.2 = 0.6

Absolutamente todas las diferencias, con excepción de la sexta, nivel 60-0 = 0.6, son mayores que 1.83, lo cual podemos considerarlas significativas.

La diferencia 60-0 es menor que 1.83, por consiguiente - podemos interpretarlo que no dan resultados diferentes, no -- obstante que el nivel 60 tiene un rendimiento superior al nivel 0. Esto es, que resulta indiferente utilizar 60 kilogramos de nitrógeno, que no usar fertilizante nitrogenado para -

la mineralización del rastrojo de maíz.

Por lo demás, todas las diferencias en niveles sí son -- significativas, concluyendo que los niveles 80 y 100 kgs. de nitrógeno por hectárea sí nos darán una respuesta favorable, -- al aplicarlos en las prácticas comunes de los agricultores -- del municipio de Zapopan.

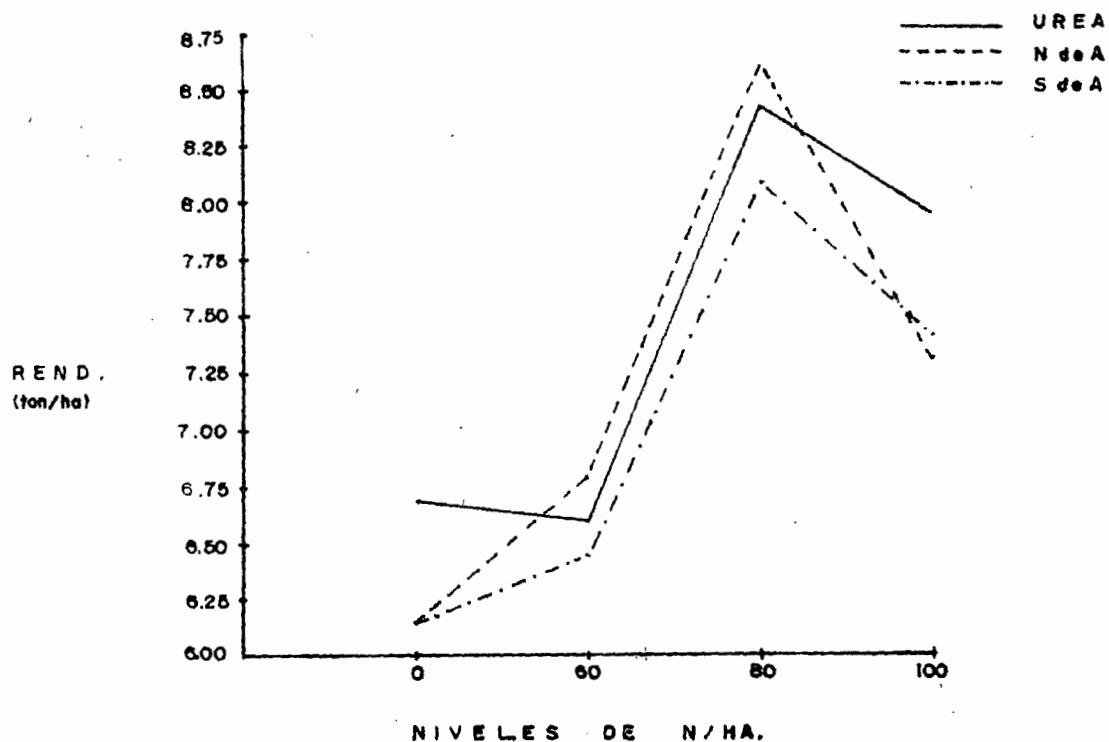
La gráfica No. (2), nos da una idea más clara de lo aquí espuesto.

Si observamos la gráfica No. 2, probablemente eligiríamos el nivel de 80 kgs., lo que también hemos notado en la -- gráfica No. 3.

La respuesta a la incorporación de nitrógeno para la mineralización del rastrojo de maíz, es contundente para el nivel 80, con nitrato de amonio. Una probable explicación a --- ello sería que justamente este nivel, por ser el más apegado al cálculo que se hace para determinar las necesidades de nutrición microbiológica, resulta una cantidad que perfectamente se ajusta a suplir las deficiencias de nitrógeno en la --- planta seca, en lo que respecta a la relación C/N de la misma.

Ahora bien, dada la presentación molecular del nitrato - de amonio, en forma nítrica NO_3^- , fácilmente aprovechable por los microorganismos, y que la temperatura es sensiblemente baja para activar el trabajo de éstos, puede pensarse que a corto plazo el nitrato sufrió una inmovilización, para posteriormente ser movilizado.

Respecto a las otras dos fuentes, sulfato de amonio y -- urea se observa que al nivel 80 y 100, las respuestas son también magníficas, pero en virtud de la presentación molecular-



Grafica No.(3) Rendimiento promedio de respuesta a N.

que guardan, para su desdoblamiento y aprovechabilidad requieren de procesos físicos y microbiológicos que al final ocupan más tiempo, pues si para nutrirse los microorganismos necesitan hacerse los elementos accesibles, lógicamente el proceso es más largo.

Se podría pensar que el nitrato de amonio por estar en forma asimilable, se vería en peligro de ser perdido. no sucede así, pues dos de las causas principales de pérdidas lo son la lixiviación y la denitrificación. La primera no ocurre, -- pues durante los meses de diciembre a abril (período en el -- que el suelo se encuentra desprovisto de cualquier cultivo), -- no hay precipitaciones pluviales; lo segundo, para que ello -- suceda son necesarias condiciones del suelo tendientes al estado anaerobio y alcalino, mismas que están remotamente ausentes del suelo objeto de estudio.

No necesariamente los resultados se deban a las disponibilidades de nitrógeno por la fracción húmica del suelo para la planta en época de crecimiento, pues éstas reciben la fertilización adecuada y normal, durante la siembra y escarda, -- sino que la poca fracción húmica y la materia orgánica en procesos de degradación y mineralización, contribuyen en todos -- los efectos benéficos que se obtienen al haber presencia constante de residuos vegetales.

Los procesos microbiológicos continúan independientemente del cultivo ahí establecido.

Cálculo Económico.

Estadísticamente, contamos ya con una decisión, y ésta -- sería favorable para el nivel de 80 kgs. de nitrógeno/Ha. suministrados con nitrato de amonio, pero resultaría incompleta

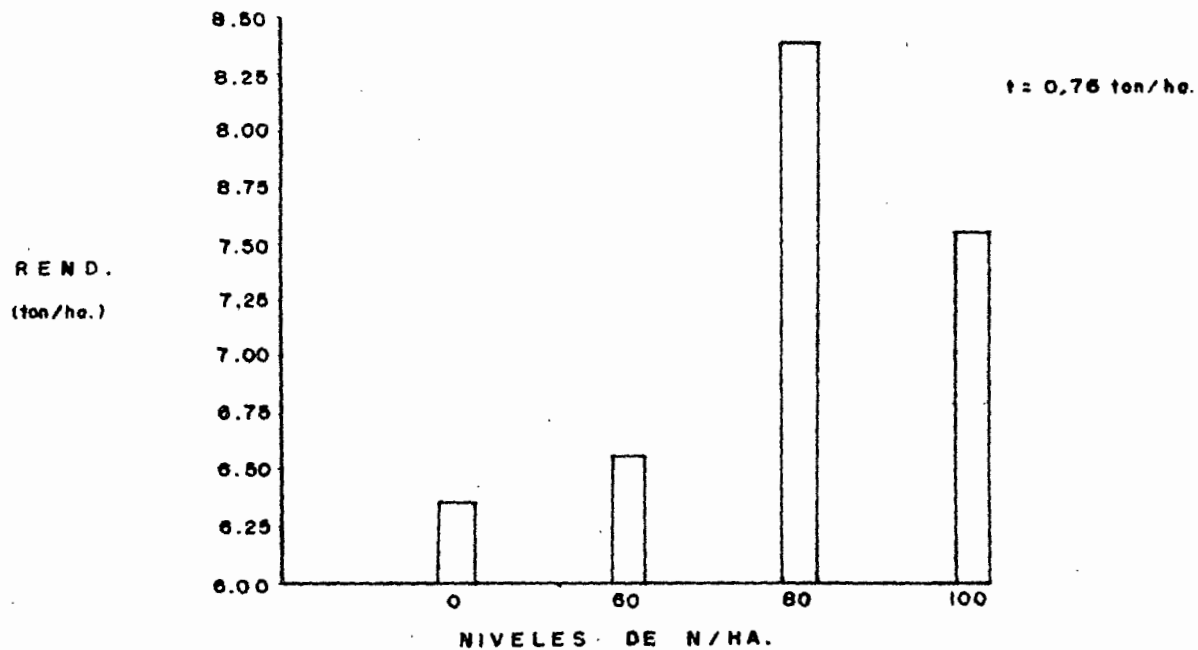


Grafico No.(2) Efecto de los niveles de Nitrogeno.

si no se analiza bajo el punto de vista económico, pues en última instancia, independientemente del hallazgo tecnológico, resulta más atractivo el resultado del análisis económico.

Para tal efecto, los datos que se registran en el cálculo datan del mes de marzo de 1982, debidamente actualizados. Asimismo, se establecieron cifras promedio, resultado de una encuesta del área para obtener información a nivel productor, y no a nivel del mercado teórico, que varía considerablemente en función de la oferta y demanda de los bienes y servicios - empleados en este estudio y en el proceso agrícola productivo del maíz.

En el cuadro No. 11 se consignan el costo de cultivo para el paquete tecnológico actual, es decir, sin el uso del fertilizante nitrogenado al rastrojo.

CUADRO No. 11
COSTO DE CULTIVO TRADICIONAL

A C T I V I D A D	COSTO (\$/Ha.)
Preparación de Suelo:	
Desborde	1,000.00
Barbecho	2,000.00
Rastreos (3)	4,000.00
Tabloneo	1,000.00
Siembra:	
Semilla	3,000.00
Siembra	1,200.00
Fertilización:	
Fertilizante	4,768.00
Aplicación	2,400.00
Labores de Cultivo (2)	2,400.00

A C T I V I D A D	COSTO (\$/Ha.)
Control Plagas y Enfermedades:	
Insecticida	4,900.00
Aplicación	1,800.00
Combate de Malezas:	
Herbicida	2,545.00
Aplicación	1,200.00
Cosecha:	
Pizca y Desgrane	4,200.00
Acarreo	<u>800.00</u>
	S u m a 36,093.00
Seguro Agrícola (3%)	1,082.79
Gastos de Admón.(1%)	371.75
Intereses (7%)	<u>2,628.32</u>
	T o t a l 40,175.86

El cuadro No. 12 nos reporta las cantidades monetarias - empleadas con el uso de fertilizantes aplicados al rastrojo.

CUADRO No. 12
COSTO TOTAL DE CULTIVO CON PAQUETE TECNOLÓGICO INTENSIVO

	N I V E L E S D E N.			
	0	60	80	100
Sulfato de Amonio	40,175.86	41,700.98	41,773.05	41,845.14
Urea	40,175.86	41,935.71	42,086.03	42,236.37
Nitrato de Amonio	40,175.86	41,862.15	41,987.97	42,114.22

En el cuadro anterior, podemos observar que las diferencias económicas entre los tratamientos, son muy pequeñas. Considérese el costo de la aplicación en \$ 1,200.00 más el costo del fertilizante empleado en cada tratamiento.

Pasemos al cuadro No. 13, en el que aparece el Presupuesto Parcial para los Ensayos con el Paquete Tecnológico Intensivo para el maíz, considerando la urea.

CUADRO No. 13
PRESUPUESTO PARCIAL PARA LOS TRATAMIENTOS. (\$/Ha).
U R E A

<u>CONCEPTO</u>	Prom. del testigo	N I V E L E S		
		60	80	100
Rend. prom. (ton./Ha.)	6.33	6.55	8.41	7.95
Ajuste por pérdidas en(4%x) cosecha	0.96	0.96	0.96	0.96
Rend. neto (ton./Ha.)	6.07	6.28	8.07	7.63
Beneficio bru- to de campo S/ton.=10,200.00	61,983.36	64,056.0	82,314.0	77,826.00
Total Costos de Cultivo	40,175.86	41,935.71	42,086.03	42,236.37
Beneficio Neto	21,807.50	22,120.29	40,227.97	35,589.63

El cuadro No. 14 nos presenta la misma información para el Sulfato de Amonio.

CUADRO No. 14
PRESUPUESTO PARCIAL PARA EL TRATAMIENTO CON SULF. DE AMO.

<u>CONCEPTO</u>	Prom. del testigo	N I V E L E S		
		60	80	100
Rend. prom. (ton/Ha)	6.33	6.46	8.11	7.43
Ajuste por pérdidas en/4% x) cosecha	0.96	0.96	0.96	0.96
Rend. Neto (ton/Ha)	6.07	6.20	7.78	7.13
Beneficio bru- to de campo. S/ton.=10,200.0	61,983.36	63,240.00	79,356.00	72,726.00
Total costos de cultivo	40,175.86	41,700.98	41,773.05	41,845.14
Beneficio Neto	21,807.50	21,539.02	37,582.95	30,880.86

CUADRO No. 15
PRESUPUESTO PARCIAL PARA EL TRAT. CON NIT. DE AMONIO

<u>CONCEPTO</u>	Prom. del testigo	N I V E L E S		
		60	80	100
Rend. prom. (ton/Ha.)	6.33	6.77	8.66	7.29
Ajuste por pérdidas en(4% x) cosecha	0.96	0.96	0.96	0.96
Rend. Neto (ton/Ha.)	6.07	6.49	8.31	6.99
Beneficio bru- to de campo. \$/ton.=10,200.0	61,983.36	66,198.00	84,762.00	71,298.00
Total Costos	40,175.86	41,862.15	41,987.97	42,114.22
Beneficio Neto	21,807.50	24,335.85	42,774.03	29,183.78

El cuadro No. 16 nos ofrece una visión en conjunto, de los beneficios netos que se obtienen por nivel y fuentes de nitrógeno.

CUADRO No. 16
ANALISIS COMPARATIVO DE BENEF. NETOS PARA TRATS. (\$/Ha.)

	BENEFICIOS NETOS		
	N I V E L E S		
	60	80	100
Sulfato de amonio	21,539.02	37,582.95	30,880.46
Nitrato de Amonio	24,335.85	42,774.03	29,183.78
Urea	22,120.29	40,227.97	35,589.63

TESTIGO = 21,807.50

Del cuadro anterior se desprende que la cifra que más -- destaca, sigue siendo la ocupada por el nivel 80 con nitrato- de amonio. También nos deja cierta incertidumbre a simple vis- ta, por ejemplo, nos podríamos preguntar si el nivel 80 con - urea resultaría mejor opción que el nivel 80 con nitrato, --- puesto que la diferencia en \$ es de \$ 2,546.06. Posteriormente graficaremos la Curva de Beneficios Netos que nos despeja- rá ésta y más interrogantes.

Un parámetro económico confiable, que frecuentemente se- usa en los análisis económicos, lo es la Tasa de Retorno, ex- presada en porcentaje, misma que establece que si el valor ob- tenido para cada tratamiento es mayor que el 40%, entonces es- tamos en condiciones de aceptar tal o cual tratamiento.

La fórmula es la siguiente:

$$\text{Tasa de Retorno} = \frac{\text{Beneficio Neto Mayor (Trat)} - \text{Benef. Neto Mayor --- (testigo)}}{\text{Total Costo Cultivo (Trat)} - \text{Total Costo Cult. (tes- tigo)}}$$

Enseguida se procede al cálculo de la Tasa de Retorno pa- ra los niveles 80 de cada fuente de fertilizantes. Se calcula- sobre los niveles 80 pues son éstos los que marcan altas dife- rencias en producción respecto a los otros niveles.

Para el nivel 80 con Sulfato de Amonio:

$$\text{T.R.} = \frac{37,582.95 - 21,807.50}{41,773.05 - 40,175.86} = 987\%$$

Para el nivel 80 con Urea:

$$\text{T.R.} = \frac{40,227.97 - 21,807.50}{42,086.03 - 40,175.86} = 964\%$$

Para el nivel 80 con Nitrato de Amonio:

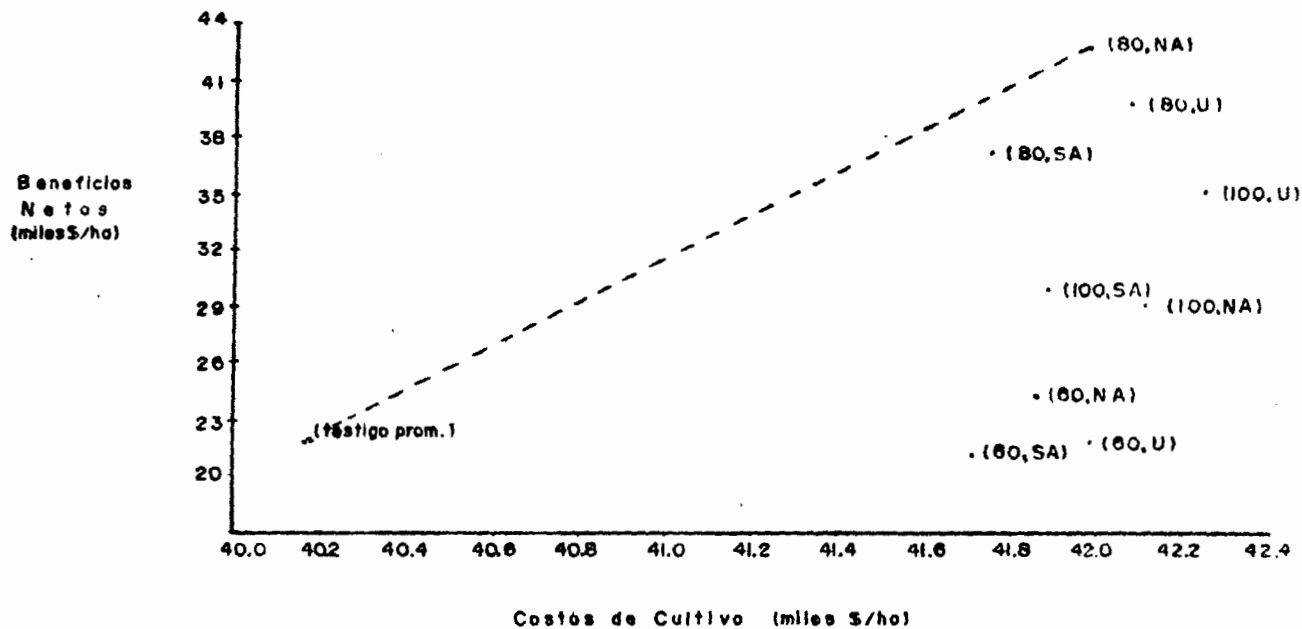
$$\text{T.R.} = \frac{42,774.03 - 21,807.50}{41,987.97 - 40,175.86} = 1,157\%$$

La gráfica No. 4 nos es muy útil: las cifras de nuestro- experimento aquí reportadas, se alojan al lado derecho de la- gráfica o sea sobre los costos de cultivo, pero se dispersan- verticalmente, sobre los Beneficios Netos, por lo que hay da- tos sobresalientes.

Podemos hacer algunas observaciones, como la de que el - testigo promedio nos da un rendimiento superior a los niveles 80 con urea y sulfato de amonio, a un costo de cultivo menor. Pero nuestra atención está fija sobre los niveles 80. Se obser- va que al usar nitrato de amonio, con respecto a urea se ob -

Grafica No. (4) Curva de Beneficios Netos

(nivel, fuente)



tienen aproximadamente \$ 2,500.00 de beneficio con una menor-diferencia en inversión de aproximadamente \$ 90.00.

El análisis estadístico y económico manifiestan una clara evidencia superior en los tres niveles de 80 kgs. de N, -- respecto a los otros niveles.

Si se usase el sulfato de amonio, nuestro costo de producción se vería disminuido en aproximadamente \$ 200.00 pero dejaríamos de percibir aproximadamente \$ 5,000.00 por concepto de rendimiento.

Lo anterior descarta a ese producto, porque además tiene la desventaja de un alto índice de acidez debido a la formación de ácido sulfúrico en el suelo. Por otra parte, dada la baja concentración de nitrógeno en su presentación, su volumen es mayor por lo que aumentan los costos de aplicación y acarreo.

La alternativa se encuentra entre el nitrato de amonio y la urea. De esta última, nos inclinamos a su favor para hacer una recomendación, en virtud de su reacción neutra en el suelo, porque lo que se deja de percibir por rendimiento, se recupera al evitar el empleo de correctores del pH. Contrariamente lo que sucedería si se emplease nitrato de amonio, ya que deja un residuo ácido.

Ahora bien, hay agricultores que empiezan a tener como norma, el uso de la cal para corregir la acidez de sus suelos, en estos casos se recomendaría la adición del nitrato de amonio pues su índice de acidificación se vería contrarrestado por la cal, además de los beneficios económicos netos aquí expuestos.

Cabe hacer la aclaración que los cálculos aquí elaborados son meramente teóricos, por lo que habría que efectuar en sayos a nivel de lotes exploratorios y comerciales a pequeña-escala.

Algo que no quiero dejar de mencionar, es una práctica agrícola que tiene lugar principalmente en años de bajos rendimientos, como el de 1982.

El temporal en el municipio de Zapopan, al igual que en el país, fue muy escaso, ocasionando graves pérdidas en la -- producción de cultivos básicos como el maíz.

Los agricultores del municipio prefirieron ensilar, o bien empaçar el rastrojo, ya que el valor de su venta en ocasiones rebasaba al obtenido por la comercialización del grano. La mayoría de estas personas argumentaban que con el dinero -- obtenido del rastrojo, adquirirían Compost o "basura", para -- mejorar sus suelos.

Lo anterior no deja de lado la importancia del presente-trabajo, pues el compost y la basura también requieren de un-complemento nitrogenado para su total mineralización y humifi-cación.

Lo cierto es que la recolección de rastrojo se está vol-viendo práctica común, en virtud de las ventajas económicas -- que de él se obtienen, aunque después se incorporen compost -- o basura al suelo.

C A P I T U L O VI

RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Entre los factores que intervienen en la producción, el suelo destaca por su propia importancia y porque además podemos controlarlo a través de un uso racional.

Un suelo sujeto a cualquier monocultivo sufre una degradación considerable. La ausencia provocada de la fertilidad - en el municipio de Zapopan es evidente.

Este municipio, al igual que los adyacentes al de Guadalajara, resulta inmediatamente beneficiado cuando se trata de implementar programas agrícolas Oficiales, innovaciones tecnológicas derivadas del sector privado, así como de Instituciones Escolares con sede en la ciudad.

Indudablemente que la puesta en práctica de programas y técnicas, han aumentado la producción de maíz en el municipio, pero a mi modo de ver se ha descuidado la fertilidad natural de los suelos, pues la requerida para el desarrollo del maíz es o era sustituida por fórmulas de fertilización bastante elevadas.

He observado, a través de experiencias propias, que debido a la esterilidad parcial o total del suelo, en ocasiones - no soporta una resiembra de maíz, todo debido principalmente a la ausencia prácticamente total de materia orgánica. Otro factor adverso lo es la acidez del suelo.

La idea de que la fertilidad del suelo podía ser regenerada mediante la incorporación al suelo de los residuos de cosecha, dio origen al presente estudio. Pero dado que la rela-

ción C/N del rastrojo de maíz es muy amplia, se hacía necesario la adición de un "compensador" de nitrógeno que supliría la deficiencia de la gramínea, para que los microorganismos del suelo pudiesen actuar.

Es así como en el mes de diciembre de 1980 se inició este trabajo en el potrero La Magdalena, junto al poblado de San Francisco Tesistán, municipio de Zapopan. Se añadieron los materiales nitrogenados al suelo, incorporándolos con un barbecho profundo, juntamente con el rastrojo de maíz dejado ahí por la máquina pizcadora.

Para probar los efectos se implementó un diseño experimental, que fue el de parcelas divididas arregladas en bloques al azar y con cuatro repeticiones. El factor de respuesta fueron los rendimientos de maíz ahí establecido en el ciclo p,v-'81,'81, apoyados por análisis físico-químico y micro biológico del suelo.

De la cuantificación de esos rendimientos y del análisis somero de las otras dos variables, se derivan las siguientes conclusiones:

- I. La población microbiana del suelo, no obstante que no se contó con una información sistematizada de su comportamiento, se incrementó. Poco sensiblemente pero evidencia el efecto benéfico de la materia orgánica.
- II. A pesar que los muestreos de suelo no fueron tomados bajo una frecuencia y cobertura total del área experimental, las condiciones químicas viéronse favorecidas en especial los incrementos del pH, y de la materia orgánica.
- III. Los niveles de Nitrógeno incorporados al rastrojo, tuvie

ron un marcado efecto, sobre todo los niveles de 80 ---- kgs./ha. que sobresalen en los rendimientos de maíz.

- IV. Desafortunadamente no existen trabajos similares para poder comparar los resultados obtenidos, pero desde luego que sí se les puede dar crédito, aunque sea relativo.

Por lo tanto, con las conclusiones anteriores podemos -- efectuar o derivar algunas recomendaciones como:

1. Aplicar 80 kgs./Ha. de Nitrato de Amonio, junto al rastrojo de maíz, siempre y cuando sea usado algún corrector del pH ácido. O bien, si lo anterior no es posible, entonces usar 80 kgs./ha. de Urea.
2. Sería conveniente seguir la pista del comportamiento físico-químico y microbiológico del suelo, a través de una metodología planeada, para evaluar más exactamente lo aquí expuesto. Pudiera hacerse a nivel invernadero o preferentemente en el campo.
3. Que se hagan estudios similares sobre basura y compost, pues el empleo de ellos se ha generalizado y se ha convertido en opción, pues el rastrojo de maíz se empaqueta y se comercializa, claro está, ello empieza.

C A P I T U L O VII

A P E N D I C E

Para el cálculo de las necesidades de Nitrógeno por los microorganismos del suelo, que aparece en el Cap. IV y que es propuesto por Ortiz Villanueva (9), se procedió así:

Peso por planta seca = 200 grs.

Plantas por Hectárea = 50,000

$50,000 \times 200 = 10$ Tons. de rastrojo/Ha.

$10,000 \times 0.40$ (40% es Carbono) 4,000 kg. de C

$4,000 \times 0.35$ (35% es Humus) 1,400 kg. de Humus

Rel. C/N = 10:1 .'. 140 kg. de Nitrógeno

La muestra de rastrojo de maíz contiene 0.57% de N.

Incorporamos realmente 57 kgs. de N.

$140 - 57 = - 83$ kgs. de Nitrógeno

Entonces 83 kgs. constituye nuestro déficit.

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

- 1).- ACOSTA S.R. 1977 RELACION ENTRE LA TEXTURA DEL SUELO Y EL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN LOS SUELOS DEL ESTADO DE JALISCO. RESIDENCIA REGIONAL DE AGROLOGIA. SARH.
- 2).- ASCENCIO E.P. 1976 INFLUENCIA DE LA ACIDEZ Y LA ALCALINIDAD DE LOS SUELOS EN EL FRACCIONAMIENTO DE LA MATERIA ORGANICA. TESIS PROFESIONAL. FAC. DE CIENCIAS QUIMICAS UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
- 3).- COCHRAN W.G. Y COX G.M. 1965 DISEÑOS EXPERIMENTALES ED. - TRILLAS.
- 4).- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. CUADERNO DE DIAGNOSTICO MPAL. ZAPOPAN 1982.
- 5).- DE LA LOMA J.L. 1966 EXPERIMENTACION AGRICOLA ED. UTHEA
- 6).- GALLARDO T.A. 1983 ESTUDIO DE LA FRACCION ARCILLA EN LOS SUELOS ARENOSOS DEL VALLE DE GUADALAJARA. TESIS PROFESIONAL. ESC. SUP. DE AGRIC. U. DE G.
- 7).- FASSBENDER W.H. 1975 QUIMICA DE SUELOS CON ENFASIS EN SUELOS DE AMERICA LATINA. IICA. TURRIALBA, COSTA RICA.
- 8).- PERRIN ET AL. FORMULACION DE RECOMENDACIONES A PARTIR DE DATOS AGRONOMICOS 1976 CIMMYT.
- 9).- ORTIZ VILLANUEVA B. 1977 FERTILIDAD DE SUELOS. UACH.
- 10).-ROBINSON W.G. 2 ED. 1967 LOS SUELOS, SU ORIGEN, CONSTITUCION Y CLASIFICACION. EDICIONES OMEGA.

- 11).-RUSSEL 9 ED. 1961 CONDICIONES DEL SUELO Y CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS. AGUILAR S.A. DE EDICIONES.
- 12).-TISDALE S.L. Y NELSON W.L. 1970 FERTILIDAD DE LOS SUELOS Y FERTILIZANTES. ED. MONTANER Y SIMON S.A.